ATLAS 2050

Climat, énergie :

ANTICIPER LES CONFLITS D'USAGE DES RESSOURCES AU SERVICE DE LA TRANSITION SUR LES TERRITOIRES

Rapport intermédiaire - Livrets Ressources

DANS LE CADRE DE NOTRE
PROGRAMME D'ACTION POUR 2027



LE THINK TANK DE LA
TRANSITION BAS CARBONE

THE SHIFT PROJECT

Rapport intermédiaire

Nota bene : *Les interprétations, positions et recommandations figurant dans ce rapport ne peuvent être attribuées ni aux contributeurs, ni aux relecteurs. Le contenu de ce rapport n'engage que le Shift Project.*

Le contenu des livrets ressources

Sept ressources

Dans le cadre de ce rapport intermédiaire, nous approfondissons sept ressources. Chacune d'entre elles fait l'objet d'un livret dédié.



Pétrole



Gaz



Electricité



Bois



Biomasse agricole



Sols



Eau

Chaque livret ressource est articulé en trois axes

Chaque livret ressource est pensé en trois questionnements successifs que nous avons appliqués aux sept ressources :

I. Analyse des dépendances des activités territoriales à cette ressource

En premier lieu, nous analysons les dépendances entre les activités économiques produites sur une partie du territoire et les ressources locales qui sont produites en d'autres endroits. Nous interrogeons ainsi les liens d'interdépendance entre territoires et les enjeux de coopération.

II. Analyse des risques de tension et de conflits d'usage qui pèsent sur la ressource, aujourd'hui et à l'horizon 2050

En deuxième lieu, nous nous intéressons aux risques auxquels sont soumis les territoires et activités territoriales, aujourd'hui et à l'échéance 2050. Ils peuvent être dus à l'évolution des productions et disponibilités des différentes ressources, notamment du fait de la pression du changement climatique. Ils peuvent également être dus à l'évolution des consommations, notamment du fait de choix de transition, ou de choix territoriaux locaux. Nous cherchons à identifier les facteurs de risque principaux et analyser la répartition géographique des risques sur les territoires.

Rapport intermédiaire

III. Analyse des <u>réponses actuelles</u> à ces risques en matière de gestion et de gouvernance à toutes les échelles territoriales

En troisième lieu, nous analysons la manière dont l'Etat, les acteurs économiques et les territoires envisagent ces crises et les dispositifs et démarches qu'ils mobilisent pour y répondre. Nous proposons une analyse de plusieurs démarches entreprises et nous proposons quelques éléments critiques sur la gestion actuelle de la ressource. Cette partie est l'occasion d'ouvrir des questionnements sur la gouvernance de la ressource.

Rapport intermédiaire

Rapport intermédiaire
Livret Ressource

01
PÉTROLE

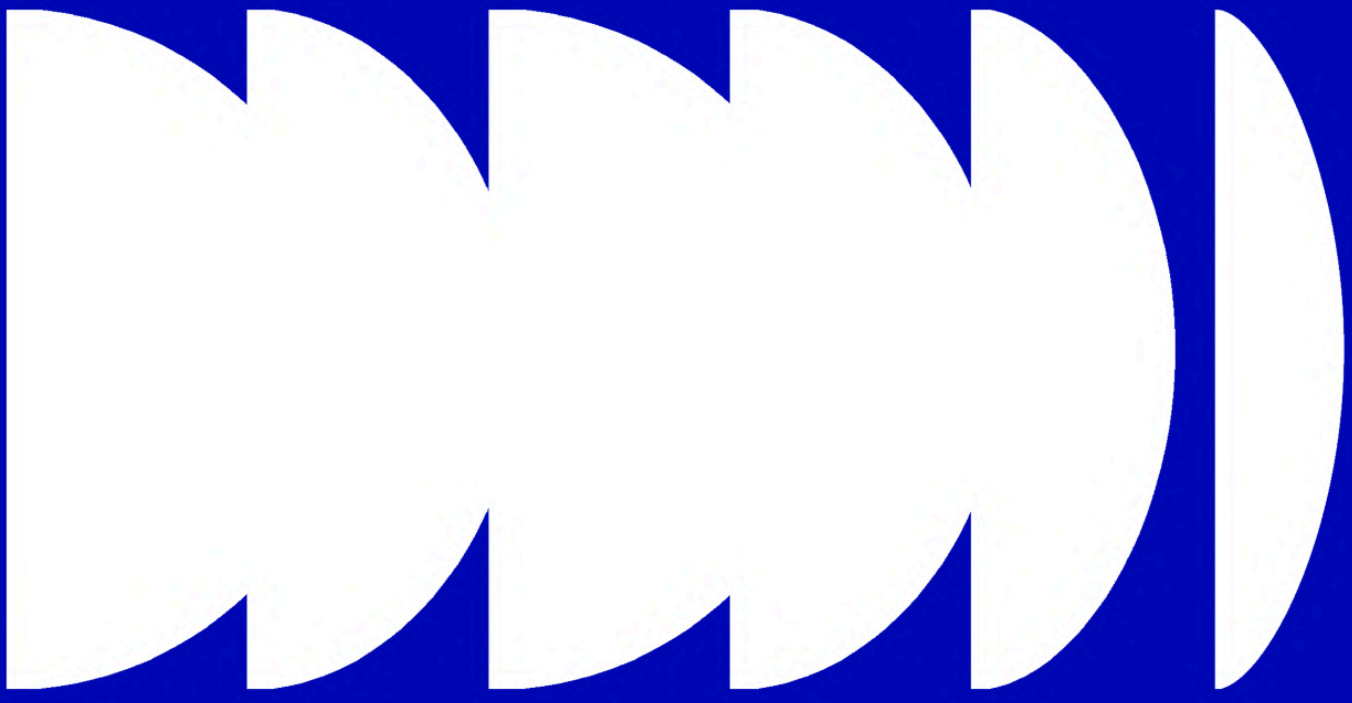


Table des matières

Table des matières **2**
Introduction **5**
Le pétrole, sang de notre économie et de nos territoires 5
Une ressource essentielle mais peu produite sur le territoire national 5
Un déclin inévitable de la production 5
Tensions géopolitiques, fluctuation des prix et vulnérabilités territoriales 5
Le défi climatique : l'autre enjeu de résilience des territoires 6
I. Une dépendance forte des territoires à un pétrole majoritairement importé **7**
A. Le pétrole consommés principalement dans les transports, mais pas uniquement 7
Des dépendances au pétrole fortement territorialisées 8
L'avion renchérit la dépendance au pétrole d'une poignée de territoires 9
Les sites hôtes d'industrie pétrochimique sont aussi plus dépendants 10
B. Un pétrole brut importé, des activités de raffinage très localisées, et des substituts liquides en fort développement 10
Les États-Unis, premier fournisseur de pétrole brut de France 11
Toute l'activité française de raffinage concentrée dans cinq départements 12
Concentration géographique et industriels des activités de raffinage 13
Une demande croissante de substituts liquides 13
C. Une interdépendance territoriale, requérant des systèmes d'approvisionnement et des structures de gouvernance 14
Marseille, Le Havre et Nantes-Saint-Nazaire assurent la totalité du trafic de pétrole brut 14
Six oléoducs transportent 40 % du pétrole consommé 15
Huit départements concentrent une large part des stocks pétroliers 15
Un maillage de stations-service à réinventer face aux nouvelles mobilités 16
Certaines régions sont plus affectées que d'autres 16
Une gouvernance principalement nationale et étatique 18
II. Des risques croissants de tensions liés à la sortie du pétrole à l'horizon 2050 **19**
A. Historiquement, des tensions sur la ressource pétrolière aux origines nationales ou internationales et aux conséquences bien locales 19
Tensions géopolitiques : la crise pétrolière de 1973 19
Spéculation sur les marchés : l'envolée de 2008 19
Déséquilibre offre/demande : la crise post-COVID (2021-2022) 20
Perturbations logistiques internes : les grèves de 2022 20
Fiscalité et transition énergétique : la crise des Gilets Jaunes 20
B. Des risques croissants selon l'évolution des consommations de la ressource 21
Un risque probable d'une dépendance persistante au pétrole 21
Des risques d'une dépendance persistante au pétrole pour les mobilités 22
Une forte dépendance pour la mobilité quotidienne en voiture individuelle, reflet de la structure démographique et urbaine des territoires 22
Vulnérabilités face à une décrue anticipée ou brutale des approvisionnements 23
Que se passerait-il pour les entreprises ou sur les territoires si le prix de l'essence passait à 3€ le litre ? 24

Rapport intermédiaire

Quelle capacité pour se libérer localement de la dépendance au pétrole ? 25
Report modal de la voiture thermique vers les mobilités actives et collectives 25
Une capacité principalement située dans les zones urbaines ou périurbaines 27
Passage de la voiture thermique à la voiture électrique sobre 28
Quand l'électrification automobile progresse là où la dépendance à la voiture est moindre 29
Quelle consommation de pétrole résiduelle après l'application du report modal et de l'électrification des véhicules 30
Des risques d'une dépendance persistante pour le transport de marchandises 32
Pétrochimie et transition énergétique : un secteur pris en tenaille 34
C. Des risques croissants selon l'évolution de la disponibilité de la ressource 36
Des risques de tensions liés à la substitution vers les biocarburants et e-carburants liquides pour les transports 36
Des substituts au coeur de conflits d'usage sur d'autres ressources locales 36
Des territoires en compétition pour un accès au carburants liquides bas carbone 38
Une interdépendance entre les territoires qui produisent et ceux qui consomment ces carburants liquides décarbonés 39
Des risques d'actifs échoués sur la chaîne de valeur territorialisée du pétrole 39
Extraction : des risques indirects liés aux activités d'exploration et d'exploitation réalisées à l'étranger 40
Terminaux pétroliers et usines de raffinage en première ligne 41
Terminaux pétroliers 41
Les oléoducs 41
Le raffinage 42
Les stations services 42
D. Des territoires et des activités particulièrement exposées à ces risques 43
Les bouches du Rhône, l'ile de France, le Rhône et la Seine-Maritime, 4 territoires particulièrement exposés à ces risques 43
III. La réponse actuelle à ces risques en matière de gestion et de gouvernance à toutes les échelles territoriales 45
A. La gouvernance de la ressource pétrolière en France : acteurs, échelles et logiques d'intervention 45
Une gouvernance centralisée et sectorielle en période normale 45
Une gouvernance resserrée et d'exception en cas de crise 46
Un système à la fois robuste et perfectible 47
B. Les expérimentations locales dans la gouvernance et la gestion 47
Territorialiser la vulnérabilité énergétique 48
Anticiper la résilience énergétique 48
Mutualiser les réserves opérationnelles 48
Intégrer les pénuries dans les Plans de Continuité d'Activité (PCA) 49
Simuler la crise pour mieux gouverner 49
Coordonner la logistique d'urgence à l'échelle intercommunale 49
C. Les limites et enjeux dans la gouvernance et la gestion 50

Rapport intermédiaire

Conclusion en cinq risques de tensions liées à la ressource pétrole **51**
1. Risques de maintien des dépendances au pétrole pour les mobilités 51
2. Risques de maintien des dépendances au pétrole pour le transport de marchandises 51
3. Risques de maintien des dépendances au pétrole pour les usages non énergétiques 51
4. Risques de conflits d'usage liés à la substitution vers les biocarburants et e-carburants 52
5. Risques d'actifs échoués sur la chaîne de valeur territorialisée du pétrole 52

Rapport intermédiaire

Introduction

Le pétrole, sang de notre économie et de nos territoires

Le pétrole est une ressource centrale de notre économie moderne. Il constitue l'énergie principale pour faire fonctionner nos machines, en particulier dans le secteur des transports, dont dépendent l'approvisionnement, la production et les échanges à toutes les échelles. Au-delà de son rôle énergétique, le pétrole est aussi une matière première indispensable à de nombreuses activités : dans l'industrie (notamment les plastiques), la santé (équipements médicaux), ou encore l'agriculture (machines agricoles). Il alimente également l'ensemble des secteurs stratégiques, des usines aux mines, en passant par la recherche, la culture ou encore les services publics. Sans un accès abondant à cette énergie, les capacités de production et de croissance de nos sociétés seraient fortement limitées.

Une ressource essentielle mais peu produite sur le territoire national

Le pétrole, bien que vital pour notre économie et notre société, reste une ressource dont nos territoires sont largement dépourvus. La France importe 97 % du pétrole qu'elle consomme, auprès d'un nombre limité de pays. 11 fournisseurs assuraient plus de 90 % des approvisionnements de pétrole de la France en 2020[1]. Cette forte dépendance expose les territoires aux risques géopolitiques et aux fluctuations des marchés mondiaux, tout en limitant leur capacité à sécuriser de manière autonome l'accès à cette ressource stratégique.

Un déclin inévitable de la production

Selon les sources, la production mondiale de pétrole conventionnel a atteint son pic en 2008 et a diminué depuis. Les découvertes de pétrole conventionnel sont en déclin depuis les années 1960 et les nouveaux champs tendent à être plus petits et plus fragmentés[2]. De nombreux pays fournisseurs de l'UE connaissent un déclin de leur production, notamment l'Algérie (depuis 2007), l'Angola (depuis 2008), et la mer du Nord (depuis 2000).

Dans notre étude "approvisionnement pétrolier futur de l'Union européenne" (2021), nous prévoyons que la production totale des principaux fournisseurs de l'UE pourrait être inférieure de 10 à 20 % au niveau de 2019 dans le courant de la décennie 2030. La production des champs existants est en déclin, et le développement de nouveaux champs pourrait ne pas compenser cette baisse. Le pétrole de schiste américain a permis de soutenir l'offre dans les années 2010, mais il est peu probable qu'il puisse à lui seul contrebalancer le déclin du pétrole conventionnel. L'AIE et d'autres experts ont soulevé des préoccupations concernant un resserrement de l'offre et des risques pour la sécurité énergétique.

Tensions géopolitiques, fluctuation des prix et vulnérabilités territoriales

Le déclin de la production existante nécessite des investissements importants pour développer de nouveaux projets, mais la volatilité des prix et le désengagement des investisseurs rendent cela incertain. L'OPEP peut également influencer les prix en ajustant sa production. Les facteurs géopolitiques, tels que les sanctions, les instabilités politiques

[1] Réserves et Production de pétrole dans le monde
[2] Auzanneau. Pétrole. Le déclin est proche

Rapport intermédiaire

dans les pays producteurs (Iran, Irak, Algérie, Libye, Nigeria) et les crises internationales (Ukraine), perturbent l'offre et entraînent de fortes fluctuations des prix et des risques pour la sécurité énergétique. La difficulté à compenser le déclin par de nouvelles découvertes ou le pétrole non-conventionnel (avec ses propres incertitudes) exacerbe ces risques.

La concentration géographique couplée au déclin prévu de la production accentuent les risques géopolitiques et les fluctuations des prix. La compétition avec d'autres pays européens ou extra-européen comme la Chine et l'Inde pour des ressources en baisse risque d'accroître la vulnérabilité des activités de nos territoires qui en dépendent le plus.

Le défi climatique : l'autre enjeu de résilience des territoires

Tous secteurs confondus et à climat constant, les produits pétroliers restent de loin la principale source d'émissions de CO_2 de la France (59,4 % en 2022), bien que cette part soit en légère diminution par rapport à 1990[3]. La poursuite au rythme actuel de ces émissions expose la France comme tous les pays du monde à des risques physiques croissants, parfois irréversibles : vagues de chaleurs, inondations et autres catastrophes naturelles, perte de rendements agricoles, instabilités géopolitiques, etc[4]. La sortie du pétrole est désormais aussi cruciale pour notre avenir que son usage l'a été pour notre développement.

Rapport intermédiaire

[3] Baisse des émissions de CO_2 dues à la combustion d'énergie | Bilan énergétique de la France pour 2022
[4] 2025-02-10-Note Souveraineté énergétique TSP 2.5.docx

I. Une dépendance forte des territoires à un pétrole majoritairement importé

A. Le pétrole consommés principalement dans les transports, mais pas uniquement

A l'échelle nationale, la France consomme 746 TWh de pétrole, ce qui représente 30 % de sa consommation d'énergie primaire[5], juste derrière le nucléaire (37 %), et devant le gaz naturel (16 %) ou les énergies renouvelables (15 %)[6]. Les principaux **secteurs consommateurs** sont les suivants :

Secteur	Part (2023)[7]	Sources de consommation
Transport Transport de personnes Transport marchandises Transport non routier[8]	**64 % (474 TWh)** 37 % (274 TWh) 23 % (174 TWh) 3 % (26 TWh)	Carburant pour voitures, camions, bus Kérosène pour avions Fioul lourd ou marine diesel pour navires Diesel pour locomotives non électrifiées
Usages non énergétiques Pétrochimie Construction Autres	**16 % (119 TWh)** 11 % (85 TWh) 3 % (23 TWh) 1 % (11 TWh)	Production de composés pétrochimiques, principalement le naphta, pour produire divers matières plastiques Production de produits pétroliers : bitume, goudron, paraffine, lubrifiants industriels[9]
Résidentiel	**5 % (41 TWh)**	Chauffage, production d'eau chaude sanitaire
Agriculture & pêche	**5 % (40 TWh)**	Machinisme agricole, chauffage de serres, sécherie de céréales
Industrie	**4 % (28 TWh)**	Métallurgie / Sidérurgie: Chauffage de fours, procédés thermiques Raffinage : Auto-consommation d'énergie
Tertiaire	**4 % (27 TWh)**	Chauffage, production d'eau chaude sanitaire
Energie	**2 % (17 TWh)**	Production d'électricité et de chaleur

Rapport intermédiaire

[5] Energie primaire: demande intérieure avant transformation et usages internes du secteur énergie
[6] Bilan énergétique de la France | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024
[7] Pétrole | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024
[8] Le mode « non routier » regroupe le transport maritime, fluvial, aérien et ferroviaire
[9] Produit pétrolier

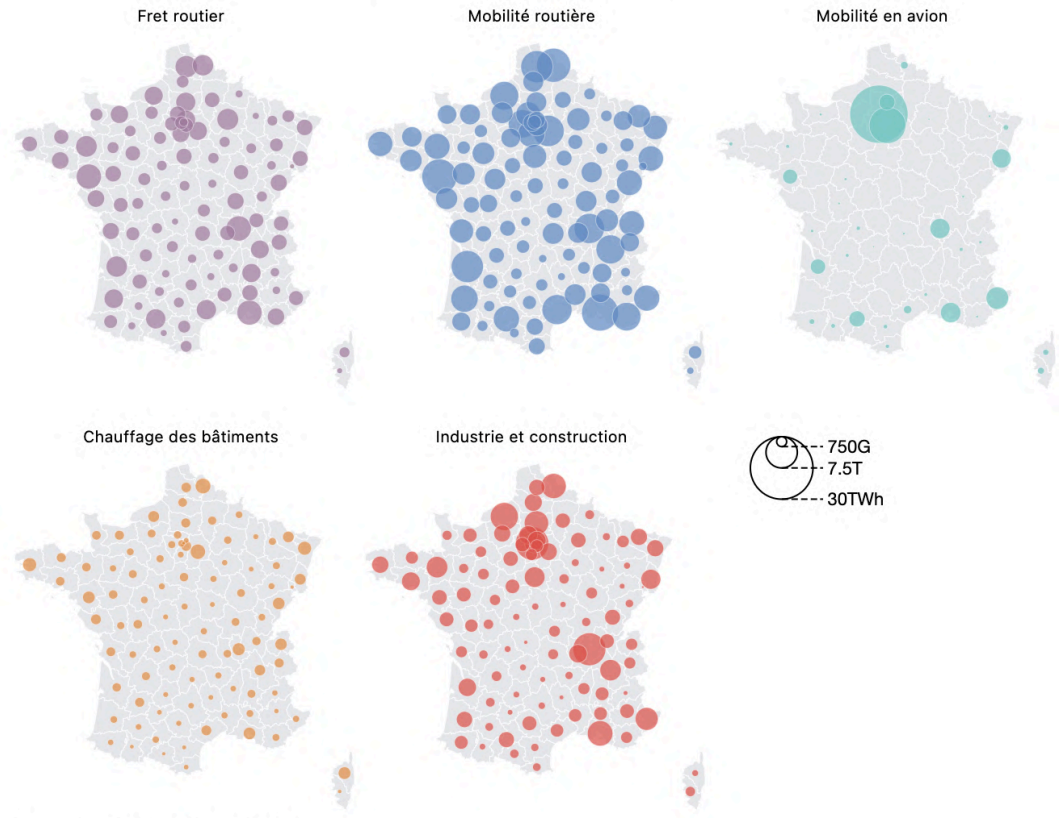
Dans la suite de ce chapitre, nous nous sommes concentrés sur les principaux secteurs dépendant au pétrole, que sont les transports de biens et de personnes et la pétrochimie. Il représente 70 % des consommations primaires. Les dépendances au pétrole pour le chauffage (résidentiel ou tertiaire), l'agriculture & la pêche, ou encore l'industrie seront traitées dans le cadre du rapport final.

Les produits raffinés issus du pétrole sont très majoritairement utilisés pour transporter (64 %) des aliments, des marchandises, des humains, et dans une moindre mesure (16 %) pour des usages non énergétiques dans l'industrie (fabrication des plastiques, des fibres synthétiques pour l'habillement, etc.). Les chaudières au fioul des particuliers tout comme les machines agricoles thermiques représentent chacune 5 % des consommations totales de pétrole.

Des dépendances au pétrole fortement territorialisées

Les territoires présentent des écarts marqués en matière de consommation pétrolière.

Consommation de pétrole par usage par département en 2023



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de consommation de produits pétroliers du SDES (2024)

Le département qui consomme le plus de pétrole (y compris non énergétique) chaque année est le Val-d'Oise (avec 36 TWh, soit 5 % de la consommation de produits pétroliers nationale), essentiellement dû à son activité aérienne, devant le Rhône (avec 25,5 TWh) et les Bouches-du-Rhône (avec 25,2 TWh). Ces 3 départements les plus consommateurs

concentrent 11 % de la consommation de produits pétroliers nationale. Les départements les plus sobres en pétrole sont le Territoire de Belfort (avec moins d'1 TWh), la Lozère (avec 1,4 TWh) et la Creuse (avec 1,7 TWh).

La voiture individuelle constitue le principal poste de consommation de pétrole en France, principalement en raison de l'utilisation de gazole routier et d'essence. En 2023, la consommation de carburants routiers s'élevait à environ 40 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep), soit 465 térawattheures (TWh)[10], représentant 60 % de la consommation de produits pétroliers en France.

Dans la suite de nos travaux, nous avons prévu d'élaborer sur le fret routier.

L'avion renchérit la dépendance au pétrole d'une poignée de territoires

Le transport aérien[11] est un facteur économique dont la répartition inégale sur le territoire français génère de fortes différences de consommation entre départements. 90 TWh/an en énergie[12], équivalant à environ 120 millions de km parcourus en voiture (3 016 tours de la terre), ou encore à un quart de la production nucléaire du pays, sont consommées dans les territoires où se trouvent les aéroports afin de remplir les réservoirs des appareils pour les vols au départ de la France.

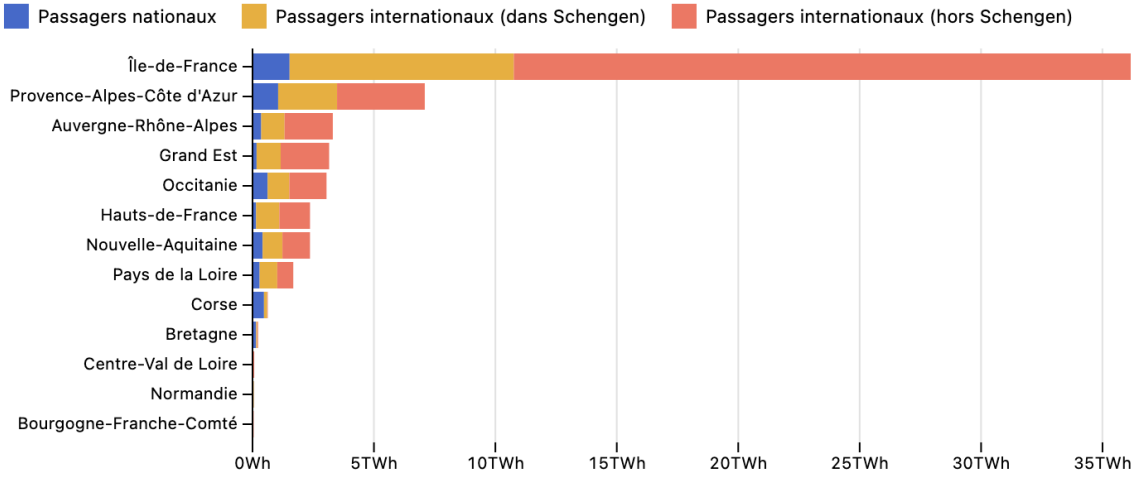
Le transport commercial de passagers représente 71 % de la consommation de carburant de l'aviation[13], dont 34 % servent à des déplacements pour des activités de loisirs, 18 % servent au trafic affinitaire (visites à la famille) et 19 % pour des déplacements professionnels[14], le transport de marchandise couvrant 17 % des consommations totales. 7 aéroports concentrent près de 80 % des fréquentations: Paris et sa proche couronne (53 % des fréquentations), Nice (7 %), Marseille (5,5 %), Lyon (5 %), Toulouse (3,8 %), Bordeaux (3,5 %)[15].

Rapport intermédiaire

[10] Biocarburants inclus, source: Pétrole | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024
[11] Ce secteur regroupe l'aviation commerciale de passagers, de fret, l'aviation militaire et l'aviation privée
[12] Le trafic aérien, un gouffre énergétique
[13] Décarbonation du secteur de l'aéronautique - Sénat
[14] Produit en croix à partir du rapport Décarbonation du secteur de l'aéronautique - Sénat et du rapport Pouvoir voler en 2050 - The Shift project (p17)
[15] Aéroports français : une reprise en bonne voie mais contrastée et portée par les compagnies low-costs

Quantité de pétrole consommée par l'aviation commerciale en 2023

Il s'agit d'une estimation de la consommation de kérosène en fonction de la fréquentation des aéroports et de la distance parcourue.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'Union des Aéroports Français (2024)

Les sites hôtes d'industrie pétrochimique sont aussi plus dépendants

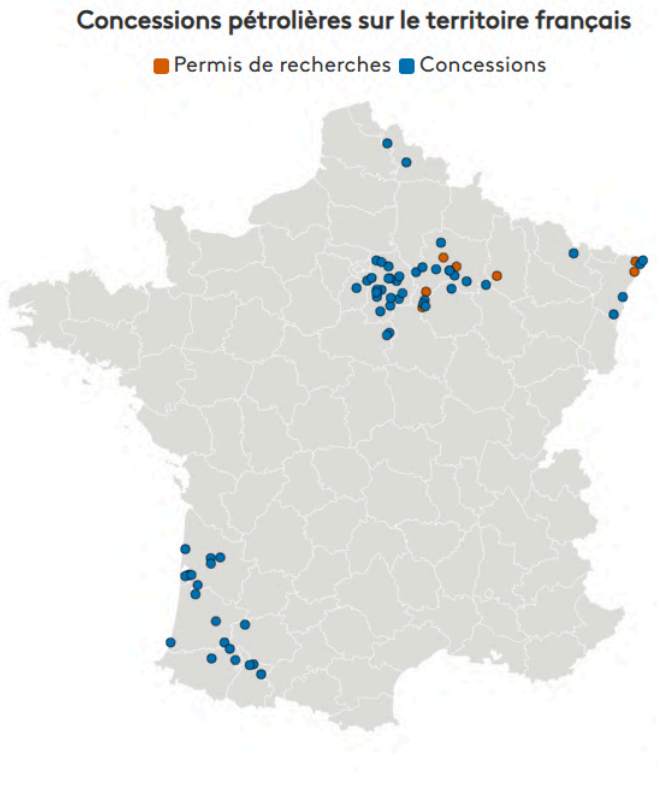
L'industrie pétrochimique, qui utilise des produits pétroliers comme matière première pour produire des composés chimiques ou des matériaux en plastique, est le deuxième facteur économique de différenciation. On distingue la pétrochimie dite de premier niveau réalisée dans les raffineries qui transforment les produits pétrolier en composants chimiques de base[16] de la pétrochimie de second niveau réalisée dans les usines dédiés, situées principalement près des ports (Fos-sur-Mer et Le Havre) ou dans des bassins industriels anciens bénéficiant de connexions logistiques fortes (pipeline, ferroviaire, etc.).

B. Un pétrole brut importé, des activités de raffinage très localisées, et des substituts liquides en fort développement

Un pétrole "made in France" ultra-localisé produisant moins de 1 % des besoins[17].

Rapport intermé

[16] désigne l'activité des unités (principalement des vapocraqueurs, voir glossaire) qui transforment des produits pétroliers, et exclut la transformation de produits chimiques issus de cette première transformation.
[17] INFOGRAPHIES. Pétrole : huit graphiques pour tout comprendre sur cette énergie fossile encore centrale en France



Source: France Info, d'après le Ministère de la Transition énergétique

Le pétrole n'est pas une ressource intégralement importée. En 1990, la France produisait près de 36 TWh de pétrole[18]. Aujourd'hui 64 concessions sont accordées par l'Etat à des compagnies pétrolières, pour extraire et produire localement du pétrole brut. La production est aujourd'hui très modeste : elle s'est élevée à 0,6 Mtep en 2023[19], ce qui permet de satisfaire près de 1 % de la consommation nationale. Leur superficie totale représente environ 4 000 km2. Pour l'essentiel, ces sites sont ultra localisés et se concentrent dans le Bassin parisien et en Aquitaine, et de façon marginale en Alsace[20]. La plupart de ces gisements ont été mis en production depuis 1980.

Les États-Unis, premier fournisseur de pétrole brut de France

La France a importé 46,5 Mtep de pétrole brut en 2023[21], correspondant à 540,80 TWh . Dans l'ordre, les principaux fournisseurs de la France en 2022 étaient : les États-Unis (15 %) ; le Kazakhstan (14 %) ; le Nigéria (10 %) ; l'Algérie (9 %) ; la Russie (5 %) ; l'Angola (4,5 %). Les quantités importées des États-Unis ont augmenté de 37 % en 2022, à 6,2 Mtep (le pays n'était que le 9e fournisseur de la France en 2018 mais était déjà monté au 2e rang en 2020)[22].

La France importe également des produits pétroliers raffinés, tels que le gazole, le fioul domestique, les supercarburants, le naphta et le GPL. En 2023, les importations totales de

[18] Conversion en TWh de 3,09 Mtep présent sur le graphique p55 de Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024 | Données et études statistiques
[19] Accueil | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024
[20] Sites d'extraction de pétrole en France
[21] Pétrole | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024
[22] D'où vient le pétrole brut importé en France

Rapport intermédiaire

produits raffinés se sont élevées à 38,7 Mtep, tandis que les exportations atteignaient 17,5 Mtep. Les principaux partenaires commerciaux pour les produits raffinés sont l'Union européenne (environ 47 % des importations et 52 % des exportations), la Corée du Sud, Inde, Chine, Malaisie (fournisseurs notables pour certains produits spécifiques, tels que le naphta et le GPL)[23].

Cette forte dépendance à l'égard d'importations extra-européennes soulève des enjeux de souveraineté énergétique, tant au niveau national que local, en exposant le pays aux aléas géopolitiques et aux ruptures d'approvisionnement. Elle accroît également la vulnérabilité de l'économie française face aux fluctuations du prix du pétrole sur les marchés mondiaux, rendant les coûts énergétiques plus imprévisibles pour les ménages, les entreprises et les collectivités.

Toute l'activité française de raffinage concentrée dans cinq départements

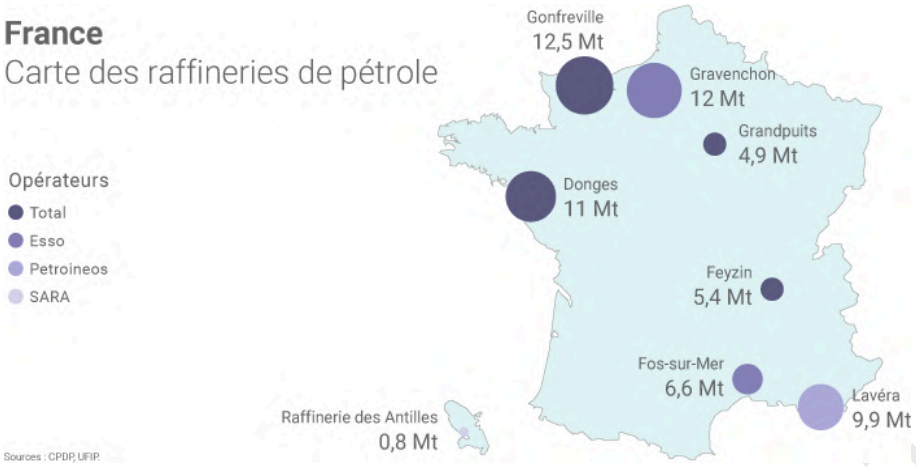
Maillon clés de la chaîne de valeur du pétrole, ce secteur permet la fabrication de carburants et combustibles à partir d'importations brutes. Il permet aussi la fabrication de produits non-énergétiques, notamment le naphta. La production de produits raffinés, nette de la consommation propre des raffineries, s'établit à 46 Mtep en 2023, soit 536 TWh[24]. 68 % de cette production est consommée sur le territoire, couvrant la moitié des besoins de la France. Le reste, 171 TWh, est exporté.

L'essentiel de l'activité de raffinage en France est regroupé dans seulement 5 départements: La Seine-Maritime (42 % de la capacité), les Bouches du Rhône (16,5 %), la Loire Atlantique (17 %), Le Rhône (9 %) et la Seine et Marne (5 %). Selon le Ministère de la Transition Écologique (MTE), en 2020, le raffinage de pétrole brut représente 7 000 emplois directs répartis sur 7 sites, et 30 000 emplois indirects, soit près de 1 % des emplois totaux de ces départements[25]. Le chiffre d'affaires de la société Total Energies Raffinage France, qui exploite 4 des 8 raffineries de pétrole en service, ainsi que la « bio-raffinerie » de la Mède (non mentionnée ici), a réalisé un chiffre d'affaires de 31 Mrds d'euros en 2022[26].

Du point de vue industriel, deux grands groupes dominent le secteur : TotalEnergies, qui possède la majorité des installations, et Esso-ExxonMobil. Cette forte concentration accentue les enjeux de dépendance stratégique et de continuité d'approvisionnement, notamment en cas de conflits sociaux ou de décisions de fermeture d'un site.

Rapport intermédiaire

[23] LE COMMERCE EXTÉRIEUR | CPDP
[24] Pétrole | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024
[25] Quelle évolution de l'emploi dans les secteurs des carburants liquides et gaz ? - Comprendre 2050
[26] Totalenergies Raffinage France



Concentration géographique et industriels des activités de raffinage[27]

Une demande croissante de substituts liquides

En France, la production de biocarburants liquides, substituts au pétrole, repose principalement sur deux filières : le bioéthanol et le biodiesel (ou biogazole).

Avec 12 Mhl (7,35 TWh) de **bioéthanol** carburant produit en 2022, la France est le premier producteur de l'UE, devant l'Allemagne (8 Mhl), et le 6ème producteur mondial, loin derrière les leaders que sont les États-Unis (582 Mhl) et le Brésil (284 Mhl)[28]. Cette production couvre 75 % de la consommation nationale, estimée à plus de 16 millions d'hectolitres (9,8 TWh)[2930].

La France se structure autour de grandes usines qui produisent la majorité de l'éthanol valorisé en carburant et dont la production moyenne s'élève à 1,8 million d'hectolitres (Mhl)[31]. 80 % de la production nationale se concentre auprès de 3 principaux industriels: Cristal Union (sites de Bazancourt dans la Marne, Arcis-sur-Aube et Buchères dans l'Aube), Tereos (sites de Lillers dans le Pas-de-Calais, Bucy-le-Long et Origny-Sainte-Benoîte dans l'Aisne, Artenay dans le Loiret, Lillebonne en Seine-Maritime, Nesle dans la Somme), et Vertex Bioénergie du Sud-Ouest (site de Lacq dans les Pyrénées-Atlantiques). La filière bioéthanol représente environ 4 000 emplois directs et 5 000 emplois indirects[32].

La production de **biodiesel** en France est quant à elle estimée à 13 TWh[33]. Cette production couvre moins de la moitié de la consommation nationale, estimée à plus de 28 TWh[34]. En 2017, environ 50 % des matières premières utilisées pour le biogazole (Colza, tournesol) consommé en France étaient d'origine nationale, le reste étant importé, notamment du colza d'Ukraine, de Malaisie, d'Allemagne ou d'Australie. La filière biodiesel emploie 12 000 personnes directement et 8 000 indirectement.

Rapport intermédiaire

---

[27] Raffineries de pétrole en France : combien y en a-t-il et où sont-elles situées
[28] BIOÉTHANOL - Fiche filière
[29] Biocarburants | Chiffres clés des énergies renouvelables 2024
[30] La progression du marché de l'essence tire la demande du bioéthanol.
[31] BIOÉTHANOL - Fiche filière
[32] Tout savoir sur les biocarburants | Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire
[33] 20,6 TWh de biocarburants produits selon le MTECT -7,35 TWh pour le bioéthanol, et 0,3 TWh pour le Biokérosène
[34] Biocarburants | Chiffres clés des énergies renouvelables 2024

La production de biocarburants soulève des enjeux importants de **conflits d'usage sur la biomasse agricole**. Le bioéthanol consommé en France est fabriqué à 39 % à partir de maïs, 21 % de blé et 6 % de betterave[35], tandis que le biodiesel est issu d'oléagineux tels que le colza, le soja ou l'huile de palme. En France, environ 60 % du bioéthanol est issu de betteraves et 40 % de maïs, tandis que le biodiesel consommé provient à 80 % du colza[36]. Environ 3 % de la surface agricole française est consacrée à la production de biocarburants (colza, betteraves sucrières, céréales...)[37], une proportion significative qui pourrait croître avec les objectifs de transition de certains secteurs.

Ce recours à la biomasse soulève un dilemme : comment développer durablement les biocarburants tout en assurant la production alimentaire nécessaire à la souveraineté alimentaire nationale voire à l'exportation ? En effet, l'utilisation des terres agricoles pour les biocarburants peut entrer en concurrence directe avec la production de denrées alimentaires, aggravant la pression sur les ressources, surtout en contexte de crise alimentaire ou de tensions géopolitiques.

C. Une interdépendance territoriale, requérant des systèmes d'approvisionnement et des structures de gouvernance

Marseille, Le Havre et Nantes-Saint-Nazaire assurent la totalité du trafic de pétrole brut

Parce qu'ils constituent la porte d'entrée de ces ressources sur notre territoire, les terminaux pétroliers et gaziers ont un rôle vital dans notre chaîne d'approvisionnement en hydrocarbures.

Le port de Marseille-Fos est le premier port français en volume total de marchandises, avec 77 millions de tonnes traitées en 2022[38]. Il est également un point d'entrée majeur pour le pétrole brut, avec 15,36 millions de tonnes importées en 2021. Le port est connecté par oléoducs aux raffineries du sud-est de la France, ainsi qu'à la Suisse et à l'Allemagne, via le réseau du pipeline sud-européen. **Le port du Havre,** via son terminal d'Antifer, est conçu pour accueillir les plus grands pétroliers mondiaux. Il est relié par oléoducs aux installations pétrolières de la région, notamment la raffinerie TotalEnergies de Gonfreville-l'Orcher. En 2016, le port du Havre a traité près de 40 % des importations françaises de pétrole brut[39]. **À Saint-Nazaire**, le port est étroitement lié à la raffinerie de Donges, l'une des plus importantes de France. En 2023, les importations de pétrole brut y ont atteint 6,6 millions de tonnes, en hausse de 33 % par rapport à l'année précédente[40]. Cette augmentation est principalement due à la reprise des activités de la raffinerie après un arrêt prolongé.

Rapport intermédiaire

---

[35] voir la vision production de bioéthanol dans le chapitre "Biomasse agricole" de ce rapport
[36] Biocarburants | Chiffres clés des énergies renouvelables 2024
[37] Tout savoir sur les biocarburants | Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire
[38] Port de Marseille : marchandises liquides à l'importation en France | Statista
[39] Le-Havre. Les bons chiffres du port du Havre
[40] Plus de pétrole et moins de charbon importés au port de Nantes Saint-Nazaire | Le Télégramme

L'ensemble du territoire français dépend ainsi de l'activité concentrée de ces trois ports pour son approvisionnement en pétrole brut, ce qui induit une vulnérabilité structurelle. En cas d'aléa technique, climatique ou géopolitique affectant l'un de ces terminaux, la continuité de l'approvisionnement énergétique national pourrait être remise en cause, avec des répercussions immédiates sur l'ensemble des secteurs économiques et des territoires.

Six oléoducs transportent 40 % du pétrole consommé[41]

Les réseaux d'oléoducs en France assurent le transport du pétrole brut et des produits raffinés entre les ports d'importation, les raffineries et les zones de consommation. Le maillage est structuré autour de grands axes stratégiques. Deux grands oléoducs transportent le brut : le SPSE (Fos-sur-Mer vers la raffinerie de Feyzin et la zone lyonnaise) et le TRAPIL, qui alimente notamment la région parisienne depuis Le Havre. Les produits raffinés circulent également via le réseau TRAPIL, qui relie les raffineries à des dépôts pétroliers dans tout le pays, en particulier vers le nord et l'est de la France. Ce maillage suit la géographie des raffineries, des ports pétroliers (Le Havre, Fos, Donges) et des grandes zones industrielles et urbaines. La présence historique de ces infrastructures s'explique par des impératifs logistiques, de sécurité d'approvisionnement et la centralisation des capacités de raffinage dans quelques pôles économiques majeurs[42][43][44].

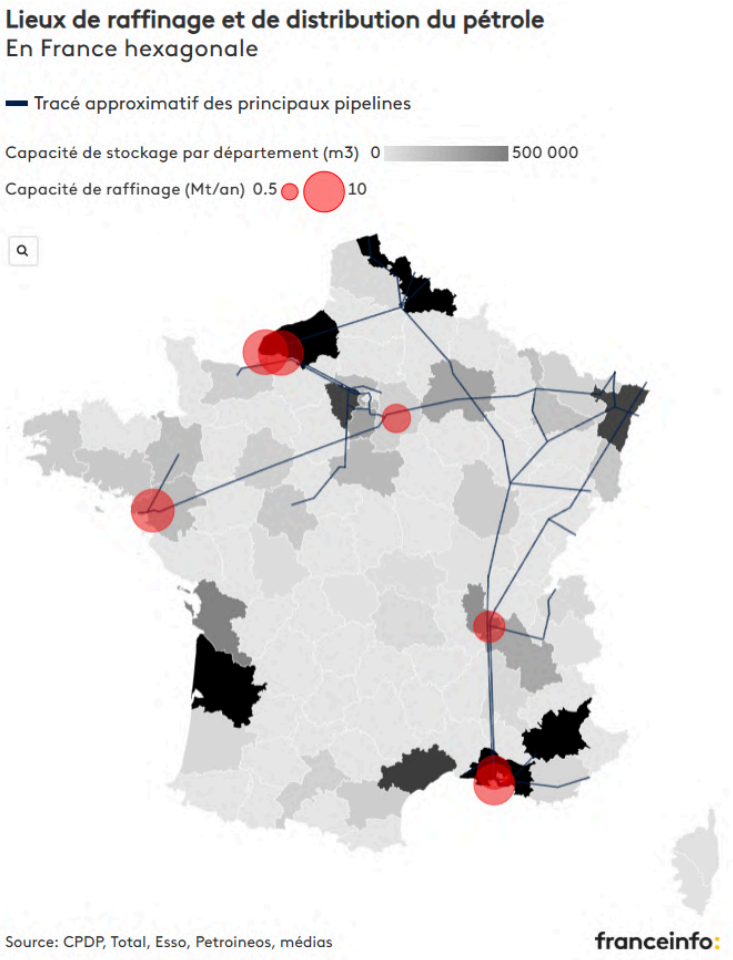
Ces oléoducs ne desservent donc qu'une partie limitée du territoire, laissant de nombreux départements sans accès direct à ce mode de transport. Dans ces zones, l'acheminement du pétrole et des produits raffinés repose exclusivement sur des modes plus flexibles mais plus coûteux et plus exposés aux perturbations logistiques, tels que le transport par camion, train ou voie fluviale.

Huit départements concentrent une large part des stocks pétroliers[45]

Le stockage peut se situer directement sur les lieux de production, au niveau des terminaux de chargement, au sein des raffineries ou encore sur les lieux de consommation. La constitution de stockages stratégiques est une obligation des membres de l'OCDE. 8 départements seulement ont des capacités de stockage supérieur ou égal à 500 000 m3 (équivalent au plein de 50L de 10M de véhicules): la Seine-Maritime (76) — avec la raffinerie de Gonfreville-l'Orcher (Le Havre) les Bouches-du-Rhône (13) — avec le complexe industriel de Fos-sur-Mer, la Loire-Atlantique (44) — avec la raffinerie de Donges, la Gironde (33) — à Ambès pour stocker le fruit des activités d'extraction concentrées dans la région, La Moselle (57) — proche de la plateforme de Reichstett (désaffectée mais stockage actif, et sur laquelle les élus locaux refusent le stockage de GNL), le Nord (59) — zone logistique importante avec présence de stockage, les Landes (40) — site de stockage stratégique souterrain, et les Alpes de hautes Provence lié au réseau SPSE.

Rapport intermédiaire

[41] 24 Mtep (17 - Les infrastructures pétrolières) divisé par 61 Mtep (Pétrole | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024)
[42] *Présentation - Réseaux de pipelines - Actionnariat - Direction*
[43] *Réseaux oléoducs | Ministère des Armées*
[44] rapport - annuel 2023
[45] géolocalisation sites pétroliers France



Source (France info)

Un maillage de stations-service à réinventer face aux nouvelles mobilités

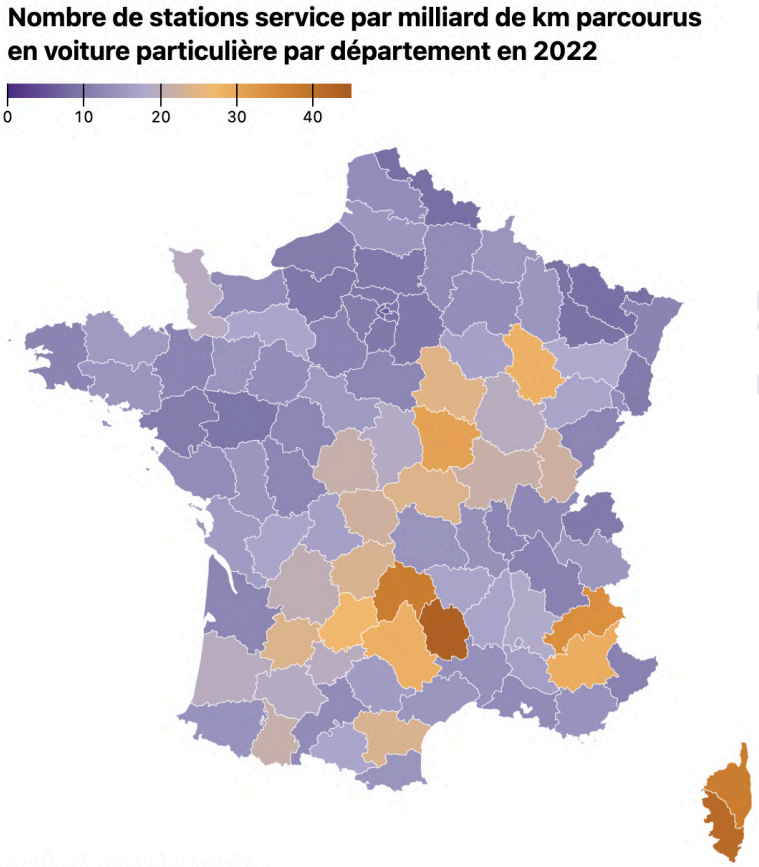
En 1980, la France comptait plus de 40 000 stations-service, contre environ 11 000 aujourd'hui. La fermeture progressive des stations-service en France touche particulièrement les zones rurales et périurbaines, où le maillage du territoire s'amenuise[46]. En 2023, 122 stations-service traditionnelles ont cessé leur activité, portant à 234 le nombre total de fermetures sur les quatre dernières années. À Paris, le nombre de stations-service a été divisé par six entre 1995 et 2023, passant de 280 à 47[47], en raison de contraintes réglementaires, de projets d'aménagement urbain et de la concurrence des grandes surfaces. Ce constat est à mettre au regard du nombre croissant de stations d'avitaillement et de point de charge pour les véhicules électriques: le nombre de points de charges ouverts au public est passé de 8 600 en 2014 à 163 000 en 2025[48], soit une multiplication par près de 19.

Certaines régions sont plus affectées que d'autres

Le maillage actuel des stations-service en France présente des différences du point de vue des milliards de kilomètres parcourus sur chaque territoire, soulignant un relatif

[46] Carburants : les fermetures de stations-service se multiplient
[47] Pourquoi les stations-service disparaissent-elles peu à peu dans Paris
[48] Baromètre national des infrastructures de recharge ouvertes au public, Avril 2025

désajustement entre la répartition actuelle et les besoins réels en carburant. La transformation des mobilités – notamment l'électrification croissante dans les zones peu denses et le report modal dans les zones urbaines – entraînera une recomposition profonde de la géographie des besoins en stations d'avitaillement, ainsi qu'un changement de typologie des infrastructures (du pétrole vers l'électricité).



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et des données sur le prix du carburant localisé (SDES, 2025)

Dans ce contexte, il devient crucial d'étudier la reconversion de ces stations, non seulement en points de recharge pour véhicules électriques — en lien avec les besoins réels d'équipement — mais aussi en lieux multi-services utiles à la mobilité, à la logistique locale ou à d'autres usages territoriaux. Ceci afin d'évaluer les alternatives à la fermeture pure et simple, en prenant en compte les besoins des habitants et des territoires moins bien desservis.

Une gouvernance principalement nationale et étatique

La concentration des infrastructures pétrolières dans quelques ports et départements crée une interdépendance forte entre les territoires qui importent, ceux qui raffinent, ceux qui stockent, et ceux qui consomment. Dans ce contexte, des structures de gouvernance communes sont indispensables pour anticiper et gérer les risques logistiques, économiques et géopolitiques.

La gestion des interdépendances territoriales repose sur des dispositifs étatiques structurés. Le Ministère de la Transition Écologique coordonne la politique énergétique et fixe les obligations de stockage stratégique en lien avec les engagements de la France auprès de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE). Le Comité Professionnel du Pétrole (CPDP), mandaté par l'État, gère ces stocks stratégiques pour le compte des opérateurs, en veillant à la bonne couverture des zones vulnérables.

À l'échelle locale, les préfectures sont également mobilisées dans les situations de crise, notamment pour activer des plans de réquisition ou de restriction temporaire d'usage des carburants. En cas de rupture d'approvisionnement, les zones prioritaires (hôpitaux, armées, services de secours) sont ainsi définies en concertation entre l'État central et les autorités locales. Le maillage interrégional des oléoducs nécessite aussi une coordination publique entre les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), notamment pour les questions de sécurité et d'aménagement du territoire.

L'entreprise TRAPIL[49], par exemple, coordonne le fonctionnement et les opérations à l'échelle interrégionale d'un vaste réseau d'oléoducs reliant ports, raffineries et dépôts. De son côté, l'UFIP (anciennement Union Française des Industries Pétrolières) joue un rôle de dialogue entre industriels, pouvoirs publics et territoires pour harmoniser les politiques d'approvisionnement, de stockage et de sécurité.

Rapport intermédiaire

[49] https://www.trapil.com/

II. Des risques croissants de tensions liés à la sortie du pétrole à l'horizon 2050

A. Historiquement, des tensions sur la ressource pétrolière aux origines nationales ou internationales et aux conséquences bien locales

Les tensions sur la ressource pétrolière résultent de facteurs multiples et de natures variées, combinant des éléments géopolitiques, économiques, sociaux et logistiques. Elles peuvent être déclenchées par des tensions internationales, comme l'embargo de 1973, ou par la spéculation financière, comme en 2008. Des déséquilibres entre l'offre et la demande, illustrés après la pandémie de COVID-19, ou encore des perturbations internes, comme les grèves de raffineries en 2022, peuvent également provoquer des pénuries ou une flambée des prix. Par ailleurs, des décisions fiscales liées à la transition écologique, comme en 2018 avec la crise des Gilets Jaunes, ou des chocs économiques globaux, tels que la pandémie de 2020, soulignent la vulnérabilité structurelle du marché pétrolier face à des événements exogènes ou endogènes.

Tensions géopolitiques : la crise pétrolière de 1973

L'un des facteurs les plus fréquents des crises pétrolières reste la tension géopolitique. La crise de 1973 constitue un exemple historique majeur. En octobre de cette année-là, suite à la guerre du Kippour opposant Israël à l'Égypte et la Syrie, les pays arabes membres de l'OPEP décident d'utiliser le pétrole comme une arme politique. Ils imposent un embargo sur les livraisons de brut aux pays occidentaux qui soutiennent Israël, dont les États-Unis et plusieurs pays européens, dont la France. Le prix du baril de pétrole passe alors de 3 dollars à près de 12 dollars en quelques mois, soit une multiplication par quatre.

En France, cette crise entraîne des mesures d'urgence comme **la réduction de l'éclairage public**, la mise en place de **dimanches sans voiture**, et l'instauration d'une **limitation de vitesse à 120 km/h sur autoroute**. Elle pousse également l'État à réorienter sa stratégie énergétique vers la poursuite d'une forme d'indépendance, notamment avec le lancement massif du programme nucléaire civil dans les années suivantes.

Spéculation sur les marchés : l'envolée de 2008

La spéculation sur les marchés financiers représente un autre facteur clé dans l'évolution du prix du pétrole. En 2008, avant même l'éclatement complet de la crise financière mondiale, le prix du baril de pétrole atteint un record historique : 147 dollars en juillet. Cette hausse fulgurante est largement alimentée par des mouvements spéculatifs sur les marchés à terme du pétrole brut, où les investisseurs anticipent une pénurie future.

En France, les répercussions sont immédiates. Le litre d'essence sans plomb 95 dépasse 1,50 euro à la pompe, un niveau inédit à l'époque. Ce choc provoque une **vive contestation parmi les professions les plus dépendantes du carburant**, comme les marins-pêcheurs, les transporteurs routiers ou encore les agriculteurs. Des opérations escargot, blocages de

Rapport intermédiaire

dépôts pétroliers et manifestations éclatent dans plusieurs régions. Ce contexte relance le débat sur la taxation des carburants et la régulation des marchés de l'énergie, sans pour autant aboutir à des réformes structurelles durables.

Déséquilibre offre/demande : la crise post-COVID (2021-2022)

Un autre facteur déterminant dans les crises pétrolières est le déséquilibre entre l'offre et la demande. Ce phénomène s'est illustré de manière frappante à la sortie de la pandémie de COVID-19. En 2021-2022, alors que les économies redémarrent rapidement après les confinements, la demande mondiale de pétrole repart en flèche. Pourtant, l'offre reste contrainte : les pays de l'OPEP+, malgré des pressions internationales, maintiennent des quotas de production restreints.

Le résultat est une flambée des prix : le baril atteint 85 dollars à l'automne 2021, puis dépasse les 120 dollars début 2022, notamment avec l'invasion de l'Ukraine par la Russie. **En France, le litre de gazole frôle les 2,10 euros** dans certaines stations au printemps 2022. Pour limiter l'impact sur le pouvoir d'achat, le gouvernement met en place une **remise de 15 à 30 centimes par litre à la pompe**, ainsi qu'une **indemnité inflation de 100 euros pour les ménages les plus modestes**.

Perturbations logistiques internes : les grèves de 2022

Parfois, les crises pétrolières ne sont pas provoquées par des facteurs internationaux, mais par des enjeux nationaux. C'est le cas en octobre 2022, lorsque plusieurs raffineries françaises (notamment celles de TotalEnergies et Esso-ExxonMobil) entrent en grève. Les revendications portent sur des hausses de salaires, dans un contexte d'inflation croissante et de bénéfices record pour les groupes pétroliers. La grève entraîne la paralysie de six des sept raffineries françaises, ce qui bloque plus de 30 % de la capacité nationale de raffinage.

En Île-de-France, dans les Hauts-de-France et dans le sud-est, plus de 40 % des stations-service se retrouvent en rupture partielle ou totale de carburant. Des files d'attente de plusieurs heures se forment, alimentées par la panique des automobilistes. L'État intervient en réquisitionnant du personnel pour rétablir la distribution dans les dépôts stratégiques.

Fiscalité et transition énergétique : la crise des Gilets Jaunes

Les politiques environnementales, lorsqu'elles touchent à la fiscalité sur les carburants, peuvent aussi générer des crises pétrolières à caractère social. En 2018, le gouvernement français annonce une hausse progressive de la taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques (TICPE), en particulier sur le diesel.

Cette mesure s'inscrit dans une logique de transition écologique, mais elle est perçue par de nombreux Français comme une injustice, notamment dans les zones rurales où l'usage de la voiture est incontournable. Le 17 novembre 2018, le mouvement des Gilets Jaunes naît en réaction à cette hausse des prix à la pompe, qui atteint localement jusqu'à 1,60 euro par litre. Le mouvement se généralise en quelques semaines à travers tout le pays, avec des blocages de routes, de ronds-points, et des manifestations hebdomadaires. Face à cette mobilisation sans précédent, le gouvernement recule et suspend la hausse de la taxe carbone, puis l'annule définitivement.

Rapport intermédiaire

B. Des risques croissants selon l'évolution des consommations de la ressource

Les scénarios prospectifs prévoient tous une réduction drastique de la consommation de pétrole d'ici 2050 par rapport à aujourd'hui. Les projections chiffrées varient toutefois selon les scénarios.

Dans les **scénarios Transition(s) 2050 de l'ADEME**, la consommation totale de "Produits pétroliers" (énergétique + non-énergétique) en 2050 se situerait entre 36 TWh (S1) et 126 TWh (S4), avec le secteur des transports et les usages non énergétiques industriels étant les principaux postes de consommation restants.

Le scénario négaWatt 2022 vise une consommation énergétique de pétrole quasi nulle en 2050, avec un reliquat d'énergies fossiles (45 TWh au total) utilisé majoritairement comme matières premières dans l'industrie.

Les Scénarios Futurs énergétiques 2050 (RTE) ne fournissent pas de projections détaillées de la consommation de pétrole par secteur spécifique en 2050 pour la trajectoire de référence ou les différentes variantes des Futurs énergétiques 2050, au-delà de l'indication générale de la transition hors des énergies fossiles.

Enfin dans **le scénario du Plan de transformation de l'économie française (PTEF)**, l'objectif de se passer complètement d'énergie fossile n'est pas atteint, malgré les efforts très conséquents de sobriété, d'efficacité organisationnelle, d'amélioration technologique et d'électrification qu'embarquent les propositions du PTEF. La consommation de pétrole résiduelle est évaluée à environ 116 TWh.

Un risque probable d'une dépendance persistante au pétrole

Malgré les efforts de transition énergétique actuels, plusieurs signaux plus ou moins faibles montrent que notre mode de vie reste profondément ancré dans un modèle pétro-dépendant. Dans le domaine de la mobilité, les ventes de véhicules thermiques restent majoritaires[50] dans de nombreuses régions, et les alternatives électriques peinent à percer dans les zones rurales ou à faibles revenus.

Le télétravail n'a pas supprimé les déplacements professionnels, et les loisirs motorisés (voyages en avion, vacances en voiture) demeurent fortement liés à l'usage d'énergies fossiles. Du côté du transport de marchandises, les chaînes logistiques mondiales reposent encore massivement sur le fret routier et maritime fonctionnant au gasoil ou au fioul lourd. Enfin, la pétrochimie, indispensable à la fabrication du plastique, des textiles synthétiques, des engrais et de nombreux produits industriels, reste difficile à décarboner. La consommation de plastique ne diminue pas, en dépit des campagnes de réduction.

Ces éléments suggèrent que sans changement structurel profond et rapide, notre économie continuera à nécessiter du pétrole, exposant les entreprises, les services publics et les ménages à des chocs d'approvisionnement ou de prix, dont l'intensité demeurera incertaine, avec des effets potentiellement déstabilisateurs. Quels sont les territoires les plus exposés à ces risques ? Quels sont les plus vulnérables ?

[50] part de marché du BEV autour de 20 %, 3 % du parc roulant est BEV à date (LPE)

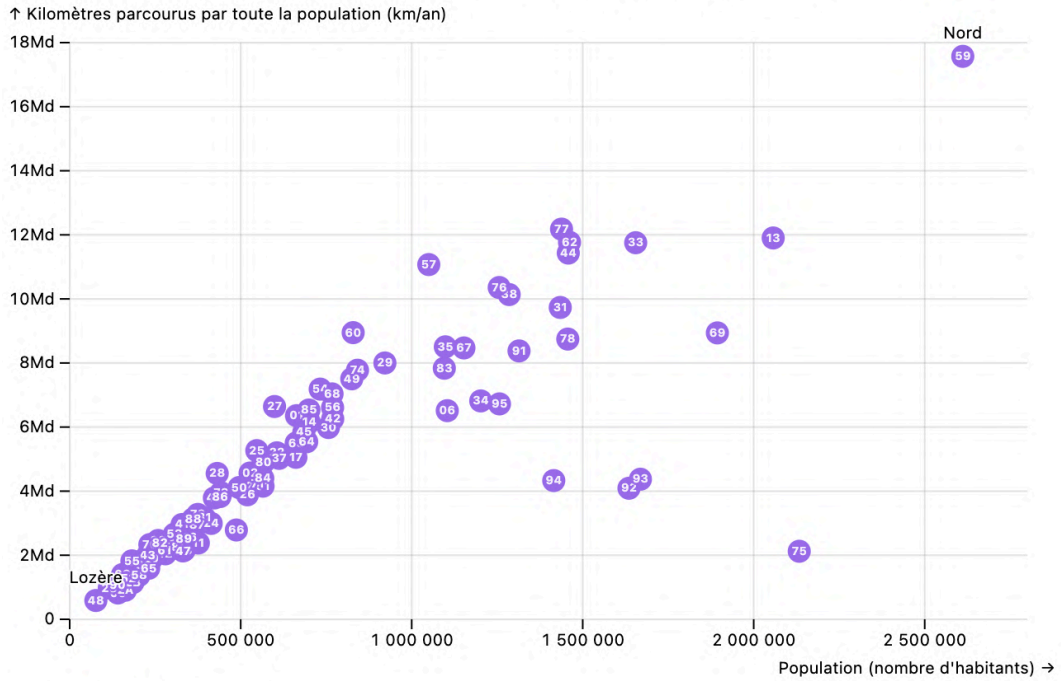
Rapport intermédiaire

Des risques d'une dépendance persistante au pétrole pour les mobilités

Une forte dépendance pour la mobilité quotidienne en voiture individuelle, reflet de la structure démographique et urbaine des territoires

La dépendance d'un département aux carburants fossiles liquides est au premier ordre, pour plus de 75 % des départements, facteur de sa démographie. Jusqu'à un million d'habitants dans le département, plus il y a d'habitants sur le territoire, plus le nombre de kilomètres parcourus en voiture, et donc la demande de pétrole, est forte.

Mobilité quotidienne en voiture individuelle par département en 2020



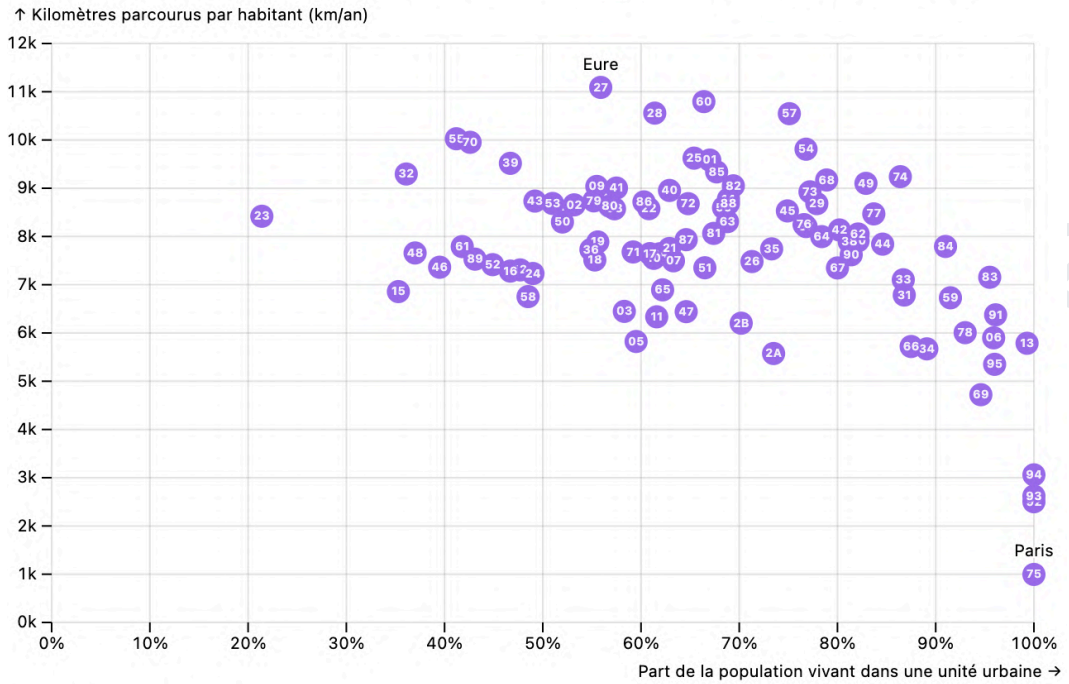
Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

Au second ordre, le niveau d'urbanisation d'un territoire influe sur le nombre de kilomètres parcourus, et donc la consommation de pétrole. Cela s'explique notamment par des distances quotidiennes plus courtes à parcourir, une accessibilité plus grande aux services de proximité, ainsi qu'un réseau de transports en commun souvent mieux développé. Cela concerne Paris (75), la petite couronne parisienne (92, 93, 94, et dans une moindre mesure le 95, 78, ou 91), et dans une moindre mesure l'Hérault 34, les Alpes Maritimes (06) ou le Rhône (69). A l'inverse, ce sont les territoires périurbains qui enregistrent les niveaux de consommation de pétrole par habitant les plus élevés. Ces zones, situées en périphérie des villes, combinent des distances importantes entre le domicile, le travail et les services, avec une offre de transports collectifs plus limitée. Cela rend les habitants fortement dépendants de la voiture individuelle.

Fait intéressant : les territoires ruraux, bien que faiblement urbanisés, consomment en moyenne moins de carburant par habitant que les zones périurbaines. Cela peut s'expliquer par une moindre fréquence de déplacements, une organisation différente des modes de vie,

et parfois une forme de sobriété contrainte liée à des revenus plus modestes[51] ou à un vieillissement de la population[52].

Mobilité quotidienne en voiture individuelle par département en 2020



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

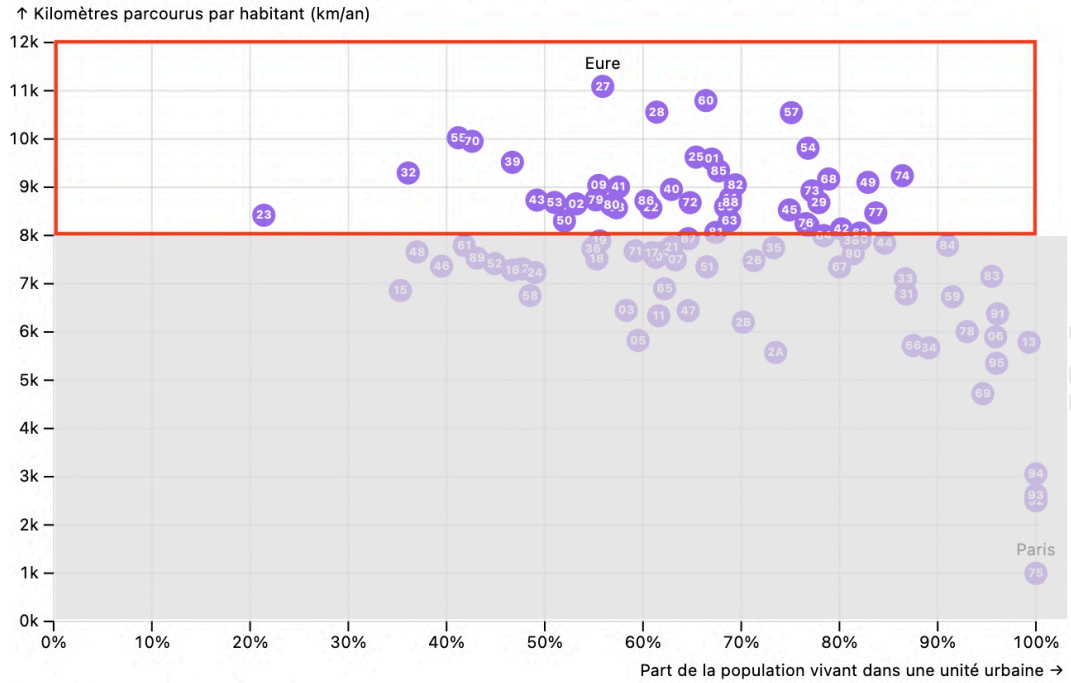
Vulnérabilités face à une décrue anticipée ou brutale des approvisionnements

Une décrue brutale du pétrole entraînerait, pour les particuliers, des restrictions de mobilité, une augmentation du coût du carburant et un risque d'isolement accru, notamment en zones rurales Les territoires français seraient inégalement touchés, révélant et amplifiant des vulnérabilités déjà existantes.

Rapport Int

[51] Les inégalités de revenus Fiche d'analyse de l'Observatoire des territoires 2017, p5
[52] Unités urbaines − La France et ses territoires | Insee

Mobilité quotidienne en voiture individuelle par département en 2020



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

Les territoires fortement dépendants de la mobilité individuelle, notamment les zones rurales et périurbaines peu desservies par les transports en commun, subiraient de plein fouet cette rupture. Les agglomérations périphériques, où le mode de vie repose fortement sur l'automobile pour accéder à l'emploi, aux services et aux loisirs, verraient leur résilience sociale et économique remise en question. Dans les grandes villes, même si l'offre de transports alternatifs est plus abondante, une crise pétrolière entraînerait une saturation accrue des infrastructures ferroviaires, cyclables et des transports en commun.

Par ailleurs, les départements français les moins dotés en stock de pétrole seraient objectivement plus vulnérables en cas de crise d'approvisionnement. D'une part, ils dépendent entièrement de livraisons régulières via trains ou camions-citernes. En cas de rupture d'approvisionnement, les stations-service locales pourraient être plus rapidement à sec. En cas de perturbation (grèves, guerre, cyberattaque, embargo), les délais de réapprovisionnement peuvent s'allonger du fait de chaînes logistiques plus longues. Enfin lors d'une crise, l'État pourrait privilégier les zones à forte population, les sites industriels ou militaires, les hôpitaux et les centres logistiques. Les départements peu peuplés ou non stratégiques seraient alors servis en dernier, voire temporairement coupés.

Que se passerait-il pour les entreprises ou sur les territoires si le prix de l'essence passait à 3€ le litre ?

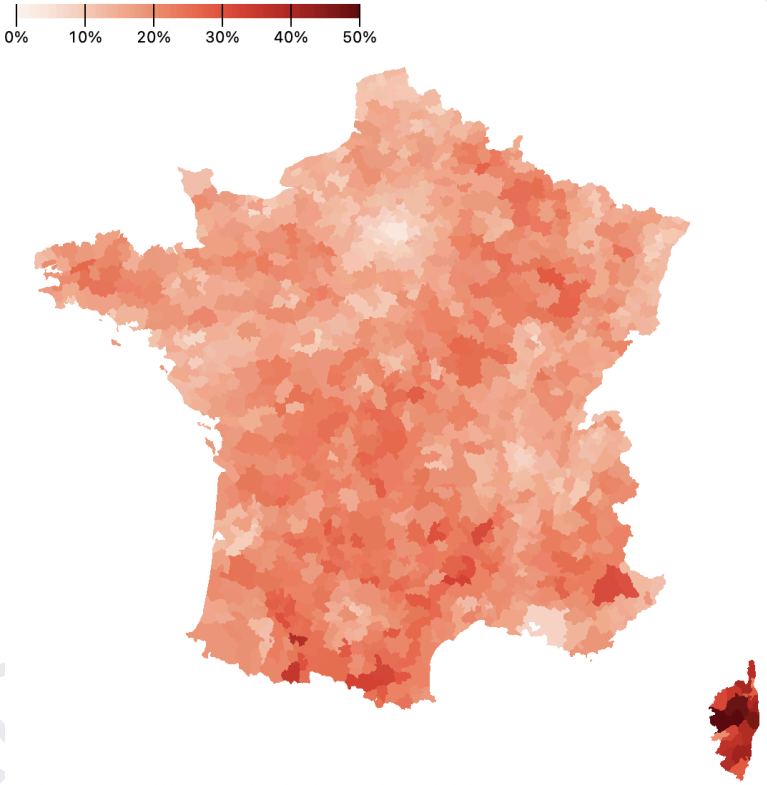
Si, dans un autre scénario, le prix de l'essence atteignait brutalement 3 € le litre, les effets seraient similaires, mais s'inscriraient davantage dans une dynamique de "rationnement par le prix". Côté entreprises , celles dont l'activité repose sur la logistique, le transport routier ou les déplacements fréquents seraient particulièrement fragilisées. Les coûts d'exploitation augmenteraient fortement, risquant de conduire à des difficultés économiques dans les

secteurs du transport, du tourisme, du commerce de proximité voire de l'agriculture. Localement, cette inflation énergétique pourrait provoquer un effet domino : augmentation des prix des produits alimentaires et manufacturés, baisse du pouvoir d'achat, contraction de l'activité économique.

Les métropoles bien desservies par des infrastructures de transport collectif pourraient amortir partiellement l'impact pour les ménages et les entreprises. En revanche, dans les espaces périurbains, ruraux et les petites villes, où la dépendance à la voiture reste structurelle, et où la précarité énergétique carburant est la plus importante (voir carte ci-dessous), la hausse du carburant induirait un isolement accru, voire une perte d'attractivité économique et/ou des tensions sociales.

Part des ménages en précarité énergétique mobilité quotidienne en voiture par EPCI en 2021

Ce sont les ménages dont les dépenses de carburant sont supérieures à 4,5% de leurs revenus et qui appartiennent aux 30% des ménages français ayant les revenus les plus faibles.



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : ONPE (2025)

Dans ce scénario, les ménages les plus modestes étant contraints de réduire drastiquement leurs déplacements et, par là-même, leur accès à l'emploi ou aux soins, ce qui conduirait à un risque d'accentuation des inégalités territoriales.

Quelle capacité pour se libérer localement de la dépendance au pétrole ?

Report modal de la voiture thermique vers les mobilités actives et collectives

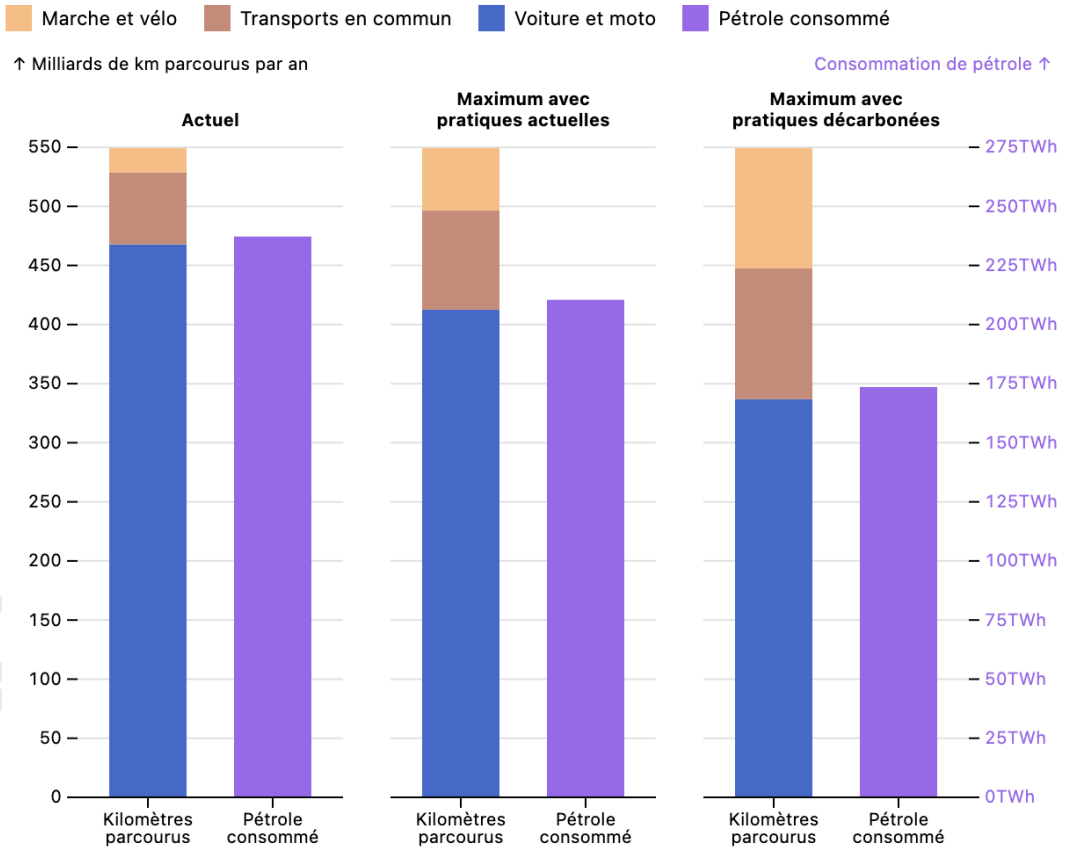
Tous les trajets effectués aujourd'hui avec une voiture individuelle ne pourront faire l'objet d'un report modal vers des transports en commun ou les mobilités actives d'ici à 2050.

Un premier scénario pourrait consister à prendre comme hypothèses que l'ensemble des trajets inférieurs à 5 km seront effectués via des mobilités actives, et que ceux compris entre 5 et 12 km seront effectués en transports en commun. Dans ce premier scénario, on estime alors la baisse totale à 12 % des km parcourus en voiture individuelle[53]. Cela représente une économie de de carburant d'environ 28 TWh, soit 6,1 Mt CO_2 eq, contribuant à 4,5 % des objectifs de décarbonation du Transport.

Un deuxième scénario plus optimiste pourrait consister à prendre comme hypothèses que l'ensemble des trajets inférieurs à 10 km seront effectués via des mobilités actives, et que ceux compris entre 10 et 50 km seront effectués en transports en commun dans les zones urbaines uniquement. Dans ce second scénario, on estime alors la baisse totale à 28 % des km parcourus en voiture individuelle. Cela représente une économie de de carburant d'environ 66 TWh, soit 14,2 Mt CO_2 eq, contribuant à 11 % des objectifs de décarbonation du Transport[54].

Mobilité quotidienne en voiture individuelle et capacité de report

On considère pour les pratiques actuelles que les trajets de moins de 5km pourraient être effectués en vélo et ceux de moins de 12km en transports en commun en zone urbaine. Avec un objectif de décarbonation fort, que les trajets de moins de 10km pourraient être effectués en vélo et ceux de moins de 50km en transports en commun en zone urbaine.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019) et de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019)

[53] pour les trajets du quotidien (soit uniquement des trajets de moins de 80km) uniquement
[54] Objectif SNBC - 133 MtCO2eq entre 2017 et 2050

Une capacité principalement située dans les zones urbaines ou périurbaines

Les gisements principaux des kilomètres parcourus pouvant faire l'objet d'un report modal se situent dans les zones urbaines et périurbaines. Dans le scénario #1 généralisant les pratiques actuelles, Toulouse Métropole arrive en tête avec 50 % de capacité de report modal des trajets de moins de 80km, devant Orléans Métropole et Bordeaux Métropole. Certains EPCI urbains comme la Métropole du Grand Paris ou l'Eurométropole de Strasbourg, respectivement 37 % et 35 %, ont une capacité moindre car une partie des trajets entre 0 et 12 kms est déjà effectuée via des modes de transports décarbonés ou collectifs (respectivement 53 % et 35 %).

Part des kilomètres roulés en voiture pouvant être reportés vers le vélo ou les transports en commun avec nos pratiques actuelles par EPCI en 2020

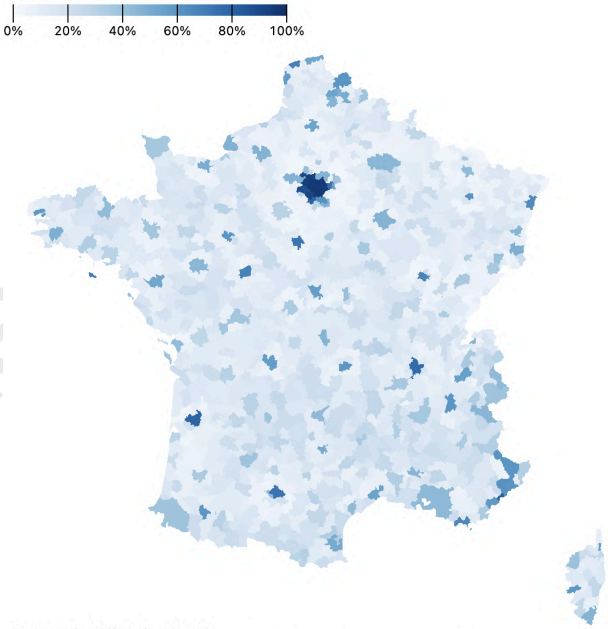
On considère que les trajets de moins de 5km pourraient être effectués en vélo et ceux de moins de 12km en transports en commun en zone urbaine.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

Part des kilomètres roulés en voiture pouvant être reportés vers le vélo ou les transports en commun avec des pratiques décarbonées par EPCI en 2020

On considère que les trajets de moins de 10km pourraient être effectués en vélo et ceux de moins de 50km en transports en commun en zone urbaine.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

Dans le scénario #2 généralisant des pratiques décarbonées, la Métropole du Grand Paris arrive en tête avec 96 % de capacité de report modal des trajets de moins de 80km, au même niveau que la CA Val d'Yerres Val de Seine ou la CA Val Parisis.

Ces cartes suggèrent la pertinence de territorialiser la mise en œuvre des transformations, non pour en relativiser l'universalité, mais afin d'ajuster le déploiement et l'intensité des leviers d'action en fonction des dynamiques locales. Les territoires urbains devront ainsi privilégier un transfert massif des déplacements en voiture vers les transports collectifs et les modes de mobilité active, tandis que les territoires moins denses, voire ruraux, doivent orienter leurs efforts vers d'autres leviers de décarbonation des mobilités quotidiennes, tels que l'électrification et l'allègement du parc de voitures individuelles.

Passage de la voiture thermique à la voiture électrique sobre

Il s'agit ici d'étudier les facteurs territoriaux qui permettraient de diminuer autant que possible la part modale des véhicules thermiques, au sein du segment « voitures individuelles », via l'essor du véhicule électrique à batterie qui soit aussi sobre que possible.

En reprenant nos deux scénarios précédents, on peut tenter d'approcher un potentiel de trajets résiduels pour la mobilité quotidienne en voiture individuelle qui peuvent être électrifiés (c'est-à-dire qui peuvent être effectués avec un véhicule électrique plutôt qu'un véhicule thermique).

Dans le premier scénario, nous reprenons les hypothèses du premier scénario précédent (report modal jusqu'à 12 km) et proposons en plus que 90 % des trajets de moins de 80km, c'est à dire les trajets du quotidien, soient effectués en véhicules électriques[55]. Dans ce premier scénario, on estime alors une économie de carburant due à cette électrification d'environ 188 TWh, soit 40 Mt CO_2 eq et contribuant à 30 % des objectifs de décarbonation du Transport.

Dans le second scénario, nous reprenons les hypothèses du second scénario précédent (report modal jusqu'à 50 km) et proposons en plus que 90 % des trajets de moins de 80km soient effectués en véhicules électriques. Dans ce second scénario, on estime alors une économie de carburant due à cette électrification d'environ 153 TWh, soit 33 Mt CO_2 eq, contribuant à 25 % des objectifs de décarbonation du Transport[56].

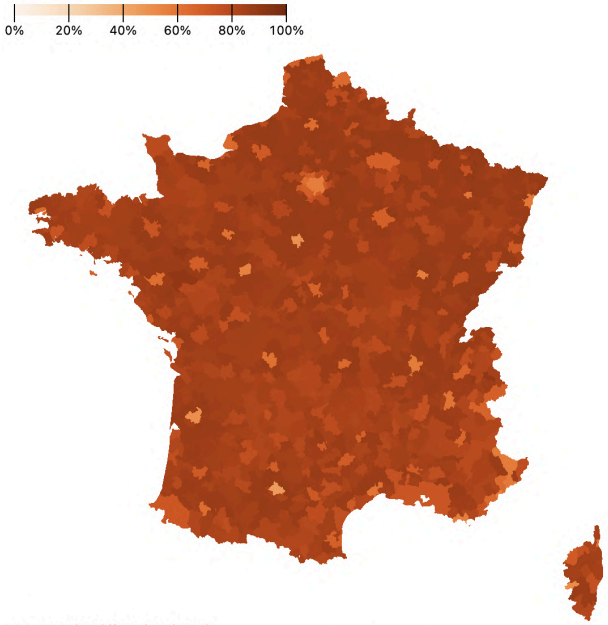
Rapport intermédiaire

[55] Hypothèse: horizon 2050, 2035 ventes des derniers véhicules thermiques en, 20 ans durée de vie d'une voiture

[56] Objectif SNBC - 133 MtCO2eq entre 2017 et 2050

Part des kilomètres roulés en voiture électrifiables après avoir fait un maximum de report modal avec nos pratiques actuelles par EPCI en 2020

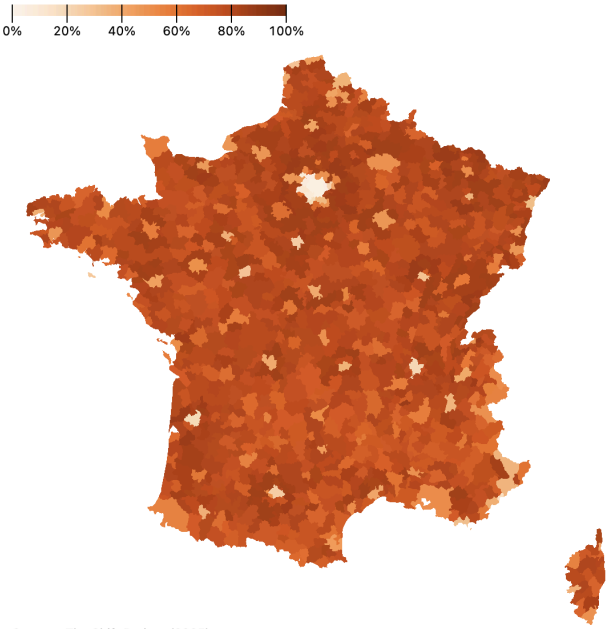
Si tous les trajets de moins de 5km étaient effectués en vélo et ceux de moins de 12km en zone urbaine étaient effectués en transports en commun, puis qu'on électrifiait 90% des autres trajets de moins de 80km.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

Part des kilomètres roulés en voiture électrifiables après avoir fait un maximum de report modal avec des pratiques décarbonées par EPCI en 2020

Si tous les trajets de moins de 10km étaient effectués en vélo et ceux de moins de 50km en zone urbaine étaient effectués en transports en commun, puis qu'on électrifiait 90% des autres trajets de moins de 80km.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

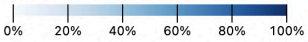
Quand l'électrification automobile progresse là où la dépendance à la voiture est moindre

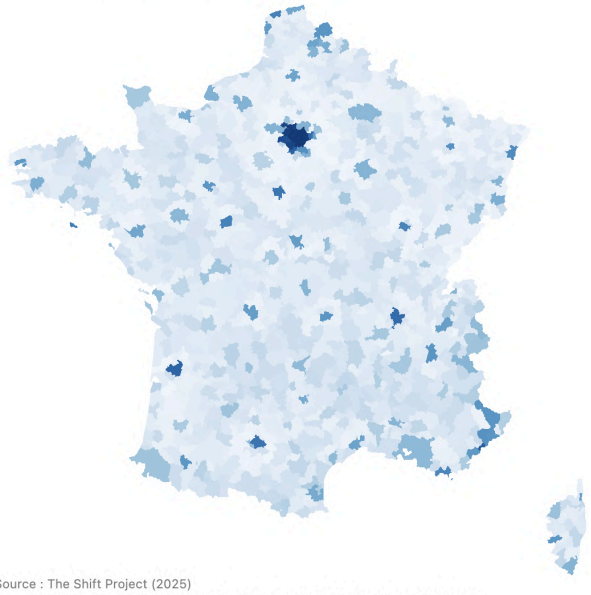
En comparant la carte précédente sur la capacité de report modale par EPCI avec les données sur les taux de voitures électriques par EPCI du SDES, on observe que le taux d'électrification des véhicules est souvent plus élevé (EPCI aux oranges les plus foncés) dans les territoires où la capacité de report modal (EPCI aux bleus les plus foncés) de la voiture au profit des transports en commun ou des mobilités actives, comme le vélo, est la plus importante. À l'inverse, les territoires disposant d'une moindre capacité de report modal vers ces alternatives sont ceux qui accusent le plus de retard en matière d'électrification du parc automobile.

Rapport inte

Part des kilomètres roulés en voiture pouvant être reportés vers le vélo ou les transports en commun avec des pratiques décarbonées par EPCI en 2020

On considère que les trajets de moins de 10km pourraient être effectués en vélo et ceux de moins de 50km en transports en commun en zone urbaine.

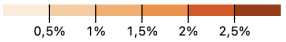


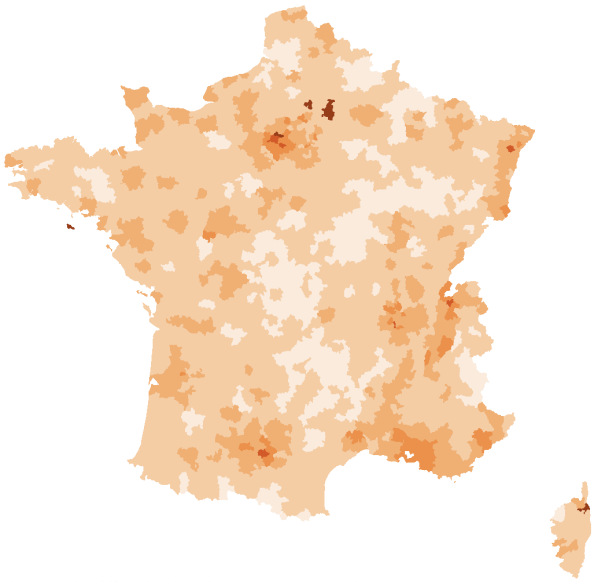


Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

Part des voitures électriques par EPCI en 2022

C'est la part des voitures électriques dans le parc de voitures immatriculées localement.





Traitement : The Shift Project (2025) – Source : SDES (2023)

Pour la suite de nos travaux, nous envisageons de produire ici une carte qui croise le potentiel de report modal et la dynamique d'électrification de la mobilité quotidienne en voiture individuelle, pour objectiver les incohérences : d'un côté, dans les zones où l'électrification progresse alors que des alternatives en transport en commun ou en mobilité active existent et et ont vocation à être encore davantage développées ; de l'autre, dans les territoires où la dépendance à la voiture restera structurelle et où, paradoxalement, l'électrification accuse un retard préoccupant.

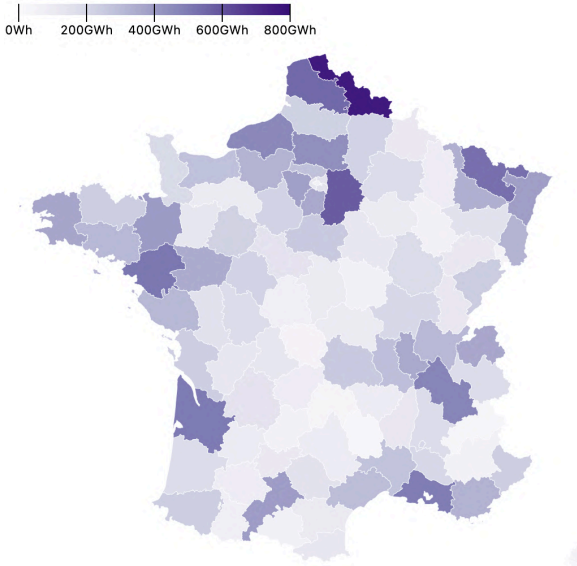
Rapport intermédiaire

Quelle consommation de pétrole résiduelle après l'application du report modal et de l'électrification des véhicules

Les deux cartes ci-dessous illustrent la consommation résiduelle de pétrole par département pour les trajets du quotidien en voiture individuelle après l'application des scénarios de report modal et d'électrification des véhicules tels que décrits au-dessus.

Pétrole utilisé pour la mobilité quoditienne en voiture individuelle après report et électrification avec nos pratiques actuelles par département (21TWh)

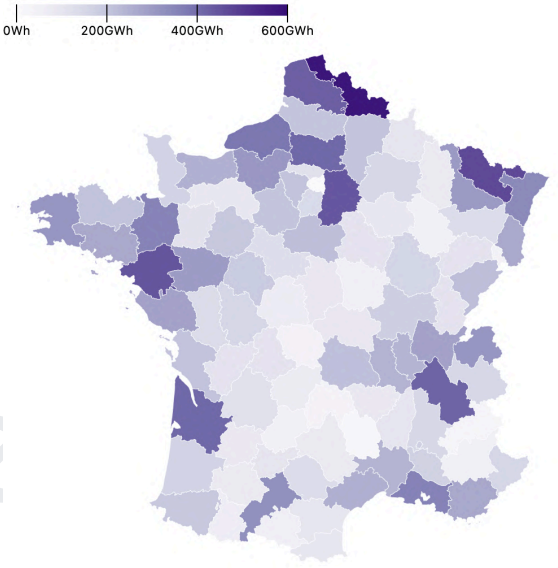
Si tous les trajets de moins de 5km étaient effectués en vélo et ceux de moins de 12km en zone urbaine étaient effectués en transports en commun, puis qu'on électrifiait 90% des autres trajets de moins de 80km.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

Pétrole utilisé pour la mobilité quoditienne en voiture individuelle après report et électrification avec des pratiques décarbonées par département (17TWh)

Si tous les trajets de moins de 10km étaient effectués en vélo et ceux de moins de 50km en zone urbaine étaient effectués en transports en commun, puis qu'on électrifiait 90% des autres trajets de moins de 80km.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail (INSEE, 2019), de l'Enquête Mobilité des Personnes (INSEE, 2019) et du recensement de la population (INSEE, 2021)

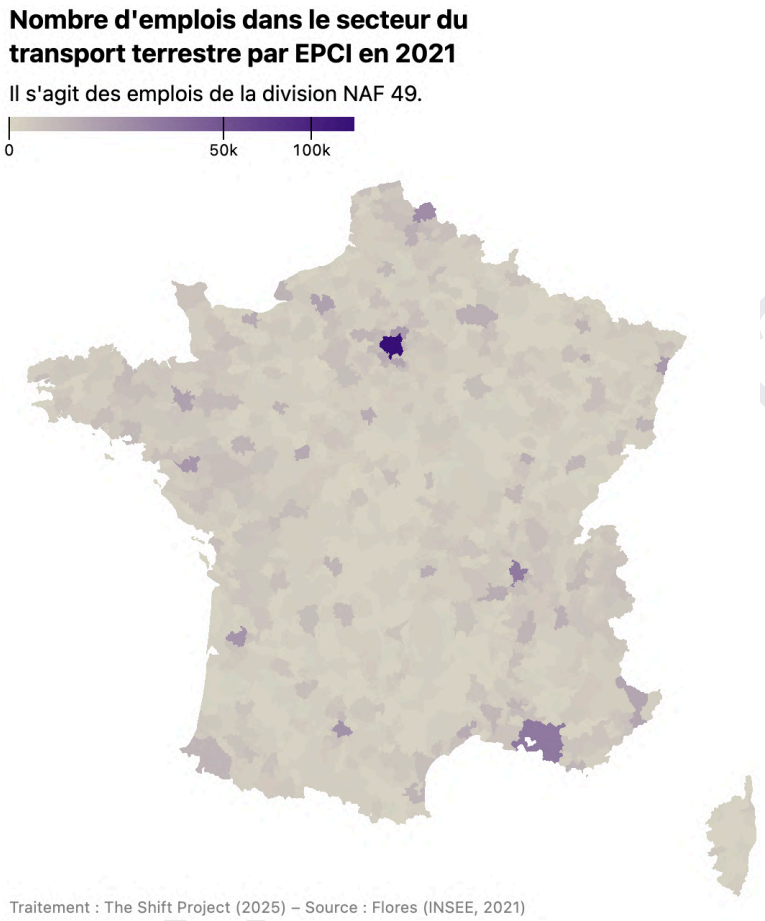
Ces cartes suggèrent que même avec ces transformations, certains territoires resteront structurellement plus dépendants que d'autres aux carburants fossiles. C'est notamment le cas, dans ces scénarios fictifs, des départements comme le Nord, la Seine-et-Marne, la Loire Atlantique ou encore l'Isère. Dans ces zones, d'autres leviers de décarbonation pourront utilement contribuer à réduire cette dépendance, comme l'organisation d'une sobriété structurelle pour réduire le nombre de kilomètres quotidiens parcourus (comme par exemple réduire les limites de vitesse sur les autoroutes d'au moins 10 km/h, développer le télétravail jusqu'à trois jours par semaine, mettre en place des dimanches sans voiture dans les villes, etc.[57]), ou encore favoriser le recours à l'autopartage.

Cette question de la dépendance persistante au pétrole souligne le besoin d'anticiper dès maintenant une planification différenciée des infrastructures, qui ne doit pas uniquement se concentrer sur l'électrification ou les mobilités douces, mais aussi sur le maintien de certaines infrastructures pétrolières là où la substitution ne sera pas totale.

[57] Mesures issues des 10 recommandations d'urgence de l'AIE pour réduire la consommation de pétrole au début du conflit en Ukraine

Des risques d'une dépendance persistante pour le transport de marchandises

La répartition des emplois dans le secteur du transport de marchandises révèle une concentration géographique marquée autour de quelques grands pôles urbains et logistiques[58].



L'Île-de-France se distingue nettement par une concentration exceptionnelle d'emplois dans ce secteur. Ce phénomène s'explique par la densité démographique élevée, la présence de pôles logistiques majeurs tels que Rungis ou Roissy, et un réseau multimodal très développé. La région parisienne joue un rôle central dans la distribution des marchandises à l'échelle nationale, faisant d'elle un carrefour logistique de première importance.

D'autres territoires, tels que l'agglomération d'Aix-Marseille-Provence, Lyon, Toulouse, Lille ou Bordeaux, affichent également des volumes significatifs d'emplois dans le transport terrestre. Marseille, en particulier, bénéficie de la présence du port de Fos-sur-Mer, moteur de flux commerciaux nécessitant un important relais terrestre. Lyon, au cœur des grands axes autoroutiers européens (notamment les axes nord-sud et est-ouest), s'impose comme un nœud logistique stratégique. Ces métropoles sont souvent dotées de vastes zones d'activités économiques en périphérie, où se concentrent entrepôts et plateformes multimodales.

[58] L'analyse via l'indicateur "nombre de camions immatriculés par EPCI montre" présente un carte relativement similaire

La répartition nationale des emplois logistiques est donc intimement liée à plusieurs facteurs : densité urbaine, accessibilité aux grands axes de transport, présence de ports ou d'aéroports, et disponibilité du foncier en périphérie urbaine. Les territoires traversés par les grands corridors autoroutiers concentrent naturellement davantage d'emplois liés au transport de marchandises.

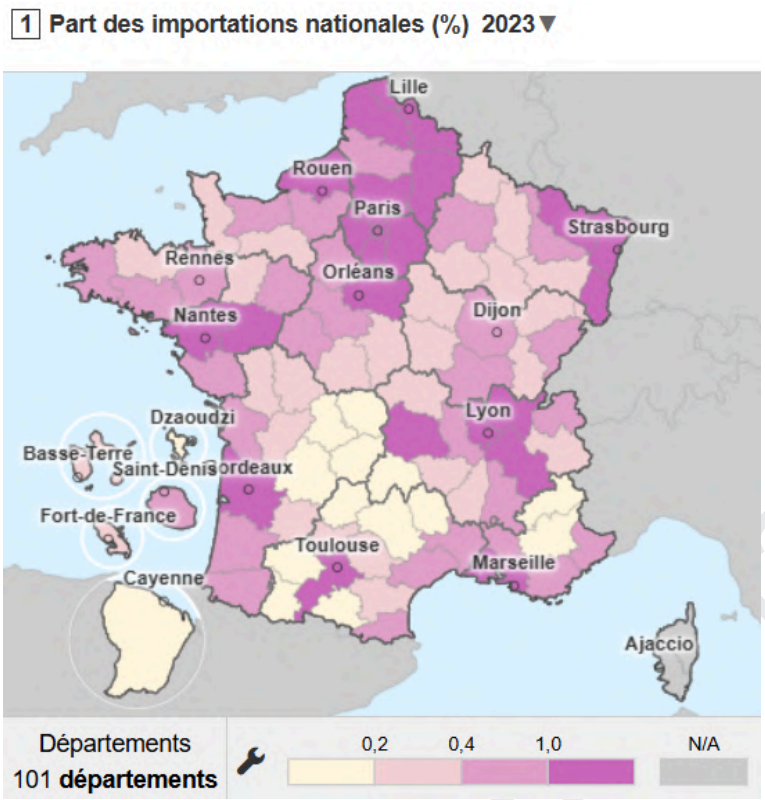
Une baisse soudaine des approvisionnements en pétrole provoquerait, dans le secteur du fret, un blocage des chaînes logistiques, une augmentation des prix de transport, une désorganisation des approvisionnements voire un ralentissement économique. Les zones les plus spécialisées dans le transport terrestre pourraient se trouver fortement impactées, notamment si elles cumulent une dépendance à la voiture individuelle et une vulnérabilité sociale.

> Un travail de mise en relation entre ces données d'emploi et des indicateurs de précarité énergétique ou de dépendance modale nous permettra dans la seconde phase de nos travaux d'identifier les zones les plus sensibles à un rationnement pétrolier ou à une inflation énergétique durable.

Du côté des consommateurs (particuliers ou privés), une baisse soudaine des approvisionnements en pétrole provoquerait, des répercussions indirectes telles que des retards de livraison et une hausse des prix voire une pénurie des biens de consommation courante.

La moitié des produits importés en France est consommée dans 11 départements : Paris (75), Nord (59), Bouches-du-Rhône (13), Hauts-de-Seine (92), Seine-Maritime (76), Seine-et-Marne (77), Val-d'Oise (95), Bas-Rhin (67), Rhône (69), Pas-de-Calais (62) et Yvelines (78). Parce qu'ils concentrent une part importante des importations nationales, ces départements sont particulièrement exposés en cas de choc brutal d'approvisionnement, ce qui pourrait perturber fortement leur activité économique et l'approvisionnement de leur population.

Rapport intermédiaire



Cartes des dépendances aux importations - Observatoires des territoires

Pour la suite de nos travaux, nous envisageons de produire une section sur les flux de fret interrégional. Dans ce cadre, nous sommes en particulier à la recherche de données complémentaires sur les tonne-kilomètres (tkm) de marchandises qui transit par localement (maille EPCI ou département), ainsi que les tonne-kilomètres (tkm) des marchandises consommées localement (maille EPCI ou département).

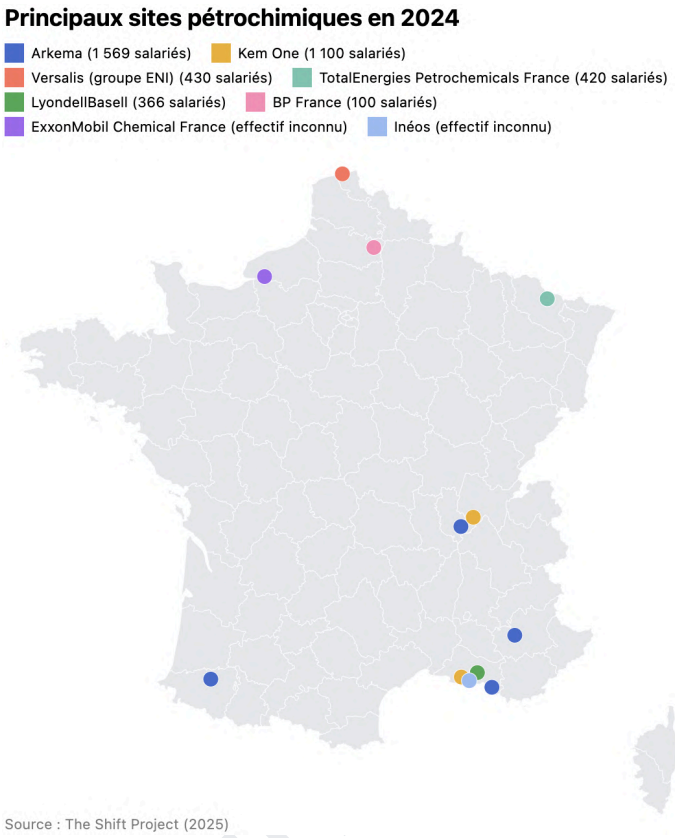
Pétrochimie et transition énergétique : un secteur pris en tenaille

L'avenir des usages non énergétiques du pétrole est étroitement lié à la transition énergétique et à la réduction globale de la consommation de pétrole, notamment dans le secteur des transports. En effet dans un contexte de forte baisse de la consommation de pétrole pour les usages énergétiques, les raffineries pourraient fermer ou être converties en bioraffineries[59] comme c'est le cas de la bioraffinerie de La Mède[60] (Bouches-du-Rhône) ou celle de Grandpuits[61] (Seine-et-Marne).

Selon le scénario négaWatt[62], l'arrêt de l'utilisation des produits pétroliers à des fins énergétiques est même prévu d'ici 2050, avec un maintien de quelques usages marginaux pour l'industrie chimique.

[59] Prospective - Transitions 2050 - Feuilleton Filières - Gaz et carburants liquides
[60] La plateforme TotalEnergies de La Mède, un site tourné vers les énergies d'avenir.
[61] Grandpuits : une plateforme zéro pétrole en 2025 | TotalEnergies.com
[62] LE SCÉNARIO EN DÉTAIL

La réduction de l'activité des raffineries aura un impact direct sur la disponibilité des coproduits tels que le naphta, qui est un intrant principal pour la filière des plastiques. Si les raffineries ferment (hormis peut-être une maintenue dans certains scénarios comme S1 de Transition(s) 2050), une restructuration de la filière pétrochimique deviendra nécessaire.



Source : The Shift Project (2025)

Les activités économiques concernées se trouvent principalement proches des unités de Raffinage, comme dans les Bouches du Rhône (Arkema, Kem one, Lyondellbasell, Inéos), le Rhône (Arkema, Lyondellbasell), ou encore la Seine-Maritime (ExxonMobil). D'autres sites sont installés sur le tracé des oléoducs, à proximité des sites de stockage (BP France dans le nord et la Somme, TotalEnergies Petrochimicals France en Moselle). La coordination de l'approvisionnement en pétrole raffiné, entre des raffineries potentiellement en déclin et ces acteurs industriels, sera essentielle afin d'éviter une déstabilisation majeure de leur modèle économique, ce qui pourrait, par ricochet, mettre en péril environ 4 000 emplois directs.

Rapport intermédiaire

Plusieurs scénarios prospectifs envisagent des alternatives pour l'approvisionnement en matières premières non énergétiques. La biomasse est considérée comme un matériau d'avenir pour remplacer les matériaux pétrosourcés. Les scénarios de Transition(s) 2050 montrent une forte croissance de la consommation de biomasse pour des usages non alimentaires[63]. Des procédés en cascade, de type "bioraffinerie", sont favorisés pour exploiter tout le potentiel de la biomasse.

Des filières alternatives sont envisagées pour la production d'oléfines, comme le bioéthanol-to-oléfines et le méthanol-to-oléfines (produit à partir d'hydrogène et de CO_2 capté). Le scénario négaWatt met en avant le recyclage comme une priorité, tant pour l'énergie que pour les matériaux. Le développement de la chimie biosourcée est une piste explorée en parallèle de la production de biocarburants.

Toutefois, au vu de la faible maturité des procédés et du faible taux de pénétration, les scénarios n'ont pas pu estimer le potentiel des produits biosourcés dans l'atteinte de la neutralité carbone. Pourtant, avec l'arrêt du fossile, les besoins seront probablement importants. Même si l'industrie chimique diminue sa demande et augmente le recyclage, le recours croissant à ces substituts pourrait accentuer les risques de conflits d'usage sur la biomasse, et en cascade sur l'eau et les sols, et pourrait dès lors devenir un verrou majeur pour la filière (voir chapitres concernés).

C. Des risques croissants selon l'évolution de la disponibilité de la ressource

Des risques de tensions liés à la substitution vers les biocarburants et e-carburants liquides pour les transports

Dans les différents scénarios prospectifs, les biocarburants et e-carburants sont principalement envisagés comme des substituts aux carburants fossiles dans le secteur des transports. Cette utilisation concerne divers modes : routier, ferroviaire, aérien et maritime. Cependant, l'objectif de réduire la dépendance aux énergies fossiles et d'atteindre la neutralité carbone peut entraîner un déplacement des tensions vers d'autres ressources, telles que la biomasse ou l'électricité (sans compter les matières premières nécessaires à ces technologies alternatives). Cela peut engendrer une compétition accrue entre secteurs, des conflits d'usage, ainsi qu'un renforcement des interdépendances entre les territoires producteurs et consommateurs de carburants liquides décarbonés.

Des substituts au coeur de conflits d'usage sur d'autres ressources locales

Les scénarios de l'ADEME, tels que Transition(s) 2050, montrent une forte augmentation de la consommation de biomasse pour la production de biocarburants, avec des volumes et des types de biomasse mobilisés variables selon le scénario. Pour l'ensemble des scénarios Transition(s) 2050, les quantités de biocarburants liquides utilisées dans les transports varient de 49 à 101 TWh en 2050. Ces valeurs représentent la consommation de biomasse allouée à la production de biocarburants pour tous les usages énergétiques, principalement le transport, mais les sources fournies ne donnent pas de ventilation détaillée de ces totaux

[63] Transitions 2050, ADEME

Rapport intermédiaire

par usage spécifique (comme le transport routier, maritime ou aérien) pour chaque scénario en 2050[64].

> Pour la suite de nos travaux, nous envisageons de produire un graphique avec les volumes prévisionnels des différents scénarios, comme par exemple un graphique qui mettrait au regard la production espérée dans différents scénarios OU une production théorique totale pour la France selon certaines hypothèses, versus ce qu'il faudrait si on convertissait tous ces secteurs aux biocarb / e-carb

Certains scénarios privilégient les biocarburants avancés, notamment pour l'aviation où les alternatives au kérosène sont limitées. La production de biocarburants est cependant contrainte par la disponibilité de la biomasse et entre en concurrence avec d'autres usages (alimentation, produits biosourcés, chaleur, gaz renouvelable). Voir chapitre biomasse agricole de ce rapport

Face aux limites des ressources en biomasse, les e-carburants peuvent compléter les carburants liquides renouvelables dans certains scénarios. Leur développement est toutefois contraint par les volumes d'électricité requis. En effet, les e-carburants sont synthétisés à partir d'hydrogène décarboné, provenant de l'électrolyse de l'eau alimentée par de l'électricité décarbonée. Il est essentiel que la source de carbone ne soit pas fossile, faute de quoi le carburant de synthèse émettrait autant de CO2 que le carburant fossile. Un rendement raisonnablement optimiste de la synthèse de carburant liquide est de 50 %. C'est-à-dire qu'il faut 2 TWh d'électricité décarbonée pour produire 1 TWh de carburant liquide. Ainsi, il faudrait 120 Mtep d'électricité pour répondre à la consommation actuelle de 60 Mtep de liquides fossiles, soit environ 1 400 TWh d'électricité à comparer à la production totale actuelle de 500 TWh d'électricité.

On voit dès lors le risque de conflit d'usage sur la ressource électricité à mesure que les secteurs aujourd'hui de dépendants des carburants liquide fossiles se tourneront vers les e-carburants pour décarboner leur activités. Ces secteurs risqueraient de se trouver en concurrence avec les usages directs de l'hydrogène ou du power-to-gaz (production de méthane à partir de l'hydrogène et du CO2), d'où un développement minoritaire des électro carburants dans S2, S3 et S4. (Voir Chapitre électricité pour plus de détails).

Les scénarios prospectifs évaluent ainsi différentes combinaisons et niveaux de développement des biocarburants et des e-fuels pour décarboner le secteur des transports à l'horizon 2050. Les choix varient en fonction des hypothèses sur les technologies, les ressources et les orientations politiques.

Rapport intermédiaire

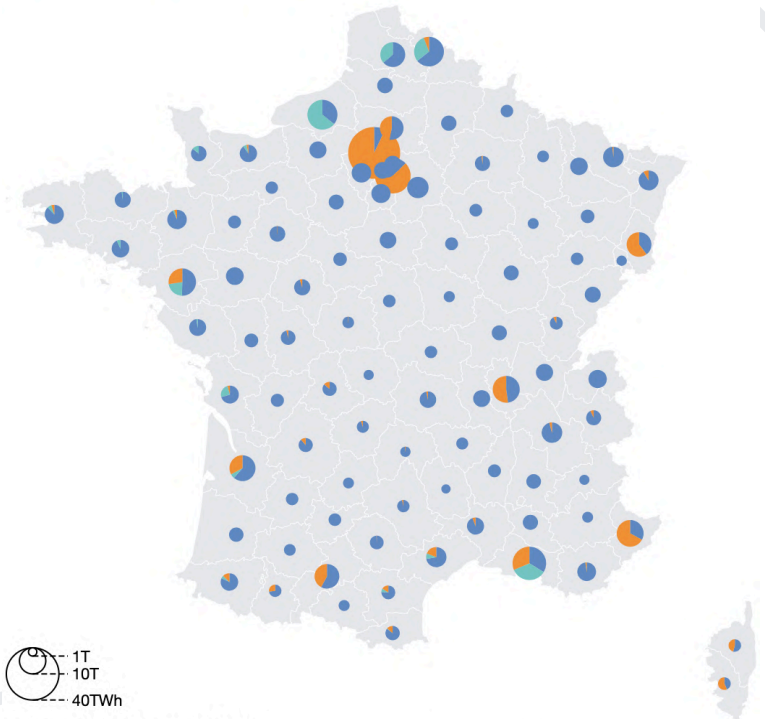
[64] Transition(s) 2050 : Choisir maintenant agir pour le climat- Rapport

Des territoires en compétition pour un accès au carburants liquides bas carbone

La carte illustre la consommation de pétrole par mode de transport (routier, maritime, aérien) en 2022, répartie par département. Elle met en évidence des disparités fortes, à la fois en termes de volumes consommés (taille des cercles) et de types de transport concernés (code couleur : bleu pour le routier, turquoise pour le maritime, orange pour l'aérien). Ces estimations permettent d'envisager les territoires où la transition vers les biocarburants (y.c. biokérosène) sera particulièrement sensible du fait d'une concurrence accrue entre usages (fret, aérien, maritime).

Consommation de pétrole par mode de transport (y compris international) par département en 2022

Estimation en considérant le fret routier par camion de marchandises uniquement, le transport maritime (personnes et marchandises) et le transport aérien (personnes et marchandises).



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de consommation de produits pétroliers (SDES, 2024), du parc de véhicules (SDES, 2022), de fréquentation des aéroports (Union des Aéroports Français, 2024) et du trafic maritime de marchandises (Ministère des transports, 2022)

13 départements concentrent les consommations de pétrole concernés par des substituts liquides décarbonés, entraînant une potentielle concurrence d'usage sur la biomasse:

- Les Bouches-du-Rhône (13), La Loire Atlantique (44), la Gironde (33): forts volumes dans les trois secteurs – routier, aérien (Bordeaux), et maritime (Marseille, Bordeaux)
- L'île de France, le Rhône (69), le haut Rhin (68) : forte consommation liée au transport aérien (proximité d'aéroports majeurs comme Orly, Roissy-CDG ou Lyon Saint-Exupéry)
- Loiret (45), Yonne (89), Aube (10) : forte présence de fret routier dans des zones logistiques majeures, bien que moins visibles côté maritime ou aérien

- Seine-Maritime (76), Pas-de-Calais (62), Nord (59) : poids important du transport maritime et routier, via les ports du Havre, Dunkerque, Calais

Une interdépendance entre les territoires qui produisent et ceux qui consomment ces carburants liquides décarbonés

Pour la suite de nos travaux, nous envisageons de croiser les données de la carte précédente avec les gisements des intrants nécessaires à la fabrication des biocarburants (1re, 2e et 3e génération, y compris du biokérosène)

Des risques d'actifs échoués sur la chaîne de valeur territorialisée du pétrole

Les entreprises du secteur des du gaz et des carburants liquides fossiles sont confrontées à un risque grandissant d'actifs échoués en raison de la pression réglementaire sur l'exploitation des énergies fossiles et des émissions de CO_2, de la pression des ONG et des investisseurs, ainsi que de la baisse de la demande engendrée par la transition énergétique. **Quels maillons de la chaîne de valeur du pétrole les plus concernés ? Quels risques cela fait-il porter sur les économies locales qui les constituent ?**

Une sortie rapide de la dépendance au pétrole en France exposerait la chaîne de valeur pétrolière à des risques d'actifs échoués. Les infrastructures d'extraction mondiale, bien que limitées en France, deviendraient obsolètes, faisant porter un risque indirect pour les activités en France. Les réseaux de transport et de distribution (terminaux pétroliers, oléoducs), coûteux à entretenir, feraient face à des pertes de rendements. Les raffineries, déjà sous pression économique, seraient pris en tenaille entre une hausse des coûts d'approvisionnement et une baisse de la demande, et risqueraient la fermeture anticipée, faute de débouchés.

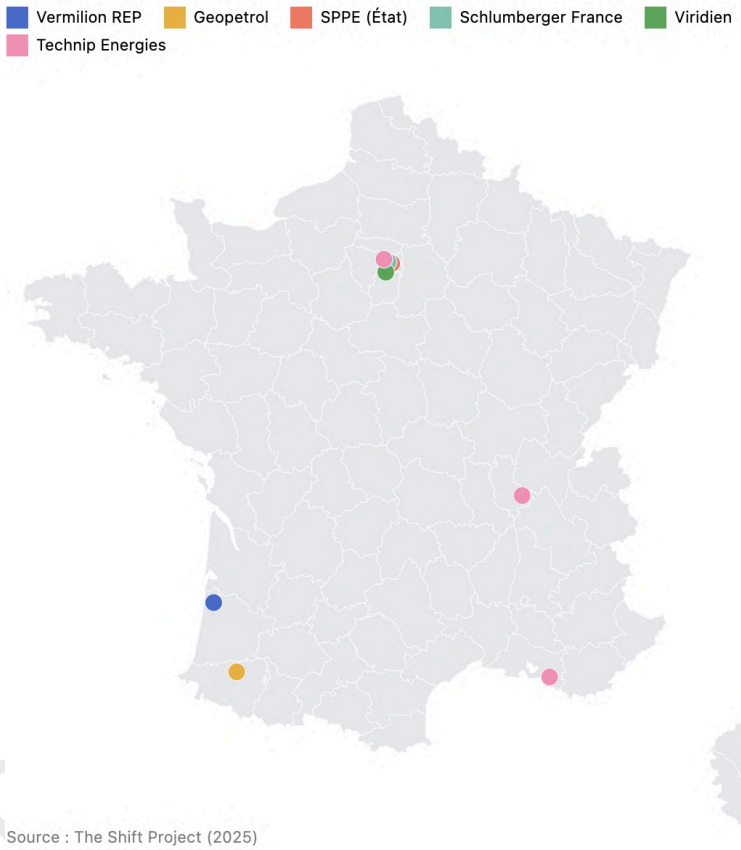
Les unités d'avitaillement (stations-service, stations d'avitaillement pour l'aérien commercial ou privé) subiraient une chute de la demande, rendant de nombreux actifs inutiles. Ces pertes menaceraient des emplois et des investissements industriels. Seuls les dépôts de stockage pourraient être moins exposés, même s'ils conserveraient, en étant très liés aux sites de raffinage, une part de vulnérabilité face à ce risque.

Rapport intermédiaire

Extraction : des risques indirects liés aux activités d'exploration et d'exploitation réalisées à l'étranger

Même si la France est peu dotée en pétrole sous ses pieds, le pays engage une partie non négligeable de son capital et de son travail dans l'exploration d'hydrocarbures dans le monde. Les acteurs de la filière exploration et production ayant une activité en France sont essentiellement des petites ou moyennes entreprises françaises ou étrangères (Vermilion, Geopetrol, Petrorep, SPPE). Des sociétés souvent ancrées de longue date en France (Schlumberger, Compagnie générale de Géophysique, TECHNIP…) comptent parmi les acteurs importants de l'industrie parapétrolière mondiale. ces entreprises représentent environ 4 500 emplois directs[65] en France.

Principaux acteurs de la filière exploration et exploitation de champ en 2024



Source : The Shift Project (2025)

A celle-ci s'ajoutent d'autres entreprises françaises impliquée dans la conception ou la production de plateformes pétrolières, comme Saipem SA (ex-Bouygues Offshore), Ponticelli Frères, Entrepose Group (filiale de Vinci), NOV-BLM (filiale de National Oilwell Varco), STX France (ex-Chantiers de l'Atlantique), Sofresid Engineering (filiale de Saipem), qui possèdent également un ancrage industriel local: Paris, Lyon, Marseille mais aussi Montigny-le-Bretonneux (78), Le Plessis-Robinson (92), Orange (Vaucluse) ou encore Saint-Nazaire).

[65] Voir tableau annexe

Les activités d'extraction en france, bien que limitées, représentaient 258 emplois en 2014. Même si ce nombre est très faible, ces emplois sont amenés à disparaître d'ici à 2040, conformément à la loi Hulot de 2017[66]. A l'échelle de la filière exploration et production de pétrole et de gaz (E&P), le chiffre d'affaires est estimé à environ 35 milliards d'euros[67].

Terminaux pétroliers et usines de raffinage en première ligne

Terminaux pétroliers

L'activité du port de Nantes Saint-Nazaire génère 10 500 emplois maritimes et portuaires locaux et 18 200 emplois industriels et de services indirects. Le nombre d'actifs de la Communauté d'agglomération de la Région Nazairienne et de l'Estuaire (CARENE) était de 58 000 habitants en 2021[68]. Sachant que 50 % du trafic du port de Saint Nazaire est lié au transport de pétrole, et cela monte jusqu'à 70 % en incluant le gaz naturel, on peut estimer qu'environ un quart des actifs du territoire est concerné directement ou indirectement par ce risque de transition[69].

> Pour la suite de nos travaux, nous envisageons de compléter cette analyse avec l'étude des bassins portuaires du Havre et de Marseille

Les oléoducs

Les oléoducs ont une capacités de transport de pétrole brut ou raffinés (10 Mt/an pour Le Pipeline Méditerranée/Rhône) sans commune mesure avec les alternatives routières (35 tonnes par livraison unitaire en camion), ferroviaires (au maximum 2 000 tonnes) ou fluviale (une barge c'est de l'ordre de 1 000 tonnes)[70]. La compétitivité du transport massif par oléoduc repose sur les volumes et les économies d'échelle. Dans un contexte de transition énergétique résolument engagée, l'infrastructure devrait se trouver en sous-capacité à moyen terme : les oléoducs reposant sur l'amortissement d'investissements importants et supportant des coûts fixes élevés, dont le poids est important dans leur structure de coûts[71], s'en trouveraient fragilisés d'un point de vue économique.

L'exploitation et la maintenance des oléoducs mobilisent au moins 900 emplois directs. Ce chiffre est principalement réparti entre deux acteurs majeurs : Trapil (environ 750 personnes[72] pour l'exploitation de plusieurs réseaux d'oléoducs, notamment Le Havre–Paris,

---

[66] LOI n° 2017-1839 du 30 décembre 2017 mettant fin à la recherche ainsi qu'à l'exploitation des hydrocarbures et portant diverses dispositions relatives à l'énergie et à l'environnement (1) - Légifrance

[67] Ressources en hydrocarbures de la France | Ministères Aménagement du territoire Transition écologique.

[68] Observatoire des territoires - ANCT

[69] Les chiffres clés du port | Nantes Saint-Nazaire Port - Etude Insee 2024 sur des données 2021

[70] Décision n° 21-DCC-79 du 12 mai 2021 relative à la prise de contrôle exclusif de la Société du Pipeline

[71] Décision n° 21-DCC-79 du 12 mai 2021 relative à la prise de contrôle exclusif de la Société du Pipeline

[72] Rapport - annuel 2023

Rapport intermédiaire

Méditerranée–Rhône et les Oléoducs de Défense Commune (ODC), et SFDM (Société Française Donges-Metz) : emploie environ 140 personnes[73].

Ces emplois couvrent diverses fonctions, notamment la surveillance, la maintenance, la sécurité, la gestion des flux, la logistique et les services supports. Ils n'incluent pas les emplois indirects liés à la sous-traitance, aux services de sécurité, aux travaux de génie civil ou aux activités portuaires associées aux oléoducs.

Par ailleurs, la France est également connectée au Central Europe Pipeline System (CEPS) de l'OTAN, un réseau d'oléoducs à vocation principalement militaire mais utilisé à plus de 85 % pour des transports civils de produits pétroliers. L'exploitation et la maintenance de ce réseau sont assurées par des organisations nationales, bien que le nombre exact d'emplois en France ne soit pas précisé (980 employés en 2008[74]).

Le raffinage

L'activité des raffineries est amenée à diminuer progressivement, avec une possible disparition complète de la production de produits pétroliers raffinés en France d'ici 2050 dans plusieurs scénarios[75]. Le maintien de certaines raffineries non rentables pourrait être nécessaire pour la sécurité d'approvisionnement pour des usages résiduels, ce qui pourrait nécessiter des mesures de soutien financier[76]. Les raffineries existantes pourraient devenir des actifs échoués si la demande en produits pétroliers diminue fortement. Les durées d'amortissement des investissements dans les filières fossiles sont très longues, ce qui augmente le risque d'actifs échoués[77]. Celà concerne principalement les territoires normands (Gonfreville et Gravenchon), PACA (FOS, La mède, Lavéra), et Loire Atlantique (Donges).

En matière d'emploi, le secteur du raffinage français représentait en l'an 2000 environ 10 000 emplois directs, autant d'emplois indirects et 4 à 5 fois plus d'emplois induits, soit au total près de 70 000 emplois. Compte-tenu des restructurations qui ont eu lieu, le nombre d'emplois directs dans le raffinage français est aujourd'hui estimé entre 6 000 et 7 500, auxquels viennent s'ajouter quelque 30 000 emplois indirects[78].

Les stations services

Les infrastructures de distribution des produits pétroliers, historiquement très développées, pourraient devenir sous-utilisées ou obsolètes avec la diminution de la consommation[79]. En 2016, d'après l'Association Nationale pour la Formation Automobile, la distribution de carburant inclut environ 17 450 salariés des stations-service[80].

En somme, les risques d'actifs échoués dans la chaîne de valeur pétrolière française sont autant économiques que sociaux : ils menacent des infrastructures stratégiques, parfois

Rapport intermédiaire

[73] Soc Francaise Donges-Metz - SFDM (77210) : siret, siren, TVA, bilan gratuit...
[74] Réseau Centre-Europe des pipelines — Wikipédia
[75] Transitions 2050, ADEME
[76] Transitions 2050, ADEME
[77] Prospective - Transitions 2050 - Feuilleton Filières - Gaz et carburants liquides
[78] La chaîne pétrolière | Ministères Aménagement du territoire Transition écologique
[79] Note évaluation énergie climat PTEF, The Shift Project
[80] Quelle évolution de l'emploi dans les secteurs des carburants liquides et gaz ? - The Shift Project

lourdement investies, et les milliers d'emplois qui leur sont liés, tant en amont (ingénierie, extraction) qu'en aval (raffinage, distribution, avitaillement). La transformation rapide du système énergétique pourrait en contrepartie créer de nouvelles opportunités (filières biocarburant par exemple). Cela exige donc une anticipation fine et territorialisée des risques et opportunités, pour limiter les ruptures industrielles et sociales sur les territoires concernés.

D. Des territoires et des activités particulièrement exposées à ces risques

Les bouches du Rhône, l'ile de France, le Rhône et la Seine-Maritime, 4 territoires particulièrement exposés à ces risques

La dépendance structurelle en amont ou en aval de la chaîne de valeur locale du pétrole constitue une vulnérabilité majeure pour de nombreux territoires français. Ce risque est différencié selon les dynamiques économiques, logistiques et sociales propres à chaque région, et affecte à la fois les zones industrielles, urbaines, périurbaines et rurales.

Le département des **Bouches-du-Rhône** (13) illustre une concentration extrême des activités pétrolières, avec les raffineries de La Mède et Lavéra, les sites de pétrochimie (au moins 1 200 emplois). Le port de Fos-Marseille, pivot des importations pétrolières, constitue une source de vulnérabilité économique systémique en cas de contraction durable de la demande fossile. Du côté des consommateurs, le département fait partie des 10 plus grands importateurs de marchandises de France. S'ajoute à cela l'aéroport qui accentue les risques de vulnérabilité économique.

Les départements d'**Île-de-France** sont exposés à plusieurs risques liés à leur dépendance au pétrole : Dépendance forte au transport aérien, avec la présence des grands aéroports internationaux d'Orly et de Roissy-Charles-de-Gaulle dans la région parisienne (qui concentrent 53 % des fréquentations des 7 principaux aéroports français). Vulnérabilité aux chocs d'approvisionnement due à la concentration des importations : Plusieurs départements d'Île-de-France, dont Paris (75), les Hauts-de-Seine (92), la Seine-et-Marne (77), le Val-d'Oise (95) et les Yvelines (78), font partie des 11 départements qui concentrent la moitié des produits importés en France. Raffinage et pétrochimie : Une partie de l'activité française de raffinage est concentrée en Seine-et-Marne (5 % de la capacité), et cette activité est amenée à diminuer, avec des risques d'actifs échoués. La production de produits non-énergétiques comme le naphta dépend des raffineries. Des sites de pétrochimie de second niveau, dépendants de ces composants, sont présents en Seine-et-Marne. Oléoducs : Le réseau TRAPIL alimente notamment la région parisienne depuis Le Havre. Ces infrastructures de transport de gros volume font face à un risque de surcapacité économique avec la baisse des volumes transportés, fragilisant leur modèle économique. Industrie parapétrolière : Certaines entreprises importantes de l'industrie parapétrolière mondiale ayant une activité en France, notamment dans la conception ou la production de plateformes pétrolières, ont un ancrage industriel local en région parisienne, comme à Montigny-le-Bretonneux (Yvelines) et au Plessis-Robinson (Hauts-de-Seine). Ces activités et les emplois associés (environ 4 500 emplois directs pour les acteurs de l'exploration et production ayant une activité en France) pourraient être affectés par les risques d'actifs échoués dans l'extraction mondiale.

Rapport intermédiaire

Le département du **Rhône (69)** est exposé à plusieurs risques liés à sa dépendance au pétrole et à son rôle dans la chaîne de valeur. Activité de raffinage : Le Rhône fait partie des cinq départements français où est concentrée l'activité de raffinage, représentant 9 % de la capacité nationale. Ce secteur, qui permet la fabrication de carburants et de produits non-énergétiques comme le naphta, emploie des milliers de personnes directement et indirectement dans les départements concernés. L'activité de raffinage est amenée à diminuer, risquant de rendre ces infrastructures et les investissements associés (potentiellement lourdement investis) des actifs échoués si la demande en produits pétroliers baisse fortement. Infrastructures d'oléoducs : La région lyonnaise est notamment alimentée en pétrole brut par le réseau d'oléoducs SPSE, qui part de Fos-sur-Mer. Ces réseaux de transport de gros volume font face à un risque de surcapacité économique dans un contexte de baisse des volumes transportés, fragilisant leur modèle économique. L'exploitation et la maintenance des oléoducs mobilisent des emplois, dont une partie se situe probablement dans les départements traversés. Industrie parapétrolière : La ville de Lyon est un ancrage industriel local important pour certaines entreprises de l'industrie parapétrolière mondiale impliquées dans la conception ou la production de plateformes pétrolières et d'autres activités d'exploration et production. Dépendance aux importations et rôle logistique national : Le Rhône (69) fait partie des 11 départements qui concentrent la moitié des produits importés en France.

Le département de la **Seine-Maritime (76)** est identifié comme particulièrement exposé en raison de sa concentration d'activités clés dans la chaîne de valeur du pétrole. Activité de raffinage : La Seine-Maritime concentre 42 % de la capacité nationale de raffinage, avec notamment les sites de Gonfreville et Gravenchon. Ce secteur représente des milliers d'emplois directs et indirects dans les départements concernés par le raffinage. Un risque majeur identifié est celui des actifs échoués, car ces raffineries pourraient devenir non rentables et fermer si la demande en produits pétroliers diminue fortement. Infrastructures portuaires et logistiques : Le port du Havre, via son terminal d'Antifer, est un point d'entrée stratégique pour le pétrole brut en France, traitant près de 40 % des importations nationales en 2016. Il est connecté par oléoduc à la raffinerie de Gonfreville-l'Orcher. Ce port est également la source du réseau d'oléoducs TRAPIL qui alimente notamment la région parisienne. La dépendance à ces infrastructures logistiques est menacée par la baisse attendue des flux pétroliers. Dépendance aux importations : La Seine-Maritime (76) fait partie des 11 départements qui concentrent la moitié des produits importés en France. Stockage : Le département dispose d'une importante capacité de stockage de pétrole (supérieure ou égale à 500 000 m³), liée à la raffinerie de Gonfreville-l'Orcher. Cette dotation le rend potentiellement mieux armé pour faire face à une crise d’approvisionnement de courte durée que les départements moins bien dotés.

Enfin, les **territoires ruraux et périurbains** de l’ensemble du pays apparaissent comme les plus exposés socialement. La dépendance automobile, l’absence d’alternatives de transport, le coût croissant des carburants et l’éloignement des services essentiels peuvent accentuer précarité énergétique, isolement et inégalités territoriales.

Rapport intermédiaire

III. La réponse actuelle à ces risques en matière de gestion et de gouvernance à toutes les échelles territoriales

A. La gouvernance de la ressource pétrolière en France : acteurs, échelles et logiques d'intervention

La gestion du pétrole en France repose avant tout sur une logique de marché, structurée par une offre primaire très largement internationale et donc soumise à une forte volatilité, ainsi que par un fonctionnement national sans hiérarchisation explicite des usages. En correction de ses défaillances, et du fait du caractère stratégique de la ressource, une architecture de gouvernance indirecte est établie, adossée à des obligations internationales (Agence internationale de l'énergie, Union européenne) et à un pilotage étatique. En situation de crise, cette gouvernance se reconfigure en mobilisant des dispositifs exceptionnels à différents échelons territoriaux.

Une gouvernance centralisée et sectorielle en période normale

En période de fonctionnement normal du marché pétrolier, la gouvernance repose avant tout sur l'État central. Le Ministère de la Transition Écologique, par l'intermédiaire de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC), définit la politique énergétique nationale. Celle-ci s'inscrit dans le cadre de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et , qui fixent des objectifs de réduction de la dépendance aux énergies fossiles. En 2023, le pétrole représentait encore environ 29 % du bouquet énergétique national, dont 90 % destiné au secteur des transports, soulignant l'enjeu stratégique de sa gestion[81].

Le Ministère de l'Économie, via la Direction Générale du Trésor et la Direction des Douanes, joue également un rôle central en supervisant la fiscalité des produits pétroliers, en particulier la TICPE (taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques), qui rapporte près de 30 milliards d'euros par an à l'État[82].

La gestion des réserves stratégiques est déléguée au Comité professionnel des stocks stratégiques pétroliers (CPSSP). Ce dernier est chargé de garantir, conformément aux obligations européennes, un niveau de stockage équivalent à 90 jours de consommation nette d'importation. Les opérateurs (raffineurs, importateurs, distributeurs) sont ainsi contraints par la loi à détenir une part de leurs stocks sous contrôle du CPSSP.

En parallèle, les opérateurs privés (notamment TotalEnergies, ExxonMobil, Esso) gèrent l'importation, le raffinage (dans les 8 raffineries françaises encore en activité), le stockage et la distribution des produits pétroliers. Ces entreprises interviennent également dans les décisions de long terme en matière d'infrastructures, comme les oléoducs ou les terminaux pétroliers.

[81] Bilan énergétique de la France
[82] Dépenses et recettes publiques liées aux transports | Chiffres clés des transports 2025

Rapport intermédiaire

Les collectivités territoriales, dans ce cadre nominal, n'ont pas de rôle décisionnel direct, mais peuvent intégrer les enjeux liés au pétrole dans leurs Plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET) ou leurs schémas de mobilité durable.

Une gouvernance resserrée et d'exception en cas de crise

Lorsque des tensions majeures surviennent, la gouvernance se recentralise autour de l'État et de ses services de sécurité.

La DGEC conserve la responsabilité de la politique énergétique, mais en lien étroit avec le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN) et, en cas de situation grave, le Conseil de défense énergétique, comme cela a été le cas en 2022. L'État peut alors autoriser le déstockage partiel ou total des réserves stratégiques.

À l'échelle déconcentrée, les préfets de département, en lien avec les zones de défense et de sécurité, deviennent les chefs d'orchestre de la gestion locale de la crise. Ils peuvent :

- Restreindre l'accès aux stations-service à certaines catégories (professionnels de santé, transports publics), comme ça a été le cas dans la Marne face aux difficultés d'approvisionnement en carburant d'octobre 2022[83]
- Mettre en place des quotas d'achat de carburant (par exemple, 30 litres maximum par véhicule), comme par exemple les Hautes Pyrénées en octobre 2022 également[84]
- Organiser la réquisition de personnels ou de sites logistiques, comme par exemple à Gonfreville lors du blocage des raffineries contre la réforme des retraites de mars 2023[85]

Lors des grèves de raffineries en octobre 2022, près de 30 % des stations-service sont touchées par des difficultés d'approvisionnement, entraînant l'activation de plans préfectoraux[86].

Les opérateurs privés sont étroitement associés à cette gouvernance de crise : ils doivent répondre aux réquisitions, activer des plans logistiques d'urgence et assurer un approvisionnement prioritaire des zones sensibles.

Les **collectivités territoriales**, bien qu'ayant un rôle limité en matière de décision, assurent l'exécution locale des directives préfectorales.

Niveau de gouvernance	En situation nominale	En situation de crise ou tension

[83] Pénurie d'essence : des files prioritaires et des stations spécifiques dans la Marne, mises en place par la préfecture
[84] Hautes-Pyrénées : la préfecture limite l'achat de carburants à 30 litres - ici
[85] Réquisitions de personnels, interventions des forces de l'ordre, grève reconduite : le point sur la mobilisation dans les raffineries
[86] Pénurie de carburant : près de 30 % des stations-service touchées dimanche par des difficultés d'approvisionnement

Rapport intermédiaire

État central	Stratégie énergétique (SNBC, PPE), fiscalité	Déstockage stratégique, mesures d'urgence, priorisation
Opérateurs privés	Importation, raffinage, distribution	Coordination avec l'État, logistique d'urgence
Comité professionnel des stocks stratégiques pétroliers (CPSSP)	Obligation de stocks, contrôle du niveau	Libération de réserves stratégiques
Préfets	—	Répartition locale, rationnement, arrêtés préfectoraux
Collectivités territoriales	Plans mobilité, PCAET, concertation	Continuité des services, relais des consignes locales

Un système à la fois robuste et perfectible

La gouvernance pétrolière en France repose sur des fondements solides — centralisation stratégique, sécurité des stocks, intervention préfectorale — mais fait face à plusieurs défis. D'une part, la lisibilité du système pour les citoyens est souvent faible, en particulier en situation de crise. D'autre part, la coordination multi-niveaux reste encore partielle : les collectivités disposent de peu de marges d'action, et les instances de concertation territoriale en matière d'énergie restent peu structurées.

À l'heure de la transition énergétique, la robustesse du système nécessite d'être repensée : la réduction de la dépendance au pétrole passera autant par des décisions nationales structurantes que par une gouvernance territoriale plus agile, intégrant les collectivités, les opérateurs et les citoyens.

B. Les expérimentations locales dans la gouvernance et la gestion

Face à des risques de tension sur une ressource aussi stratégique que le pétrole, dont la dépendance reste forte malgré les objectifs de transition énergétique, certaines collectivités peuvent mettre en œuvre des dispositifs pour anticiper ou répondre à d'éventuels chocs. Nous sommes à ce stade de nos travaux à la recherche d'initiatives locales et/ou sectorielles, témoignant d'une volonté croissante de territorialiser la résilience énergétique. Ci-dessous sont présentés plusieurs types d'initiatives possibles avec des exemples de mesures concrètes.

Rapport Intermédiaire

Territorialiser la vulnérabilité énergétique

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons des exemples de territoires ayant réalisée une analyse fine des vulnérabilités liées à leur dépendance pétrolière, intégrant par exemple :

- Une étude sur sur les mobilités domicile-travail, les transports scolaires et l'accès aux soins, notamment en zones périurbaines et rurales
- Une étude qualitative via des groupes de concertation avec les entreprises, les associations et les opérateurs de transport afin de préparer des alternatives de déplacement en cas de pénurie (ex: covoiturage prioritaire, flexibilité des horaires de travail, et renforcement ponctuel des transports collectifs)

Anticiper la résilience énergétique

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons des exemples de territoires ayant développé une stratégie de résilience à long terme face à la dépendance pétrolière, intégrant par exemple :

- Stratégie de réduction des trajets professionnels
- Stratégie de report modal vers des trajets en train
- Electrification de sa flotte de véhicules municipaux
- Réflexion sur la sobriété et l'efficacité énergétique pour les travaux ou missions de services publics
- Remplacement de toutes les chaudières fioul du patrimoine bâti public

Mutualiser les réserves opérationnelles

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons des exemples de territoires ayant mis en place des réserves tampon de carburant mutualisée entre communes ou intercos, intégrant par exemple :

- une réserve pour les véhicules municipaux destinée à assurer la continuité des missions
- un partenariat avec un distributeur local et un système de stockage sécurisé, en lien avec les services techniques

Intégrer les pénuries dans les Plans de Continuité d'Activité (PCA)

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons des exemples de territoires ayant intégrés des scénarios de rupture d'approvisionnement pétrolier dans leur (PCA), intégrant par exemple:

- une cellule de crise interservices pour gérer les priorités d'accès au carburant
- une hiérarchisation et priorisation des services publics critiques (santé, sécurité, éducation, déchets) y sont identifiés et hiérarchisés selon leur niveau de criticité
- une allocation restreinte du carburant disponible sur 5 jours, en cas de crise prolongée
- une réduction des tournées non essentielles, ou la mise en place d'un système de suivi des consommations de carburant pour les véhicules municipaux, afin d'optimiser les flux en période de tension

Simuler la crise pour mieux gouverner

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons des exemples de territoires ayant organisé une simulation grandeur nature avec les services de la préfecture, les SDIS et les communes, autour d'un scénario de rupture prolongée d'approvisionnement en carburant, pour entre autres :

- identifier des points de rupture logistique, notamment sur le transport scolaire et les tournées de collecte des déchets
- revoir leur PCA pour y inclure des modalités d'approvisionnement alternatif, des systèmes de priorité, et des partenariats avec les distributeurs.

Coordonner la logistique d'urgence à l'échelle intercommunale

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons des exemples de territoires ayant développé en partenariat avec les préfectures des plans logistiques d'urgence, intégrant par exemple :

- sécurisation de l'accès au carburant pour les acteurs industriels stratégiques (zones SEVESO, logistique portuaire, entreprises dépendantes du transport routier)
- repérage des stations-service à prioriser pour les professionnels de santé, les transporteurs publics et les livraisons industrielles essentielles

C. Les limites et enjeux dans la gouvernance et la gestion

Pour la suite de nos travaux, nous avons l'intention de faire une étude rigoureuse de la gouvernance telle que décrite ci-dessus à l'aune des risques que nous avons étudiés dans ce chapitre.

Rapport intermédiaire

Conclusion en cinq risques de tensions liées à la ressource pétrole

1. Risques de maintien des dépendances au pétrole pour les mobilités

La dépendance à la voiture individuelle en France varie selon la structure urbaine et démographique des territoires. Les départements peu urbanisés, en particulier ceux de moins d'un million d'habitants, affichent une forte consommation de carburant, notamment dans les zones périurbaines où les distances domicile-travail sont importantes et l'offre de transports publics limitée. À l'inverse, les zones urbaines denses consomment moins, grâce à des alternatives de mobilité plus accessibles. En cas de baisse rapide de l'approvisionnement en pétrole ou de hausse brutale des prix, les zones rurales et périurbaines seraient les plus vulnérables, aggravant les difficultés de mobilité et l'accès aux services pour les ménages modestes. Les grandes métropoles, mieux équipées, subiraient des congestions plutôt qu'un effondrement de la mobilité.

2. Risques de maintien des dépendances au pétrole pour le transport de marchandises

Le transport de marchandises en France est fortement concentré autour des grands pôles urbains et logistiques, notamment l'Île-de-France, en raison de sa densité, de ses infrastructures clés (Roissy, Rungis) et de son rôle central dans les réseaux multimodaux. D'autres métropoles comme Marseille, Lyon, Toulouse, Lille ou Bordeaux jouent un rôle important grâce à leurs ports, axes routiers et zones d'activités périphériques.

Cette organisation est directement liée à la densité urbaine et au tissu industriel. En cas de tensions sur les approvisionnements en pétrole, ces territoires pourraient subir des perturbations majeures : blocage logistique, hausse des coûts, ralentissement économique. Les zones combinant forte dépendance à l'automobile et fragilité sociale seraient particulièrement touchées. Pour les consommateurs, cela se traduirait par des retards, une inflation, voire des pénuries. Onze départements, dont Paris, les Bouches-du-Rhône et le Nord, concentrent à eux seuls la moitié des produits importés consommés, les rendant très vulnérables à une rupture d'approvisionnement en carburant.

3. Risques de maintien des dépendances au pétrole pour les usages non énergétiques

La filière pétrochimique française est menacée indirectement par la transition énergétique, notamment en raison de la baisse attendue de la consommation de pétrole dans les transports. La fermeture ou la reconversion de raffineries, comme celles de La Mède ou Grandpuits, compromet l'approvisionnement en naphta, un coproduit indispensable à la production de plastiques. Selon des scénarios comme négaWatt, les usages énergétiques du pétrole pourraient disparaître d'ici 2050, ne laissant que des usages industriels marginaux. Cela nécessiterait une profonde restructuration du secteur, concentré autour des raffineries et des oléoducs (Bouches-du-Rhône, Rhône, Seine-Maritime).

Rapport intermédiaire

Jusqu'à 4 000 emplois directs pourraient être affectés, rendant indispensable une coordination avec les acteurs industriels pour anticiper les impacts sociaux et économiques. En réponse, des scénarios prospectifs misent sur des alternatives comme la biomasse, le recyclage, et des procédés innovants (bioéthanol-to-oléfines, méthanol-to-oléfines), tout en développant la chimie biosourcée et des bioraffineries en cascade. Cependant ces alternatives seront autant de nouveaux usages pour des ressources potentiellement en tension, accentuant des risques de conflits d'usage.

4. Risques de conflits d'usage liés à la substitution vers les biocarburants et e-carburants

Les scénarios prospectifs envisagent les biocarburants et e-carburants comme alternatives aux carburants fossiles dans les transports (routier, ferroviaire, aérien et maritime), pour atteindre la neutralité carbone. Toutefois, l'application de cette transition transférera mécaniquement les besoins vers d'autres ressources, notamment la biomasse et l'électricité, renchérissant les risques de conflits d'usage sur ces dernières.

Ces usages entrent en concurrence avec l'alimentation, le chauffage, ou la production de gaz renouvelables. Les e-carburants, produits à partir d'hydrogène et d'électricité décarbonée, nécessitent des volumes énergétiques importants : il faudrait près de 1 400 TWh d'électricité pour remplacer les 60 Mtep actuels de carburants fossiles, soit près de trois fois la production électrique française actuelle. Ainsi, leur développement restera limité, en raison de la concurrence avec d'autres usages industriels. Les territoires producteurs et consommateurs de ces carburants deviendront fortement interdépendants.

5. Risques d'actifs échoués sur la chaîne de valeur territorialisée du pétrole

La chaîne de valeur pétrolière française est menacée par la transition énergétique, qui entraîne une baisse de la demande en pétrole et une pression accrue des régulations et des acteurs financiers. Tous les maillons sont exposés : extraction (majoritairement à l'étranger mais avec un ancrage industriel en France), transport (oléoducs, terminaux), raffinage, distribution et avitaillement.

Les infrastructures, souvent coûteuses et amorties sur le long terme, risquent de devenir des actifs échoués, notamment les oléoducs et les raffineries. Des milliers d'emplois sont en jeu : 4 500 dans l'exploration-production, jusqu'à 17 000 dans les stations-service, et plusieurs dizaines de milliers autour du raffinage. Certains territoires comme Saint-Nazaire, Le Havre ou Marseille sont particulièrement exposés. Une transition mal anticipée pourrait engendrer de lourds impacts sociaux et industriels. Il est donc crucial d'identifier les vulnérabilités locales et de développer des filières de reconversion ou alternatives comme les biocarburants pour éviter une rupture brutale.

Rapport intermédiaire

Rapport intermédiaire
Livret Ressource

02

GAZ

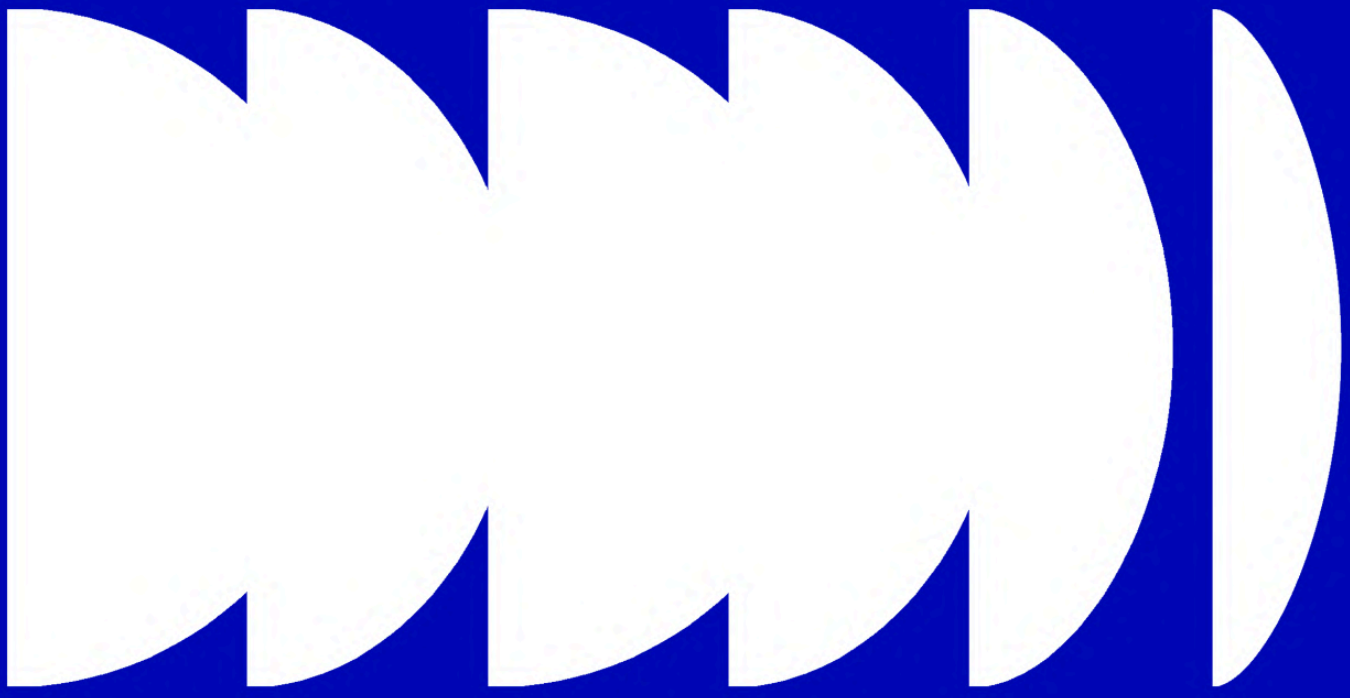


Table des matières

Table des matières **2**
Introduction : la dépendance au gaz fossile, une problématique majeure **4**
Méthane et biométhane, gaz naturel et fossile… de quoi parle-t-on ? 4
Un gaz consommé pour le chauffage, l'industrie et la production d'électricité 4
Un gaz fossile importé, et des productions de biométhane en cours de développement sur les territoires 4
Cinq risques clés 5
I. Une dépendance forte des territoires à un gaz fossile majoritairement importé **6**
A. Une dépendance des activités et des territoires au gaz 6
Chauffage des bâtiments, industrie et énergie dépendent fortement du gaz 6
Une dépendance au gaz en légère baisse 7
Des consommations de gaz, plus fortes en hiver 8
Des consommations concentrées autour des villes et des zones industrielles 8
B. Du gaz fossile majoritairement importé et une production de biométhane encore limitée 10
Le gaz naturel est une ressource massivement importée depuis la Russie, l'Algérie et les Etats-Unis 10
Les productions (locales) de biométhane sont encore embryonnaires 11
C. Des territoires français très dépendants des importations, et d'un lourd réseau d'infrastructures 13
Un approvisionnement dépendant d'infrastructures : gazoducs, méthaniers, stockages et réseaux de gaz 13
Le biométhane s'intègre dans le réseau de gaz, via des injections locales 14
La sortie du gaz fossile doit ainsi être pensé et planifié à l'échelle nationale, en répartissant l'effort régionalement 14
II. Des risques croissants de conflits d'usage sur le gaz à l'horizon 2050 **16**
A. L'approvisionnement en gaz a connu des fluctuations 16
Une prise de conscience récente de la vulnérabilité générée par la dépendance au gaz importé 16
Des tensions sur les gazoducs russes, conduisant à déployer le GNL 17
Des conséquences sociales et économiques sur les citoyens et entreprises 17
B. Une dépendance au gaz qui risque de rester importante en cas de transition énergétique lacunaire 18
Risque clé n°1 : Le risque du maintien des consommations pour le chauffage en cas d'insuffisante rénovation 18
Risque clé n°2 : Le risque du maintien de la dépendance au gaz dans l'industrie et la production d'électricité 20
Une capacité incertaine de réduction des dépendances dans l'industrie, des consommations qui risquent de se maintenir 20
Une dépendance qui risque de se maintenir pour la stabilité du système électrique 21
Risque clé n°3 : Le risque de créer de nouvelles dépendances dans le transport 22
Les territoires qui risquent de rester dépendant au gaz 23
C. Des gaz alternatifs dont la disponibilité sera incertaine, et une dépendance au gaz

Rapport intermédiaire

fossile qui risque de se maintenir 23
Risque clé n°4 : Le risque de l'insuffisance du biométhane pour couvrir les consommations résiduelles de gaz en 2050 24
La méthanisation concentrera l'essentiel de la production de méthane bas carbone, tout en ne couvrant au maximum qu'un tiers des consommations actuelles de méthane 24
La méthanisation risque de créer des conflits d'usage sur les matières premières 25
Des potentiels pour le biométhane inégalement répartis sur le territoire français 26
Risque clé n°5 : Le maintien d'une dépendance au gaz fossile expose à des menaces géopolitiques et économiques 27
Le risque de voir des importations de gaz naturel persister 27
Un approvisionnement en gaz naturel incertain à 2050 28
D. Des territoires et des activités particulièrement exposées aux risques de tensions sur cette ressource 28
Consommations et productions de gaz en 2050 : des territoires vulnérables aux contraintes d'approvisionnement 28
III. Accompagner la sortie de la dépendance aux gaz fossiles 31
A. Les démarches nationales et sectorielles 31
La gestion de la crise de l'énergie de 2021-2022 31
Les grands types de leviers pour économiser le gaz 31
La sortie du gaz fossile : une planification nationale portée par la SNBC 32
Quelques stratégies des acteurs économiques pour réduire la dépendance 32
B. De nombreuses initiatives locales pour réduire les dépendances au gaz fossile 33
[Réponse aux risques clés n°1, n°2 et n°3] 33
[Réponse aux risques clés n°4 et n°5] 33
C. Les limites et enjeux de la gouvernance et la gestion 34
La provenance du gaz, qu'il soit fossile ou bas carbone, n'est pas systématiquement intégrée dans la gouvernance locale 34
Penser les choix de transition sans penser les contraintes de disponibilité du méthane risque de générer des conflits d'usage 34
Il ne faut pas confondre sobriété choisie et sobriété subie 34
Les investissements dans la réduction des consommations en amont sont bien plus efficients que les mesures de gestion de crise 34
Les fluctuations du marché du gaz ne sont pas suffisants pour générer les investissements de long-terme nécessaires 35
Conclusion en cinq risques de maintien de la dépendance au gaz 36
1. Risque du maintien des dépendances au gaz pour le chauffage en cas d'insuffisante rénovation 36
2. Risque du maintien des dépendances au gaz dans l'industrie et la production d'électricité 36
3. Risques de créer de nouvelles dépendances au gaz dans le transport 36
4. Risque d'une insuffisante production de biométhane pour couvrir les consommations résiduelles de gaz 37
5. Risques géopolitiques et économiques liés au maintien d'une dépendance au gaz fossile 37

Rapport intermédiaire

Introduction : la dépendance au gaz fossile, une problématique majeure

Méthane et biométhane, gaz naturel et fossile… de quoi parle-t-on ?

En 2024, le gaz fossile constitue encore 18 % de l'énergie finale qui est consommée en France[1]. La ressource en gaz fossile, aussi appelé gaz naturel, est produite en étant extraite à partir de gisements souterrains.

Par raccourci, on assimile parfois le gaz à la ressource méthane, ce qui permet de faire le pont entre ressources fossiles et les productions alternatives de méthane. En effet, le gaz d'origine fossile, une fois traité pour ne conserver que la molécule de méthane, est physiquement le même que le gaz issu de moyens de la méthanisation ou de tout autre procédé produisant du méthane.

Nous traiterons dans cette partie du méthane de manière générale, en considérant en premier lieu notre dépendance au méthane d'origine fossile (gaz naturel), qui représente encore 99 % des consommations de méthane en 2025, et en deuxième lieu nos dépendances croissances au biométhane, censé venir partiellement en substitution du méthane fossile, mais dont les capacités de production resteront limitées.

Un gaz consommé pour le chauffage, l'industrie et la production d'électricité

Aujourd'hui, le gaz est principalement consommé en France dans le contexte tertiaire et résidentiel (45 % des consommations de gaz en 2023), pour le chauffage et la production d'eau chaude notamment, puis dans l'industrie (35 %), pour le fonctionnement des machines et en tant que matière première, et enfin pour la production d'électricité (19 %)[2]. Le gaz est ainsi utilisé pour deux types d'usages : un usage énergétique, pour faire fonctionner des machines, et un usage matériel, comme matière première pour fabriquer des produits.

Un gaz fossile importé, et des productions de biométhane en cours de développement sur les territoires

Le gaz naturel en France est majoritairement importé. Ces importations se font par gazoducs ou sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL) transporté par des méthaniers. La filière du gaz naturel se répartit ainsi entre les producteurs (exploitation des énergies fossiles et raffinage), les grands distributeurs (via les pipelines, la mer et la route), les distributeurs, et jusqu'aux consommateurs (via le réseau de canalisations de gaz).

La production de gaz naturel a été d'environ 42 000 TWh (4 000 Mdm3) dans le monde en 2020. La consommation de gaz naturel en Europe a été de ~4 000 TWh (380 Mdm3) en 2020 soit 10 % de la consommation mondiale, et la France a importé ~500 TWh (48 Mdm3) en 2020, soit 1 % de la consommation mondiale[3].

[1] Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024 | Données et études statistiques
[2] SDES 2023 (données locales de l'énergie)
[3] AFG_CHIFFRES-CLES-VD.pdf

Rapport intermédiaire

Les capacités d'injection de biométhane en France fin 2024 était de 13,9 TWh[4] et pourrait atteindre de l'ordre d'une centaine de TWh en 2050 selon plusieurs stratégies de transition, traduisant une croissance de la production locale de biométhane. Ce biométhane peut venir partiellement en substitution du méthane fossile. Mais une insuffisante sobriété et efficacité sur les usages de gaz risque de se traduire par le maintien d'une dépendance au gaz.

Cinq risques clés

Dans le cadre de cette partie dédiée au gaz, nous considérons cinq facteurs de risques importants d'ici à 2050. Les cinq risques seront particulièrement explicités dans le partie II dédiée à l'analyse des risques présents et futurs sur le gaz.

- **Risque clé 1 : Le maintien des consommations pour le chauffage en cas d'échec de la transition du bâtiment.** Ce secteur offre un fort potentiel de réduction des consommations de gaz, mais une rénovation insuffisante des bâtiments pourrait maintenir une forte dépendance énergétique.

- **Risque clé 2 : Le maintien de la dépendance au gaz dans l'industrie en cas d'échec de la transition du secteur et du fait de la réindustrialisation.** La dépendance au gaz est structurelle dans l'industrie, avec des consommations difficiles à substituer, et l'équilibrage du système électrique pourrait continuer à nécessiter des consommations de gaz.

- **Risque clé 3 : La création de nouvelles dépendances dans le transport de poids lourds en cas de développement du Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL).** Le développement du gaz carburant, notamment sous forme de GPL, dont 60 % est produit à partir de gaz, pourrait créer une nouvelle dépendance énergétique.

  Risque clé 4 : L'insuffisance du biométhane pour couvrir les consommations résiduelles de gaz en 2050, selon leur niveau de réduction. La production nationale de biométhane pourrait ne pas suffire à couvrir les consommations résiduelles de gaz si les transitions dans les secteurs clés restent insuffisantes.

- **Risque clé 5 : Le maintien d'une dépendance au gaz fossile expose à des menaces géopolitiques et économiques.** Un maintien important des consommations de gaz fossile exposerait la France à des risques économiques et géopolitiques liés aux importations d'énergies.

Rapport intermédiaire

[4] Tableau de bord : biométhane injecté dans les réseaux de gaz - Quatrième trimestre 2024 | Données et études statistiques

I. Une dépendance forte des territoires à un gaz fossile majoritairement importé

A. Une dépendance des activités et des territoires au gaz

Chauffage des bâtiments, industrie et énergie dépendent fortement du gaz

Il existe deux types de consommation du gaz naturel : les consommations énergétiques, pour produire de la chaleur, de l'électricité ou pour alimenter des moteurs, et les consommations non énergétiques, notamment en tant que matière première dans l'industrie.

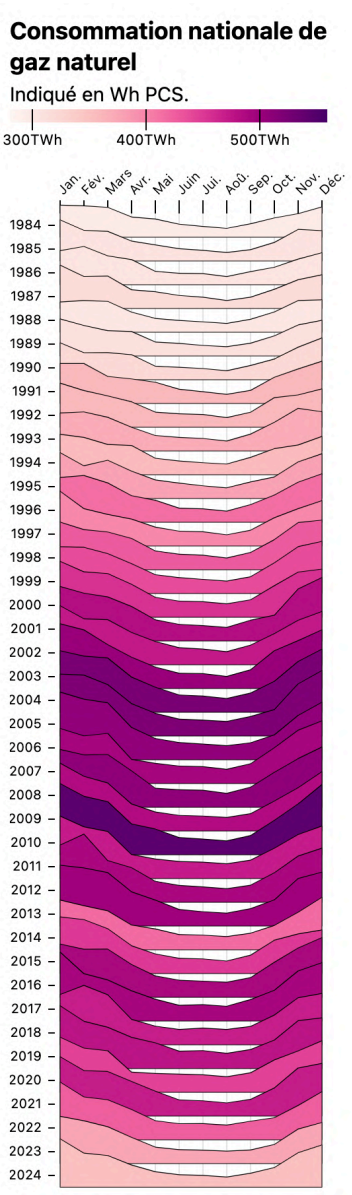
Les principaux postes de consommation de gaz sont les suivants :

Secteur	Part[5] (2023)	Sources de consommation	Acteurs impliqués
Tertiaire et résidentiel Résidentiel Tertiaire	**48 % (177 TWh)** 114 TWh 63 TWh	Chauffage des habitations et des bâtiments tertiaires. Production d'eau chaude sanitaire. Plaque de cuisson.	Particuliers, entreprises.
Industrie : énergétique non énergétique	**30 % (113 TWh)** 102 TWh 11 TWh	Pouvoir calorifique dans les procédés industriels (Agro-alim, Papier-carton, Cokéfaction et raffinage, Industrie chimique…) Alimentation des industries à haute température (fours verriers, hauts fourneaux). Matière première pour la fabrication d'engrais Raffinage pour des usages pétrochimiques.	CCI, Industries
Energie: électricité cogénération chaleur pertes et usages internes	**22 % (82 TWh)** 38 TWh 26 TWh 10 TWh 9 TWh	Production d'électricité en cogénération. Production de chaleur.	EDF
Transport et mobilité	…	Propulsion véhicules lourds (GNV), des bus et des véhicules utilitaires.	Collectivités, logistique.

[5] SDES 2023 (données locales de l'énergie)

Rapport intermédiaire

Secteur	Part[5] (2023)	Sources de consommation	Acteurs impliqués
Total	**371 TWh**		



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Conjoncture mensuelle de l'énergie (SDES, 2024)

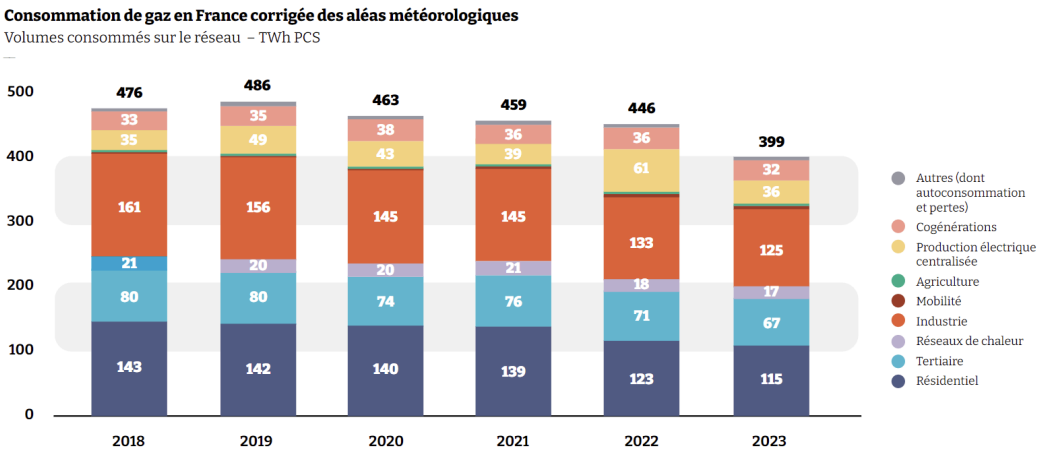
À ces consommations s'ajoutent également 20 TWh consommés[6] sous la forme de GPL (propane et de butane) dans les zones résidentielles qui ne sont pas raccordées au réseau (sous la forme de bonbonnes), de même que dans l'industrie et pour l'agriculture (livré dans des cuves), par exemple pour chauffer des serres.

Le gaz est nécessaire pour la production d'autres ressources considérées dans ce rapport : l'électricité, via la cogénération, et les productions agricoles et alimentaires, via la production d'engrais et le fonctionnement de l'industrie agro-alimentaire.

Une dépendance au gaz en légère baisse

Les usages dans les transports, dans le tertiaire et dans l'industrie sont restés relativement stables dans les dernières décennies. La croissance de la consommation de gaz entre 1990 et le début des années 2000 est due à l'essor du chauffage au gaz dans le bâtiment et à son utilisation pour la production d'électricité en remplacement du fioul et du charbon. La baisse récente de la consommation est attribuée à la hausse des prix et à une prise de conscience sociétale sur les impacts de ce vecteur énergétique.

[6] Le gaz en France : chiffres clés de 2023 sur l'importation, consommation, biométhane | Connaissances des énergies



Consommation de gaz en France corrigée des aléas météorologiques[7]

Des consommations de gaz, plus fortes en hiver

Il est important de noter que la consommation de gaz est thermosensible et saisonnière. Elle fait l'objet d'importantes fluctuations saisonnières et météorologiques, en fonction des besoins de chauffage et des besoins d'équilibrage du réseau électrique. On peut l'observer dans l'illustration ci-dessus qui présente l'évolution des consommations entre 1984 et 2024, tout en détaillant la distribution mensuelle de ces consommations.

On observe que les consommations sont largement concentrées dans la période de la mi-septembre à la mi-avril. On observe également des fluctuations importantes d'une année sur l'autre, qui viennent combiner des phénomènes météorologiques (par exemple pour expliquer la différence entre deux années consécutives) et des phénomènes climatiques (par exemple pour expliquer la diminution des consommations depuis les années 2010).

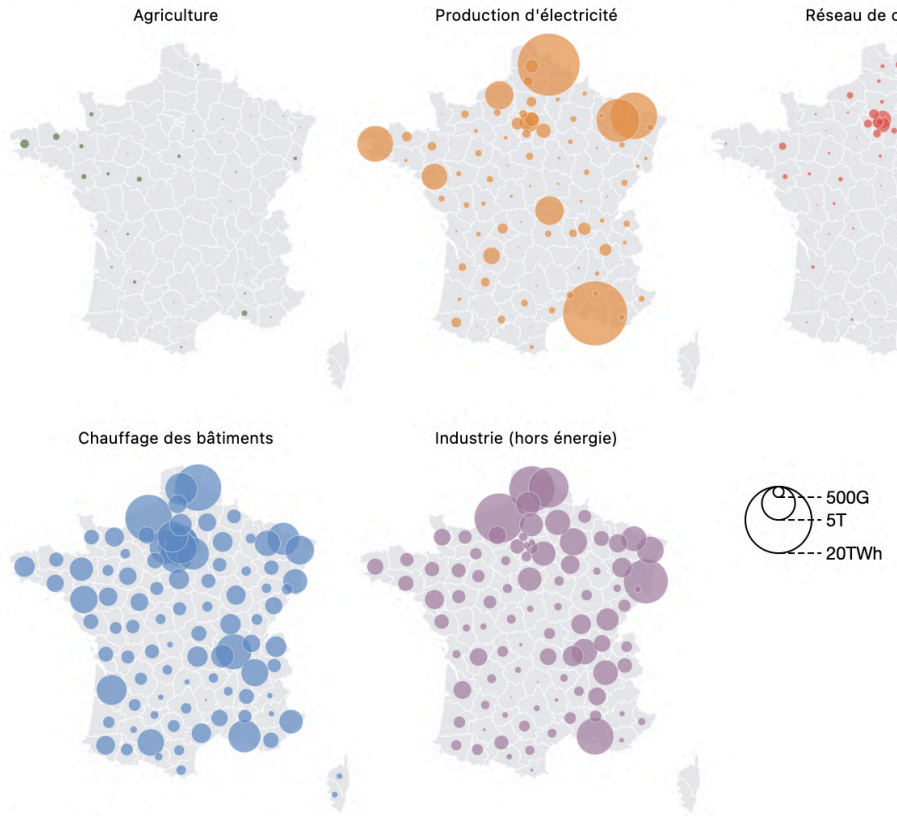
Des consommations concentrées autour des villes et des zones industrielles

Les consommations de gaz naturel sont fortement territorialisées. Les départements qui accueillent une centrale thermique sont fortement consommateurs en gaz, de même que les territoires industriels comme le nord et l'est de la France.

Rapport Intermédiaire

[7] perspectives-gaz-2024

Consommation de gaz par usage par département en 2022

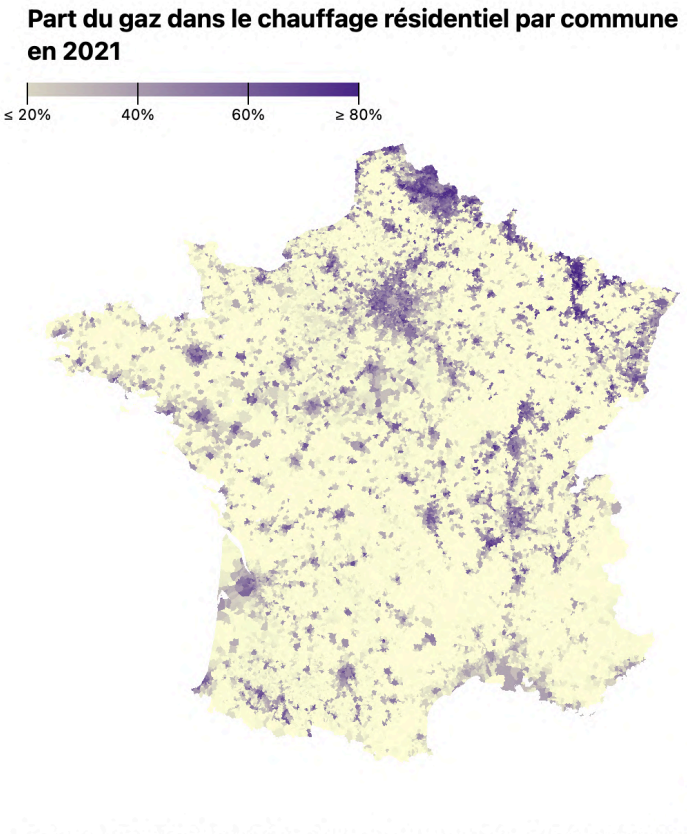


Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de livraison de gaz du SDES (2023)

Plus marginalement, le gaz est sollicité pour alimenter les réseaux de chaleur dans quelques grandes villes. Par ailleurs, le gaz est consommé de manière diffuse dans toute la France, et particulièrement dans le Nord et l'Est, pour le chauffage du résidentiel et du tertiaire.

La carte ci-dessous nous permet de constater que les consommations de gaz pour le chauffage sont plus fortes aux alentours des métropoles et villes moyennes. Cela peut notamment se comprendre par le besoin de réseaux de gaz, plus faciles à déployer dans des zones densément peuplées. Tous ces territoires sont fortement dépendants du gaz et sont donc vulnérables à des augmentations du prix du gaz, ou à des ruptures d'approvisionnement. Les conséquences d'une difficulté dans l'accès au gaz peuvent être désastreuses d'un point de vue social ou de la santé.

Rapport



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Recensement de la population (INSEE, 2021)

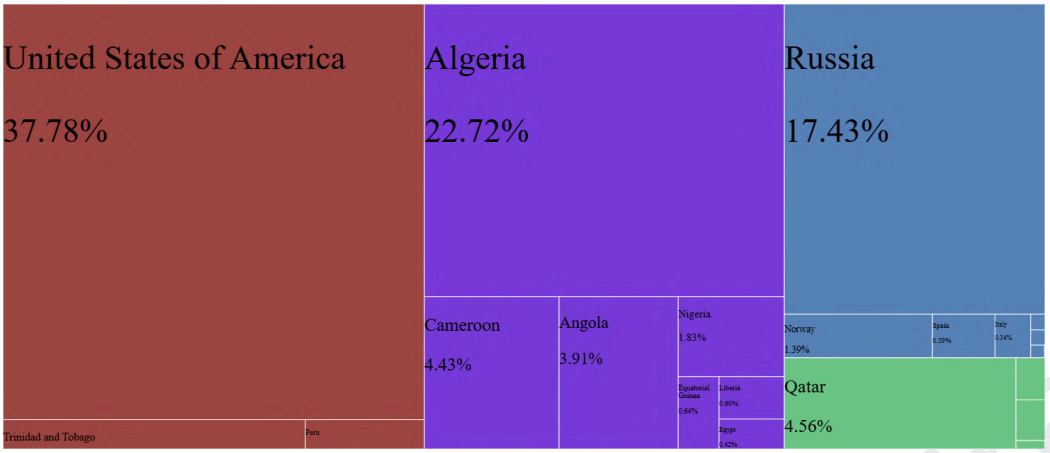
B. Du gaz fossile majoritairement importé et une production de biométhane encore limitée

Le gaz naturel est une ressource massivement importée depuis la Russie, l'Algérie et les Etats-Unis

Le gaz fossile n'est pas une ressource extraite sur les territoires français. Elle est intégralement importée, sous deux formes principales : sous forme gazeuse, via des pipelines, et sous forme liquéfiée, par le biais de méthaniers. La ressource en gaz naturel liquéfié (GNL) consommée en Europe est produite par quelques pays parmi lesquels les Etats-Unis (40,3 % en 2023[8]), la Russie (13,6 %), l'Algérie (10,2 %), le Qatar (8,8 %), le Nigéria (5,4 %) et la Norvège (4,2 %).

En 2023, le gaz liquéfié importé en France (11 milliards d'€) provenait à 37,8 % des Etats-Unis, à 17,4 % de la Russie, et à 22,7 % de l'Algérie :

[8] The Atlas of Economic Complexity



Sources important de GNL en France en 2023[9]

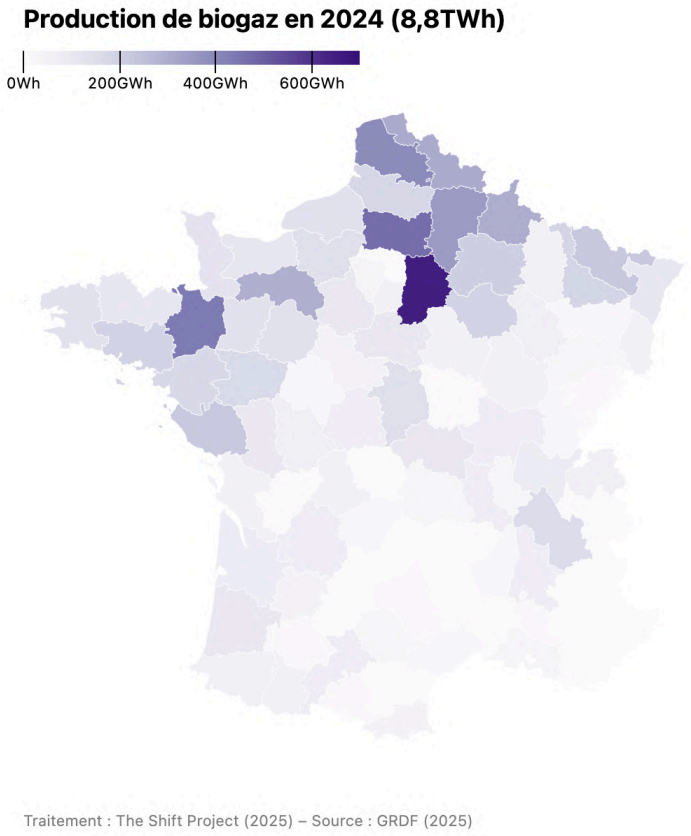
Les productions (locales) de biométhane sont encore embryonnaires

Le principal moyen de production de gaz bas carbone est la méthanisation, qui repose sur la dégradation de matière organique, qui produit du biométhane et du digestat. Le développement de la méthanisation a notamment pour effet de relocaliser une partie de la production de méthane.

Bien que la filière soit en croissance depuis 2012, la méthanisation ne couvre qu'environ 2 % de la consommation en 2023. Les capacités d'injection de biométhane installées fin 2024 correspondent environ à un maximum de 13,9 TWh de production annuelle.

Rapport intermédiaire

[9] The Atlas of Economic Complexity



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : GRDF (2025)

La biométhanisation repose à 91 % sur des méthaniseurs[10], qui mobilisent eux-mêmes différents intrants. Les autres productions proviennent des installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) à 4 % et des stations d'épuration urbaines ou industrielles (STEP) à 5 %. La méthanisation peut consommer[11] des effluents d'élevage (40 % de la production de biométhane en 2020) et des déchets de culture (8 %). Elle peut ainsi venir en conflit avec le retour au sol à des fins de fertilisation.

Même si le débat sur la qualité en matière de fertilisation du digestat en sortie de méthaniseur n'est pas encore arrêté, certains acteurs craignent que le retour au sol en sortie de méthaniseur soit moins bon que l'épandage direct des effluents, voire craignent que le digestat soit toxique pour les sols.

La méthanisation peut également consommer des cultures intermédiaires à usage énergétique (29 %), ou encore des cultures dédiées à la méthanisation (5 %). Ces dernières sont limitées à 15 % maximum du tonnage brut des intrants[12]. Se référer au livret biomasse agricole pour plus détails sur les enjeux associés à la méthanisation et aux conflits sur les matières premières.

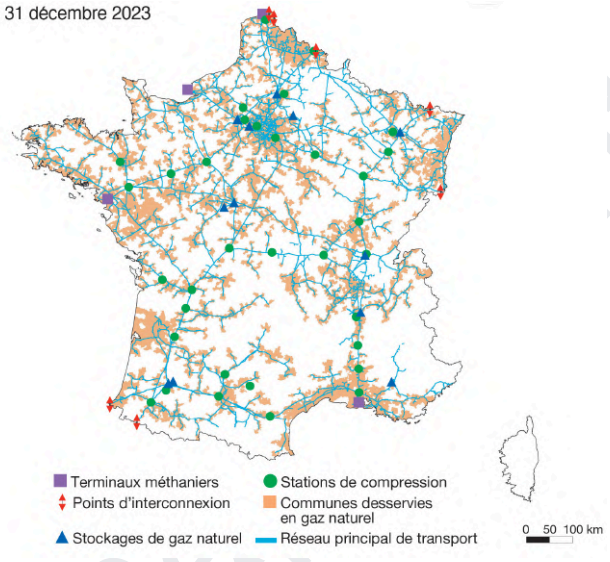
[10] Tableau de bord : biométhane injecté dans les réseaux de gaz - Quatrième trimestre 2024 | Données et études statistiques
[11] La méthanisation, pour un gaz non fossile | INRAE
[12] Selon le décret n° 2022-1120 du 4 août 2022 relatif aux cultures utilisées pour la production de biométhane et de biocarburant

C. Des territoires français très dépendants des importations, et d'un lourd réseau d'infrastructures

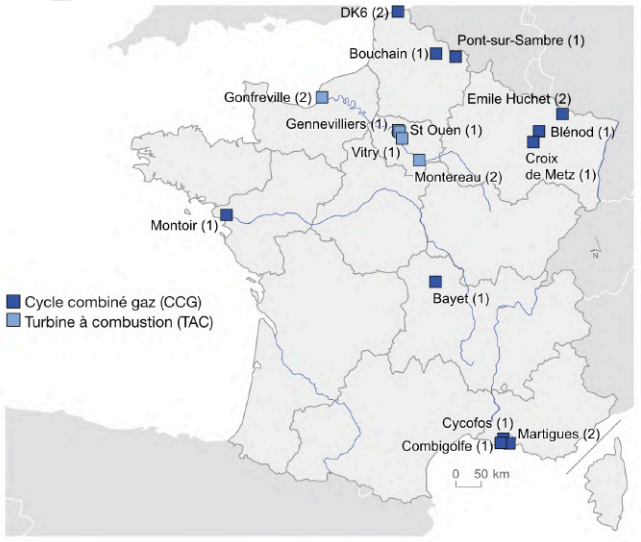
Un approvisionnement dépendant d'infrastructures : gazoducs, méthaniers, stockages et réseaux de gaz

Comme on l'a vu précédemment, le gaz naturel est exclusivement extrait hors de l'Hexagone. Cela soulève des enjeux géopolitiques (dépendance aux Etats-Unis, à la Russie et l'Algérie) et économiques (déséquilibre de la balance commerciale). Selon la provenance, il entre en France de deux manières principales. Le gaz provenant d'Egypte, d'Algérie et du Nigéria arrive par les terminaux méthaniers portuaires. Le gaz provenant de Norvège et de Russie arrive par la voie terrestre, par le biais de pipelines.

Pour être transporté dans un méthanier, le gaz doit être conditionné sous la forme liquide, pour simplifier et assurer la sécurité de son transport. Le transport du gaz, entre son lieu de production et son lieu de consommation, dépend donc successivement d'un gazoduc, qui relie le lieu de production à la zone portuaire, d'un terminal de liquéfaction et une unité de stockage de gaz liquéfié, d'un parc de méthaniers qui naviguent entre ports émetteurs et ports récepteurs, d'un terminal de regazéification, et d'un réseau de canalisations de gaz pour assurer sa distribution[13].



Réseaux de transport, de stockage et compression de gaz naturel[14]



Centrales électriques fonctionnant au gaz[15]

En plus de le transporter, il est également nécessaire de stocker le gaz pour gérer les décalages entre les périodes d'approvisionnement et les périodes de fortes consommations. De grandes quantités de gaz sont ainsi stockées dans des nappes aquifères profondes ou des cavités salines. En France, le potentiel de stockage de méthane est de 130 TWh en

[13] Cours en ligne et simulateur de thermodynamique appliquée
[14] Gaz naturel | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024
[15] Gaz naturel | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2023

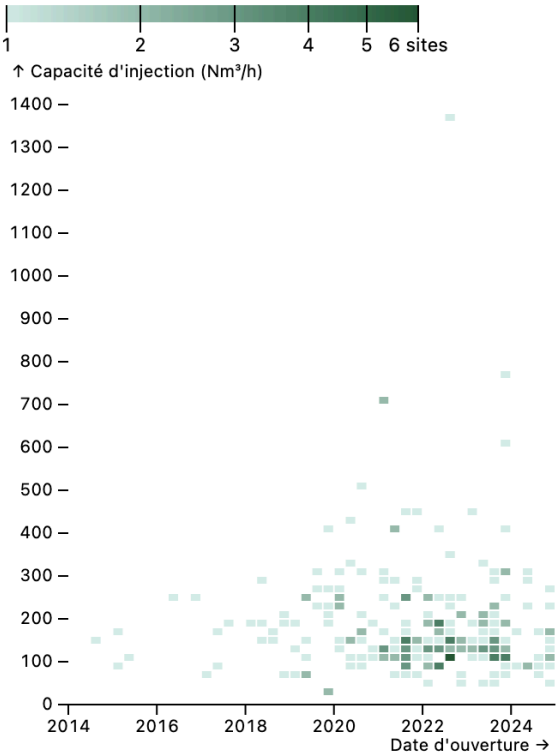
2022[16], soit l'équivalent de ⅓ de la consommation annuelle. La transition énergétique, et la sortie du gaz fossile, pose la question du coût de l'abandon progressif de ces infrastructures, ou de la réduction de leur sollicitation. Le réseau de distribution de GRDF ayant été construit pour le niveau de consommation actuel, la réduction de la consommation de gaz va donc se répercuter sur l'équilibre financier de l'entreprise qui continue d'entretenir les réseaux de gaz déployés.

Le biométhane s'intègre dans le réseau de gaz, via des injections locales

Une partie du biométhane produit est consommée localement pour le fonctionnement des machines agricoles. Une autre partie est injectée dans le réseau de distribution, grâce à des sites d'injection dont le nombre est en pleine croissance.

Nombre de sites d'injection de biométhane ouverts chaque année en fonction de leur capacité d'injection

Uniquement ceux raccordés au réseau de distribution de GRDF.



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : GRDF (2025)

La sortie du gaz fossile doit ainsi être pensé et planifié à l'échelle nationale, en répartissant l'effort régionalement

Le gaz naturel est géré sur le territoire français par quelques acteurs qui le produisent, le stockent et le distribuent. La consommation du gaz est notamment influencée par les collectivités, qui planifient à l'avenir de la ressource, grâce à leurs stratégies de

[16] Le stockage de gaz en France | CRE

décarbonation. Cependant il est rare que les collectivités réfléchissent les stratégies de décarbonation en termes de réduction des consommations de gaz. Celles-ci sont souvent quantifiées en termes de réduction des émissions de CO2.

Echelle	Acteur	Rôle	Planification
Extra-national	Entreprises productrices d'énergies fossiles	Extraction et raffinage du gaz naturel.	
National	Ministères et gouvernement	Définit les orientations en matière de décarbonation, via SNBC et PPE.	SNBC PPE Plan de Sobriété énergétique
Régionale	Région	Fixe orientations (via SRADDET) en matière de décarbonation et de réduction de la consommation de gaz.	SRADDET COP Régionale
Régionale	Transport du gaz (Natran et Terega)	Transporte le gaz entre les stocks et les lieux de consommation.	
Régionale	Stockage du gaz (Géométhane et Storengy)	Stocke le gaz naturel pour sa consommation future.	
Local	EPCI / Territoire de projet	Fixe les orientations en matière de décarbonation et de réduction de la consommation de gaz.	PCAET SCoT
Local	Distribution du gaz : GRDF	Gère la distribution du gaz jusqu'au consommateur.	
Local	Entreprise de la transition énergétique	Mettent en œuvre la transition : rénovation, changement des modes de production et de chauffage…	

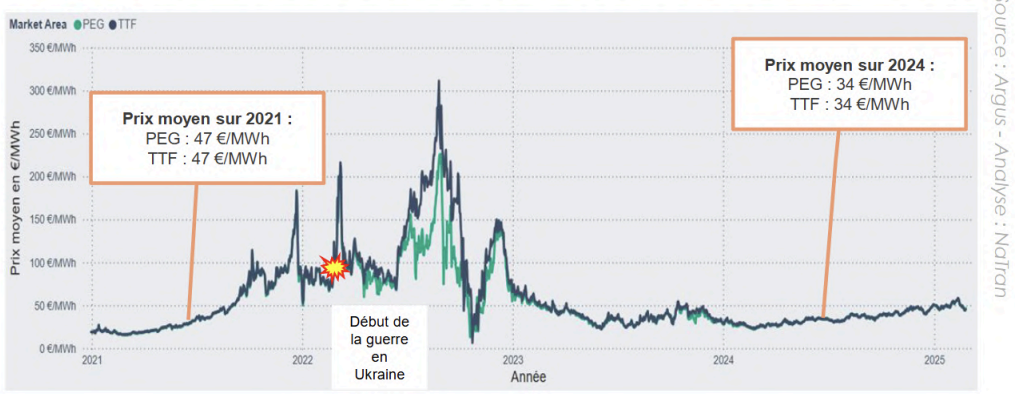
Rapport intermédiaire

II. Des risques croissants de conflits d'usage sur le gaz à l'horizon 2050

A. L'approvisionnement en gaz a connu des fluctuations

Une prise de conscience récente de la vulnérabilité générée par la dépendance au gaz importé

La France a connu une importante crise sur le gaz naturel en 2022. Cette crise s'est notamment traduite par une fluctuation dans les prix du gaz et de l'électricité. Le prix moyen du gaz en France a atteint 210 €/MWh le 10 mars 2022, contre 14,6 €/MWh en 2019, soit une multiplication par 14[17]. De nombreuses industries dépendant du gaz ont été impactées, de même que les industries et artisans dépendant de l'électricité. Face à l'envolée des prix du gaz, l'Etat a massivement subventionné l'énergie pour alléger la facture des consommateurs, et a notamment gelé les tarifs réglementés.



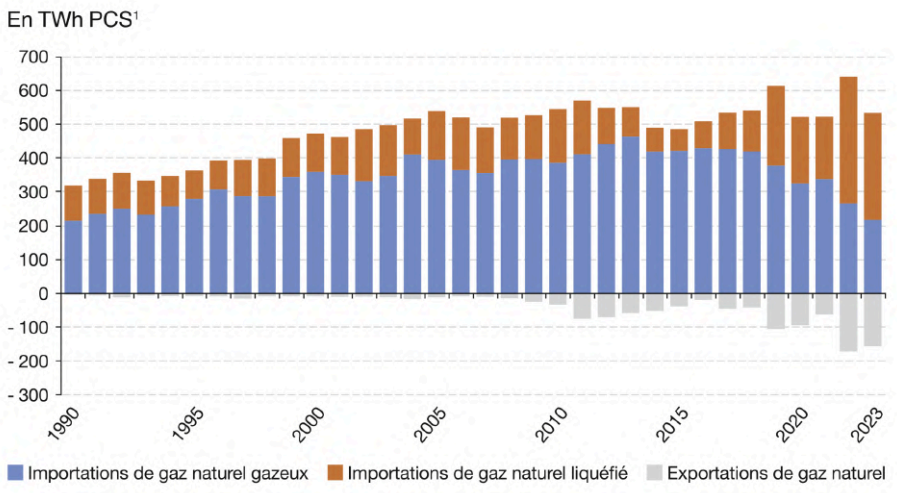
Prix des places de marché française (PEG) et européenne (TTF) depuis le 1er janvier 2021[18]

La crise sur l'approvisionnement en gaz, qui s'est traduit dans une baisse des stocks disponibles, s'est doublé d'une crise sur la production d'électricité nucléaire, qui était à un niveau de production historiquement bas (279 TWh), notamment plus bas qu'en 2021 (82 TWh de moins) et qu'en 2020 (56 TWh de moins), alors même que ces deux années avaient déjà été marquées par un ralentissement de la consommation énergétique[19]. Tout cela a fait craindre une défaillance du système électrique à l'hiver 2022. Mais elle n'a pas eu lieu grâce à un important effort de sobriété, et du fait de la douceur de l'hiver qui a réduit les consommations de chauffage.

[17] War in Ukraine: What short-term effects on the French economy? – Archives du blog 2011 – 2024
[18] Bilan gaz 2024 & Transition Énergétique - Natran
[19] Rapport sur le fonctionnement des marchés de détail français de l'électricité et du gaz naturel entre 2020 et 2022 | CRE

Des tensions sur les gazoducs russes, conduisant à déployer le GNL

L'Europe a connu une baisse drastique de ses importations en gaz Russe, de l'ordre de "-62 % sur l'année 2022, et un quasi arrêt à partir de l'été"[20]. La crise a notamment mené à ré-ouvrir un terminal méthanier au Havre, pour permettre l'importation de GNL, en remplacement d'une partie de l'approvisionnement qui provenait de Russie. Ainsi, en 2022, le volume de GNL livré sur le territoire français a doublé (+102 %) par rapport à l'année précédente[21]. La France est devenue une porte d'entrée pour le reste de l'Europe, en faisant transiter le gaz approvisionné sous forme liquide dans les méthaniers, à travers les réseaux de pipelines frontaliers.



Importations et exportations de gaz naturel,
sous forme gazeuse et sous forme liquéfiée[22]

Des conséquences sociales et économiques sur les citoyens et entreprises

La crise des prix du gaz et de l'électricité a mené à de fortes hausses des factures d'énergie pour les citoyens, les collectivités, les artisans et pour les industriels. Certains industriels ont dû procéder à des arrêts de production, qui se sont notamment traduites par une importante baisse des consommations de gaz par l'industrie. Les trois quarts de la baisse de consommation sont dû à un arrêt de la production d'un certain nombre d'industries, traduisant une sobriété conjoncturelle, qui a été coûteuse pour les acteurs, qui ne correspond pas à un effort de transition qui soit durable dans le temps.

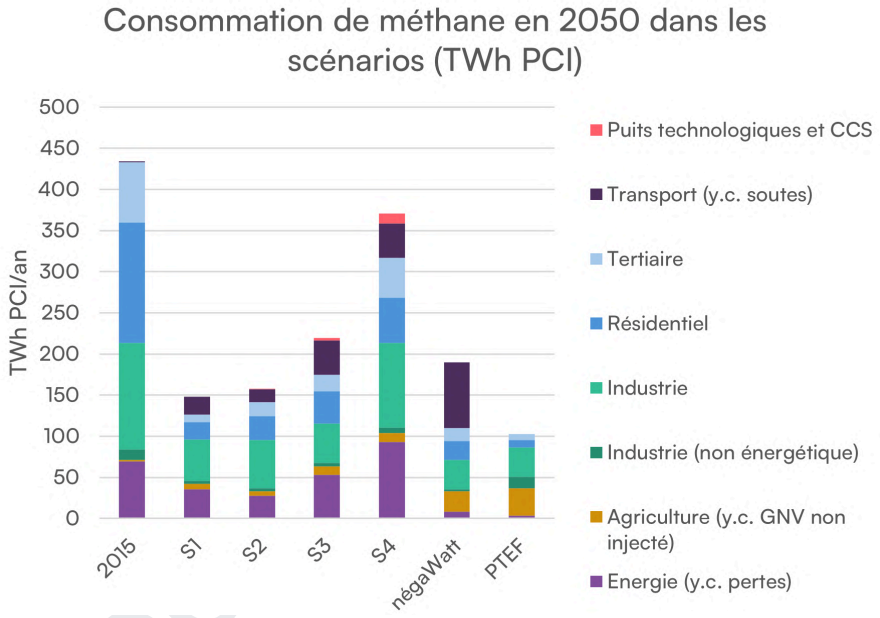
De même, certains artisans ont été touchés, et ont dû revoir les prix de vente des biens et services pour maintenir leur rentabilité face à la hausse des coûts de production. La répercussion sur les coûts a été limitée du fait de la sensibilité des consommateurs à l'évolution des prix, et a ainsi été coûteuse pour les consommateurs. Enfin, la hausse des prix a également généré une forte incertitude sur les dépenses futures pour les acteurs économiques, retardant certains investissements.

[20] perspectives_gaz_2024_final_web.pdf
[21] perspectives_gaz_2024_final_web.pdf
[22] Gaz naturel | Chiffres clés de l'énergie - Édition 2024

B. Une dépendance au gaz qui risque de rester importante en cas de transition énergétique lacunaire

L'atteinte de la neutralité carbone nécessite une réduction globale de la consommation de gaz, car le développement du gaz décarboné connaît des limites physiques. Cinq scénarios de transition sur six évoqués le graphique suivant tablent ainsi sur une réduction drastique des consommations de méthane, allant jusqu'à -50 % à -75 %.

Inversement, quelques scénarios tablent sur une baisse moindre des consommations de méthane, comme c'est le cas du scénario de transition S4 de l'ADEME (-15 %) ou du scénario de GRDF (-30 %). La capacité à réduire la dépendance au gaz dépend donc de la mise en œuvre efficiente de la transition énergétique. Inversement, une insuffisance dans la transition risque de se traduire par la persistance de consommations qui ne pourront être assurées qu'en restant dépendant d'importations pourtant problématiques géopolitiques.



Consommations projetées par différents scénarios de transition[23]

Risque clé n°1 : Le risque du maintien des consommations pour le chauffage en cas d'insuffisante rénovation

Selon les scénarios de transition, c'est dans le bâtiment que la baisse de consommation peut être la plus forte (de -55 % à -90 % de diminution), grâce à la rénovation thermique, à l'amélioration des équipements, et à la substitution des chauffages au gaz par d'autres énergies comme l'électricité, le bois et les réseaux de chaleur. Le gaz devrait notamment disparaître des bâtiments neufs si la RE2020 est appliquée. Si les scénarios de transition sont appliqués, la consommation résidentielle pourrait atteindre entre 9 et 55 TWh en 2050, contre 114 TWh actuellement, et la consommation tertiaire pourrait atteindre entre 7 et 48 TWh en 2050, contre 63 TWh actuellement.

[23] Comprendre les scénarios de transition 2050

Dans le rapport final : nous allons séparer la contribution des facteurs efficacité / sobriété par rapport au facteur substitution dans les économies de gaz. L'objectif est de mieux mettre en valeur les effets cascades liés aux substitutions hors du gaz.

Le scénario de l'ADEME le moins consommateur en gaz (S1), qui atteint 21 TWh de consommation du résidentiel et 9 TWh du tertiaire en 2050, repose sur plusieurs stratégies. A l'échelle du parc, il s'agit de limiter les espaces consommés par personne et d'optimiser l'usage du parc existant, il s'agit d'utiliser moins d'équipements et de mieux les dimensionner. Il s'agit de baisser le besoin thermique du bâtiment. Enfin, il s'agit surtout de remplacer les vecteurs énergétiques, notamment en supprimant les chaudières à gaz. Inversement, le scénario le plus consommateur (S4), qui atteint 55 TWh pour le résidentiel et 48 TWh pour le tertiaire, repose sur une transition beaucoup plus légère, et ne mise que peu sur la sobriété et l'efficacité, en améliorant seulement l'efficacité de quelques équipements, ainsi que peu sur le remplacement des vecteurs énergétiques.

Demande (TWh PCI)	2023	S1	S2	S3	S4	néga Watt	PTEF
Résidentiel	114	20,8	29,1	39,1	55	23,1	8,8
Tertiaire	63	9,3	16,8	20,3	48	15,5	7,3

Ainsi, une insuffisante mise en œuvre de la transition, se traduisant par une insuffisante réduction des consommations de gaz, risque de maintenir une dépendance forte au gaz naturel, qui se traduit par un surplus de 73 TWh dans le cas d'une transition faible, ou dans un surplus de 147 TWh dans le cas d'une absence de transition du secteur et d'un maintien de la consommation actuelle.

EDP #2 : nous allons développer une analyse territoriale des économies possibles dans le cas de la mise en œuvre de la rénovation énergétique. L'objectif est d'analyser les allègements de consommation possibles.

Deux ensembles de mesures seront considérées :

- rénovation structure (efficacité)
- changement vecteur (substitution)

Deux jeux d'hypothèse :

- une transition ambitieuse (forte rénovation / forte substitution)
- une transition faible (faible rénovation / faible substitution)

Objectif : montrer quels territoires restent dépendant du gaz pour le chauffage selon le niveau de transition.

Rapport intermédiaire

1.1 Carte sans transition énergétique (mais avec autres facteurs tendanciels)	1.2 Carte avec transition faible	1.3 Carte avec transition forte

Risque clé n°2 : Le risque du maintien de la dépendance au gaz dans l'industrie et la production d'électricité

Une capacité incertaine de réduction des dépendances dans l'industrie, des consommations qui risquent de se maintenir

Dans l'industrie, une réduction de la consommation de gaz est également envisagée, entre 50 et 110 TWh selon les scénarios, contre 113 TWh aujourd'hui. Cela consiste dans la réduction de consommations énergétiques (jusqu'à 36 TWh, contre 102 TWh aujourd'hui) et les consommations non énergétiques (jusqu'à 3 TWh d'usages non énergétiques contre 11 TWh aujourd'hui).

Elle dépend de l'évolution de la consommation de biens. Elle dépend aussi de l'effort de réindustrialisation qui peut porter les consommations à la hausse. Elle dépend des efforts d'efficacité dans les procédés industriels qui permettent de consommer moins de gaz pour une même production. Enfin, elle repose sur la substitution du gaz par d'autres énergies, en remplaçant par exemple les chauffages au gaz par des pompes à chaleur électriques. De même, l'hydrogène utilisé dans l'industrie, aujourd'hui majoritairement produit à partir de gaz fossile, pourrait être produit à partir d'électricité.

Le scénario de Négawatt, qui mène à la consommation la plus faible (36 TWh d'usages énergétiques et 14 TWh d'usages non énergétiques), mise beaucoup sur la sobriété dans la consommation et l'efficacité tout en misant tout de même sur une certaine réindustrialisation. Le scénario S4 de l'ADEME, qui conserve la consommation la plus importante (103 TWh d'usages énergétiques et 7 TWh d'usages non énergétiques) mise peu sur la sobriété, peu sur la réduction des consommations et peu sur l'électrification des procédés.

Demande (TWh PCI)	2023	S1	S2	S3	S4	négaWatt	PTEF
Industrie (non énergétique)	11	3,8	3,7	4,6	6,7	2,8	14
Industrie	102	50,4	58,5	47,7	103	35,6	36

De la même manière que pour le chauffage, la réduction des consommations dépend fortement de l'effort de transition du secteur industriel et du niveau de consommation matérielle du français moyen. Une insuffisante transition risque de générer un surplus de 60

Rapport intermédiaire

TWh dans le cas d'une transition faible (scénario S4 de l'ADEME), voire de 92 TWh dans le cas d'une absence de transition.

EDP #2 : nous allons développer une analyse territoriale des dépendances au gaz pour l'industrie selon plusieurs niveaux de transition de celle-ci.

Objectif : montrer quels territoires restent dépendant du gaz pour l'industrie selon les scénarios de transition.

2.1 Carte réindustrialisation sans transition	2.2 Carte réindustrialisation avec scénario de transition faible	2.3 Carte réindustrialisation avec scénario de transition forte

Une dépendance qui risque de se maintenir pour la stabilité du système électrique

Concernant l'équilibre du système électrique, le gaz pourrait rester une source de production d'électricité à la demande, même dans les scénarios de transition pour compenser l'intermittence des énergies renouvelables.

Le besoin en gaz pour cet usage dépendra du niveau de consommation électrique global et du niveau de développement du nucléaire, avec des estimations variant de 0 à 93 TWh en 2050 selon les scénarios, contre 69 TWh aujourd'hui. Seul le scénario S4 envisage une hausse des consommations de gaz pour la production électrique, les autres envisagent une baisse plus ou moins forte, les autres scénarios se situent entre 53 TWh pour le S3 de l'ADEME (une baisse de 16 TWh) et 8 TWh pour Négawatt (soit une baisse de 61 TWh).

Les scénarios de l'étude futurs énergétiques[24] de RTE mentionnent *"Un besoin de nouvelles centrales thermiques très conséquent dans tous les scénarios 100 % renouvelables [...] Les centrales devront fonctionner avec du gaz décarboné (hydrogène, méthane de synthèse, biométhane). Leur durée d'utilisation sera faible en moyenne et très variable selon les années, essentiellement en hiver."* Pour RTE, la capacité installée serait de 30 GW pour un scénario 100 % renouvelable, mais 0 GW pour un scénario où l'on a développé les capacités nucléaires tout en réduisant la consommation électrique. Globalement, les scénarios intermédiaires anticipent une puissance installée de l'ordre de 10 GW à minima.

Nous alors vers une réduction globale des consommations de gaz pour l'électricité, avec le besoin de maintenir quelques consommations pour contribuer à la flexibilité du réseau. Celles-ci devront être assurées, car elles sont nécessaires structurellement au fonctionnement, et pourraient drainer une large partie des productions de biométhane et de méthane de synthèse, ou maintenir des dépendances au gaz fossile.

Rapport intermédiaire

24 assets.rte-france.com/prod/public/2021-12/Futurs-Energetiques-2050-principaux-resultats.pdf

Demande (TWh PCI)	2023	S1	S2	S3	S4	négaWatt	PTEF	GRDF[25]
Energie (y.c. pertes)	82	35,4	27,9	53,2	93	8	3,3	10

Risque clé n°3 : Le risque de créer de nouvelles dépendances dans le transport

Dans les transports, la consommation de gaz est envisagée principalement pour les véhicules terrestres lourds. Les scénarios misent plutôt sur l'électrification pour les voitures particulières, et sur les biocarburants ou e-fuels pour l'aviation et le fluvial.

Certaines stratégies s'appuient en effet sur le gaz naturel pour une décarbonation partielle du transport (notamment poids lourd, bus et utilitaires). La consommation de gaz dans les transports pourrait varier de 0 à 80 TWh en 2050 selon les scénarios, avec le scénario négaWatt misant le plus fortement sur cet usage, comptant sur 70 % de transports terrestres lourds alimentés au gaz et 30 % de voitures hybrides électricité-gaz, atteignant une consommation totale de 80 TWh en 2050.

Inversement, le Plan de Transformation de l'Économie Française (publié par le Shift Project) ne parie pas du tout sur le développement du gaz dans les transports, en misant plutôt sur l'électrification.

Demande (TWh PCI)	S1	S2	S3	S4	négaWatt	PTEF
Transport (y.c. soutes)	21,6	15,9	41,4	42	80,1	0

Il existe ainsi des désaccords majeurs entre les acteurs de la transition quant à la place que l'on doit donner au gaz dans les transports. Là où certains y voient une "énergie de transition", d'autres ne voient que le risque de prolonger notre dépendance aux énergies fossiles. La vision qui sera dominante risque donc d'influencer très fortement notre dépendance future au gaz.

EDP #3 : nous allons développer une analyse territoriale pour identifier les nouvelles dépendances que pourrait générer le développement du recours au gaz dans les transports.

Nous considérons deux cas : un scénario faible (20 TWh) et un scénario de développement important (60 TWh) du gaz dans les transports.

Nous répartirons les nouvelles consommations en fonction du poids que représentent les différents territoires dans le transport logistique aujourd'hui (comme "proxy" des territoires qui pourraient substituer une partie du pétrole par du gaz pour alimenter les flottes de véhicules).

[25] Perspectives Gaz 2022 - Scénario de consommation de gaz à l'horizon 2050 — Open Data GRDF

Document préparatoire

Objectif : montrer les territoires qui risquent de voir leurs consommations augmenter en cas de développement du gaz dans les transports.

3.2 Carte scénario recours fort	3.3 Carte scénario recours faible

Les territoires qui risquent de rester dépendant au gaz

EDP #4 : nous allons développer une analyse territoriale agrégée des dépendances futures au gaz en fonction des scénarios de transition.

Nous allons croiser les modélisations précédentes en ajoutant une consommation supplémentaire : une base de 30 TWh pour la production d'électricité, répartie entre les différentes centrales thermiques actuelles.

L'objet est de montrer le niveau de dépendance restante en fonction des niveaux de transition, les cartes pourront être exprimées en pourcentage de consommation actuelle :

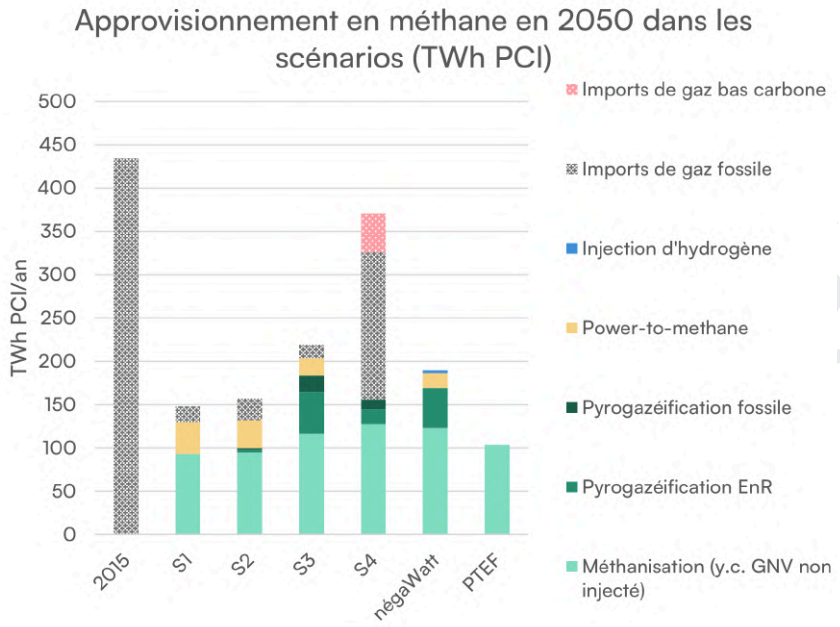
4.1 Scénario agrégé tendanciel : croisement 1.1 et 2.1 + conso prod élec	4.2 Scénario agrégé transition faible : croisement 1.2, 2.2 et 3.2 + conso prod élec	4.3 Scénario agrégé transition forte : croisement 1.3, 2.3 et 3.3 + conso prod élec

C. Des gaz alternatifs dont la disponibilité sera incertaine, et une dépendance au gaz fossile qui risque de se maintenir

Dans le cadre de la transition bas carbone et dans une optique d'indépendance énergétique, les scénarios envisagent de se passer totalement du gaz fossile et de réduire fortement les importations, tout en maintenant une certaine consommation du vecteur gaz. Ces stratégies reposent ainsi majoritairement sur la réduction des consommations de méthane, et secondairement sur le recours au biométhane. Le second ne peut subvenir aux consommations de gaz que si celles-ci diminuent pour devenir inférieures aux productions de biométhane qui sont réalistiquement atteignables.

Les producteurs de gaz français tablent par exemple sur un "mix gazier pourrait devenir 100 % renouvelable et bas carbone avant 2050". Cette part de biométhane dans les consommations de gaz est également importante pour Négawatt et le PTEF (100 %), et pour

les scénarios S1, S2 et S3 de l'ADEME (93 %, 84 % et 88 %). Mais tous ces scénarios ont la particularité de partir du principe d'une réduction très forte des consommations de gaz, reposant sur les hypothèses notamment évoquées dans la partie précédente. Seul le scénario S4 de l'ADEME envisage une part plus faible (54 %) du fait d'une réduction plus faible des consommations de gaz du fait d'un effort de transition moindre.



Approvisionnement projeté en gaz selon différents scénarios de transition[26]

Le principal moyen envisagé pour produire du gaz bas carbone à l'échéance 2050 est la méthanisation. Mais deux autres moyens de production de gaz bas carbone sont parfois évoqués, avec de fortes incertitudes sur leur potentiel réel. C'est le cas de la pyrogazéification, qui valorise des déchets carbonés non recyclables et des déchets de la filière bois, et du power-to-methane, qui recourt à l'électricité et à de la capture de carbone pour produire du méthane. Ces deux dernières technologies ne sont pas encore industrialisées, et il existe donc de fortes incertitudes sur leur capacité à devenir des producteurs significatifs de gaz de synthèse. De plus, elles reposent sur de la biomasse et de l'électricité, et elles génèrent donc également des tensions sur d'autres ressources.

Risque clé n°4 : Le risque de l'insuffisance du biométhane pour couvrir les consommations résiduelles de gaz en 2050

La méthanisation concentrera l'essentiel de la production de méthane bas carbone, tout en ne couvrant au maximum qu'un tiers des consommations actuelles de méthane

La quantité de biomasse mobilisable d'ici 2050 est estimée en tenant compte des autres usages et des impacts potentiels du changement climatique. La méthanisation assure une production relativement homogène entre les scénarios à l'horizon 2050, allant de 94 à 128 TWh. Tous les scénarios misent sur un développement ambitieux des cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) et sur la valorisation des résidus agricoles.

[26] Comprendre les scénarios de transition 2050

Rapport intermédiaire

Par ailleurs, la plupart des scénarios privilégient l'injection de méthane dans le réseau gazier plutôt que l'usage du méthane pour la production locale d'électricité et de chaleur. L'organisation de la filière en 2050 est imaginée majoritairement de manière décentralisée, avec des installations à la ferme ou à l'échelle de quelques communes.

mix (TWh PCI)	Fourchette 2050	S1	S2	S3	S4	négaWatt	PTEF
Méthanisation (y.c. GNV non injecté)	94 - 128	94	95	116	128	123	103

La méthanisation risque de créer des conflits d'usage sur les matières premières

Comme on l'a vu à la partie I, cette méthanisation repose sur l'exploitation d'un certain nombre de potentiels territoriaux, diversement répartis sur les territoires, et qui peuvent eux-mêmes êtres mobilisés pour d'autres usages que la méthanisation. Cela pourra se traduire par des conflits d'usage sur les matières premières utilisées dans la méthanisation.

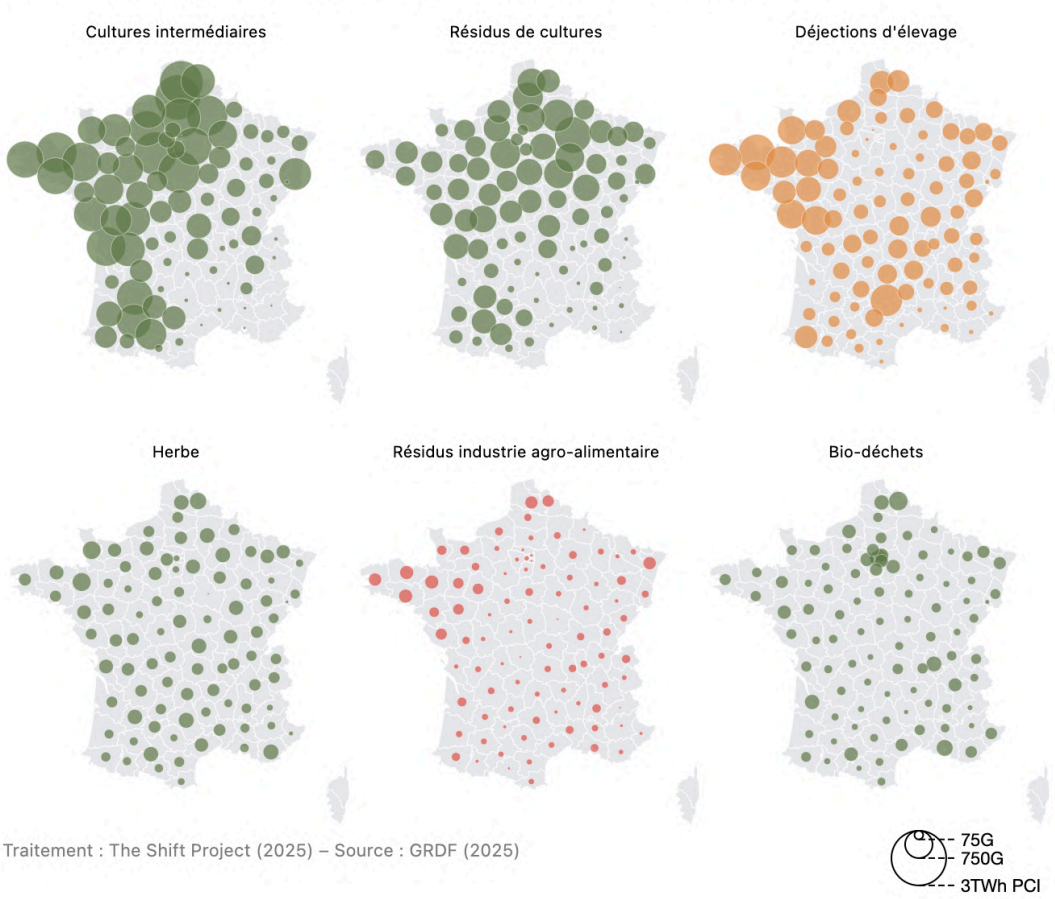
Sources de production de méthane	Conflits potentiels
Cultures dédiées	Conflits avec cultures dédiées à l'alimentation animale, l'alimentation humaine, aux usages industriels et aux autres bioénergies
Cultures intermédiaires	Conflits avec production de biocarburants, avec cultures intermédiaires alimentaires, et avec le retour au sol (les couverts d'interculture n'étant théoriquement pas récoltés)… et risque lié à l'intensification (hausse consommation eau et sols)
Résidus de culture	Conflits avec retour au sol et alimentation animale. Conflit avec bien-être animal (paillage pour litière des animaux).
Déjections d'élevage	Conflits avec retour au sol et usages comme fertilisant agricole.
Herbe	Conflits avec la biodiversité et l'alimentation animale.
Résidus d'industrie agro-alimentaire	Conflit avec stratégie d'efficacité dans les procédés, avec compostage et alimentation animale
Biodéchets	Conflit avec compostage local des biodéchets, et avec production de biocarburant (2G?).
Algues	Conflit avec réduction de la production d'algues à la source, et avec l'intégrité du milieu marin

Rapport intermédiaire

Des potentiels pour le biométhane inégalement répartis sur le territoire français

Si l'on se base sur les données de GRDF sur les potentiels pouvant être mobilisés pour la production de méthane, on identifie une forte territorialisation des potentiels. Les cultures intermédiaires à vocation énergétique peuvent être mobilisées principalement dans la moitié Ouest et le Nord du pays. Les déjections d'élevage peuvent être mobilisées en Bretagne, et de manière plus diffuse dans le reste du pays, et les algues principalement sur les zones littorales.

Potentiels de gaz verts par département à horizon 2050



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : GRDF (2025)

Il est important de souligner que les potentiels identifiés ne deviennent réels que s'ils sont effectivement mobilisés, ce qui suppose de faire des choix au détriment d'autres usages possibles de la biomasse ou des matières premières considérées. De plus, les potentiels peuvent être difficiles à collecter ou la collecte peut n'être pas suffisamment rentable économiquement. Enfin, il faut également différencier la situation actuelle avec l'évolution future tenant compte des réductions induites de certains potentiels (par exemple du fait de la réduction des déchets ou des élevages). Les limitations physiques dans les productions de biométhane impliquent donc de réduire grandement les consommations si l'on souhaite se passer des importations d'énergies fossiles.

EDP #5 : nous allons développer une analyse territoriale sur les potentiels de méthanisation que l'on peut effectivement atteindre en fonction du niveau de

mobilisation des différents gisements.

Pour chaque potentiel, nous faisons des hypothèses en nous basant sur ce qui est jugé crédible par la littérature et les experts. L'objectif est d'obtenir une carte des productions potentielles de biométhane :

5.
Carte de potentiels de production de biométhane en France

Risque clé n°5 : Le maintien d'une dépendance au gaz fossile expose à des menaces géopolitiques et économiques

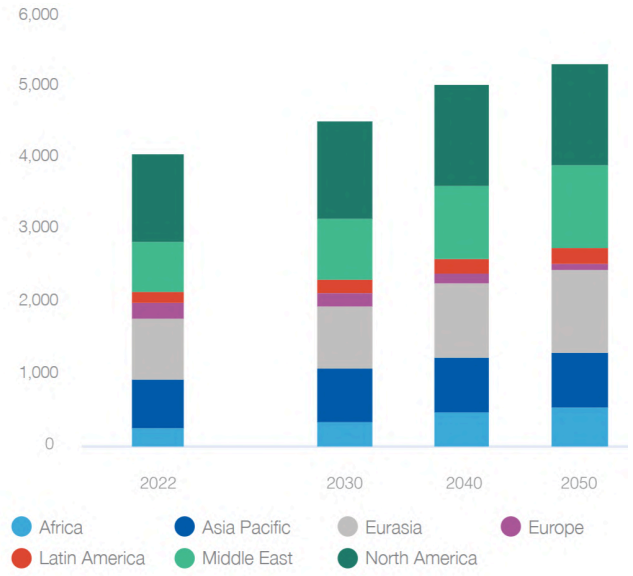
Le risque de voir des importations de gaz naturel persister

Bien que la majorité des scénarios étudiés par le Shift Project envisagent une réduction drastique des importations de gaz grâce au développement de la production nationale de gaz renouvelable et bas carbone, la plupart estiment que des importations, bien que limitées, seront encore nécessaires en 2050. Seuls certains scénarios, misant sur une forte réduction de la consommation et un développement maximal des productions nationales, envisagent une suppression totale des importations de gaz fossile. Inversement, le scénario S4 de l'ADEME fait figure d'exception en prévoyant des importations fossiles importantes.

mix (TWh PCI)	Fourchette 2050	S1	S2	S3	S4	négaWatt	PTEF
Imports de gaz fossile	0 - 324	18	25	15	171	0	0
Imports de gaz bas carbone	0 - 44	0	0	0	44	0	0

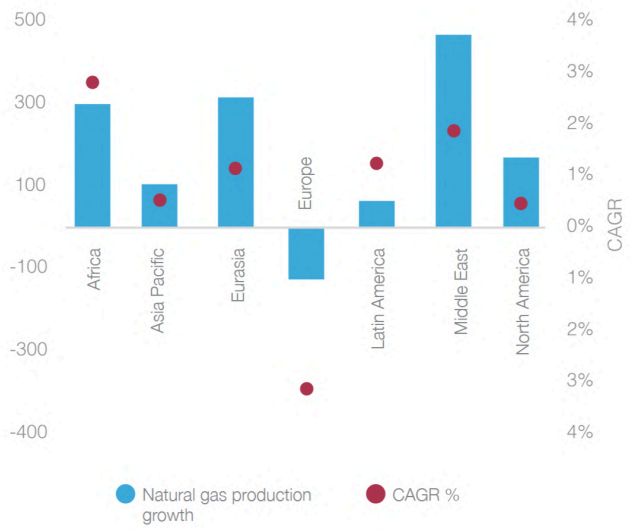
De manière générale, le gaz fossile subvient à tous les besoins qui ne sont pas couverts par la production de biométhane. Celle-ci sera donc d'autant plus grande que la transition énergétique sera insuffisante. Si la transition du chauffage hors du gaz n'est pas effectuée, nous pourrions voir le maintien de 200 TWh de consommation de gaz, et si la transition de l'industrie n'est pas effectuée, le maintien de 96 TWh de consommation.

Rapport intermédiaire



Source: GECF Secretariat based on data from GGM 2023

Production attendue par région entre 2022 et 2050 (bcm)[27]



Source: GECF Secretariat based on data from GGM 2023

Croissance de la production par région entre 2022 et 2050 (bcm)[28]

On constate que malgré une production croissante prévue à l'échéance 2050, l'Europe est le seul continent dont les productions vont globalement diminuer, ce qui pose la question des partenariats commerciaux futurs et de la dépendance de l'Europe et de la France au reste du monde.

D. Des territoires et des activités particulièrement exposées aux risques de tensions sur cette ressource

Consommations et productions de gaz en 2050 : des territoires vulnérables aux contraintes d'approvisionnement

Les territoires qui seront vulnérables aux fluctuations d'approvisionnement en gaz sont les territoires qui seront toujours dépendant du méthane en 2050 :

Rapport intermédiaire

[27] Global Gas Outlook 2050
[28] Global Gas Outlook 2050

Territoire	Risques qualitatifs et quantitatifs	Risques induits
Territoires dont les chauffages résidentiels et tertiaires dépendent du gaz naturel	Risque de dépendance au gaz naturel, et de tension liée à la fluctuation du prix	Risque de précarité énergétique et de conséquences en matière de santé.
Territoire accueillant une centrale électrique fonctionnant au gaz	Risque de dépendance forte d'un territoire au gaz naturel, et de conflits avec d'autres usages locaux (faire fonctionner le système électrique VS. chauffer les bâtiments)	Risque de rupture d'approvisionnement des centrales pourtant nécessaires au fonctionnement du réseau électrique. Risques de drainer toutes les productions locales de gaz.
Territoire industriel	Risque de dépendance et de sensibilité aux fluctuations du prix du gaz naturel	Risques d'arrêt de productions ou d'explosion du prix des produits.
Territoire de passage de poids lourds	Risque de dépendance nouvelle au gaz	Risque de ruptures dans le fonctionnement des chaînes logistiques.

Tous ces territoires seront soumis à des consommations de gaz et pourraient donc être impliqués dans des conflits d'usage sur la ressource.

Un conflit d'usage pourraient donc provenir :

- d'une insuffisante production de biométhane structurelle / ou temporaire pour couvrir tous les besoins - cf. risque n°4
- d'une chute de l'approvisionnement en gaz naturel (dans la quantité résiduelle qui restera en 2050, qui ne sera vraisemblablement pas nulle) - cf. risque n°5
- d'un maintien d'une dépendance d'un secteur dont on comptait sur la décroissance des consommations - cf. risque n°1 et n°2
- du développement de nouvelles dépendances à la ressource - cf. risque n°3

Il est possible d'analyser plus précisément les risques en se basant sur nos modélisations par département :

EDP #6 : nous allons développer une analyse territoriale permettant de croiser les analyses précédentes et comparer les dépendances restantes (cf. cartes 4.1, 4.2 et 4.3 qui seront produites pour le RF) avec le potentiel de production de biométhane (cf. carte 5).

Rapport intermédiaire

6.1 Croisement cartes scénario tendanciel (4.1) / carte potentiel biométhane (5) → carte écart prod / conso + chiffre besoin importation gaz fossile	6.2 Croisement cartes scénario transition faible (4.2) / carte potentiel biométhane (5) → carte écart prod / conso + chiffre besoin importation gaz fossile	6.3 Croisement cartes scénario transition ambitieuse (4.3) / carte potentiel biométhane (5) → carte écart prod / conso + chiffre besoin importation gaz fossile

Cela pourrait mener à des situations où certains acteurs seraient autorisés à consommer lorsque d'autres ne le pourraient pas et cela pourrait mener à des injonctions ponctuelles ou prolongées à la sobriété, par exemple dans pour les usages résidentiels et tertiaires. Une source de conflit pourrait ainsi se situer dans les choix de priorisation entre petits consommateurs diffus (notamment pour le chauffage) et grands consommateurs localisés (industries, centrales à gaz). Une priorisation des seconds, associée d'une injonction à la sobriété pour une grande partie de la population, pourrait être mal perçue.

Rapport intermédiaire

III. Accompagner la sortie de la dépendance aux gaz fossiles

A. Les démarches nationales et sectorielles

La gestion de la crise de l'énergie de 2021-2022

Pour gérer la crise sur le gaz en 2021-2022, l'Etat a eu recours à diverses mesures d'urgence, dont la majorité concernait les prix : bouclier tarifaire, coup de pouce pour les ménages modestes, soutien aux entreprises et compensations sur les hausses de prix, protection des collectivités, campagne de sensibilisation à la sobriété auprès des particuliers et des entreprises. Par exemple, pour protéger les communes face à la hausse du prix du gaz, l'Etat a mis en place un « Filet de sécurité », permettant à 11 000 communes éligibles d'avoir une couverture à 70 % de la hausse de leurs dépendances par l'Etat[29].

De plus, l'Etat a entrepris la diversification de ses approvisionnements, pour réduire sa dépendance à la Russie, ainsi que le renforcement des stocks de gaz, pour s'assurer de passer l'hiver 2021-2022 sans rupture. L'Etat a également mis en place des démarches visant à améliorer la résilience énergétique à plus long terme, notamment des subventions et crédits d'impôts pour la rénovation, de même que l'accélération du déploiement des énergies renouvelables, avec notamment la loi APER et le déploiement des Zone d'accélération de la production d'énergies renouvelables (ZAER).

Les grands types de leviers pour économiser le gaz

Secteur (part conso en 2023)	Leviers structurels	Leviers d'urgence
Tertiaire et résidentiel (45 %) Acteurs: Particuliers, entreprise	**Sobriété** : - Réduction des températures de chauffage (changement de pratique). - Réduction des surfaces chauffées. **Efficacité** : - Rénovation thermique des bâtiments - Amélioration des équipements - Gestion intelligente des bâtiments **Substitution** : - Substitution par électricité, bois et réseaux de chaleur	**Sobriété** : - Réduction du chauffage (passage) 19°C ou 18°C). - Maîtrise des usages lors des pics de consommation.

[29] Rapport_marche_de_detail_novembre_2023.pdf

Rapport intermédiaire

Secteur (part conso en 2023)	Leviers structurels	Leviers d'urgence
Industrie (33 %) Acteurs : CCI, filières, industries	**Efficacité** : - Optimisation des procédés. - Récupération chaleur fatale. **Substitution** : - Électrification des procédés.	**Sobriété** : - arrêt de production
Energie (19 %) Acteurs : EDF	**Sobriété** : - Réduction de toutes les consommations d'électricité évitables. **Efficacité** : - Meilleur pilotage des consommations en fonction de la production ENR.	
Transport et mobilité (1 %) Acteurs : collectivités, entreprises logistique	**Sobriété** : - Réduction des flux logistiques. - Limitation des déplacements. **Substitution** : - Report modal.	

Rapport intermédiaire

La sortie du gaz fossile : une planification nationale portée par la SNBC

La stratégie française pour la consommation de gaz à l'horizon 2050, inscrite dans la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC 2), vise une quasi-décarbonation de l'énergie en réduisant fortement le recours au gaz fossile[30]. Elle repose sur le développement des énergies renouvelables, en particulier la biomasse, ainsi que sur des avancées en méthanisation et pyrogazéification. Côté consommation, elle mise sur l'efficacité énergétique, la sobriété des usages, et la substitution du gaz par l'électricité, les réseaux de chaleur, le bois ou encore la géothermie. Dans les bâtiments, la priorité va aux pompes à chaleur et à des solutions adaptées localement. Dans les transports, l'électricité et l'hydrogène sont privilégiés pour les véhicules légers. Dans l'industrie, une forte électrification des procédés est visée, avec un usage résiduel du gaz réservé aux besoins non substituables. La stratégie prévoit également d'affiner la connaissance sur la disponibilité de la biomasse (estimée entre 400 et 500 TWh) et sur le potentiel du power-to-gas.

Quelques stratégies des acteurs économiques pour réduire la dépendance

La crise de 2021-2022 a également permis quelques prises de conscience chez les acteurs économiques. En novembre 2024, GRDF s'est par exemple associé à la CCI France pour

[30] Combien de gaz consommera-t-on en 2050 en France, et pour quoi ?

accompagner les acteurs économiques dans la réduction de leur consommation de gaz [31] : meilleur usage énergétique des bâtiments, décarbonation des sites industriels, déploiement de mobilité GNV/BioGNV, valorisation des biodéchets et déchets organiques en biométhane, expérimentations sur les productions et usages des biométhane, etc. La stratégie pilotée par GRDF est donc basée sur la poursuite de l'usage du gaz dans l'industrie, en augmentant fortement le recours aux biométhane. Ce qui pose évidemment la question de la suffisance des gisements de biométhane.

B. De nombreuses initiatives locales pour réduire les dépendances au gaz fossile

[Réponse aux risques clés n°1, n°2 et n°3]

Les territoires qui adressent le mieux l'enjeu de la sortie des énergies fossiles sont les territoires qui ont une politique ambitieuse en matière de transition énergétique, reposant à la fois sur de la sobriété, de l'efficacité et à la marge sur le développement de solutions de production d'énergies alternatives, ou encore sur la rénovation des bâtiments. Ils ont pu entreprendre des rénovations sur leurs propres bâtiments publics, ou alors dans l'accompagnement des particuliers dans leurs rénovations mutuelles.

La Métropole Rouen Normandie mène par exemple une politique énergétique ambitieuse. La crise énergétique de 2022 a conduit à un plan de sobriété (-15 % de consommation d'énergie en deux ans sur le patrimoine métropolitain). La métropole est engagée dans le développement des énergies renouvelables (ENR) à travers un Schéma directeur des énergies, un plan de solarisation du territoire et la création de la SEM Axe Seine Énergies Renouvelables pour investir dans les ENR à l'échelle de l'axe Seine.

Nous recherchons des exemples de territoire :

- ayant entrepris des travaux de rénovation énergétique et de remplacement des chaudières à gaz
- ayant entrepris / encouragés des économies dans les procédés industriels
- ayant régulé le développement des transports au gaz sur son territoire
- se posant la question de l'approvisionnement futur en ressource en gaz

[Réponse aux risques clés n°4 et n°5]

Nous recherchons des exemples de territoire :

[31] CCI France et GRDF deviennent partenaires pour accélérer la décarbonation des entreprises et des territoires | CCI - Chambre de commerce et d'industrie

- développant le biométhane
- pensant ses stratégies de transition en fonction des capacités locales à produire du biométhane
- visant globalement à réduire drastiquement sa consommation de méthane / gaz
- projetant de se passer du gaz fossile à l'échéance 2050

C. Les limites et enjeux de la gouvernance et la gestion

La provenance du gaz, qu'il soit fossile ou bas carbone, n'est pas systématiquement intégrée dans la gouvernance locale

Un territoire rencontré témoigne ainsi baser une partie de sa stratégie sur le passage à du gaz 100 % bas carbone, alors même que le territoire ne produit pas de gaz. La stratégie dépend donc de la capacité d'autres territoires à répondre au besoin.

Penser les choix de transition sans penser les contraintes de disponibilité du méthane risque de générer des conflits d'usage

De nombreux secteurs comptent sur les productions de biométhane pour continuer de consommer du gaz avec leurs machines actuelles. Mais comme nous l'avons vu, les productions de biométhane ne permettront d'assurer qu'un tiers des consommations de méthane actuelle. Si l'on souhaite effectivement transitionner hors des énergies fossiles, il est nécessaire que les acteurs conditionnent le recours au biométhane à sa disponibilité effective et à son partage avec les autres acteurs du secteur, notamment ceux qui en sont structurellement dépendants (par exemple pour la flexibilité des productions électriques). Les acteurs doivent ainsi penser l'évolution de leurs moyens de production et de chauffage en intégrant les nécessaires besoins d'efficacité et de sobriété, et en considérant les effets en cascade d'une substitution par d'autres vecteurs énergétiques (électricité, bois…).

Il ne faut pas confondre sobriété choisie et sobriété subie

Les efforts de sobriété ont mené à des baisses de consommation de gaz, mais il est complexe de distinguer la part de la sobriété choisie de celle subie en raison des prix élevés de l'énergie. Cette dernière peut nuire à la santé de la population si elle empêche de se chauffer convenablement. Elle peut aussi mener à des faillites si elle nuit au fonctionnement de petites entreprises dont les coûts globaux sont fortement sensibles à l'évolution des coûts de l'énergie.

Les investissements dans la réduction des consommations en amont sont bien plus efficients que les mesures de gestion de crise

Aujourd'hui, selon I4CE[32], les dépenses pour la rénovation énergétique et les énergies renouvelables s'élèvent à 6 milliards d'euros pour les logements privés, 0,2 milliard pour les logements sociaux, 0,9 milliard pour les bâtiments de l'État, 0,7 milliard pour ceux des

[32] i4ce.org/wp-content/uploads/2024/07/Financement-de-la-transition-juillet-2024_V1.pdf

Rapport intermédiaire

collectivités, et 2 milliards pour le gaz et la chaleur renouvelables. Les collectivités territoriales mobilisent 3 milliards d'euros, tandis que les certificats d'économies d'énergie représentent 5 milliards. **En cumulé, cela fait une dépense d'environ 17,8 milliards pour la rénovation énergétique en 2023-2024**. **À l'horizon 2030, selon I4CE, le besoin pour la rénovation pourrait atteindre jusqu'à 64 milliards par an d'ici à 2030**, soit un différentiel annuel de 46 milliards d'euros par rapport aux dépenses actuelles. Il faut mettre ce besoin d'investissement supplémentaire en perspective, avec le coût d'une crise énergétique future. Pour cela, on peut s'intéresser au coût des crises énergétiques passées. Le coût net du soutien de l'Etat face à la crise de l'énergie entre 2021 et 2024 a été estimé par la cour des comptes, à 36 milliards d'euros, soit 12 milliards annuels. Ce montant correspond par exemple à peu près au montant annuel manquant pour la rénovation des logements privés.

Les fluctuations du marché du gaz ne sont pas suffisants pour générer les investissements de long-terme nécessaires

Les fluctuations des prix du gaz risquent de mener à des allers-retours dans les orientations stratégiques des activités qui dépendent du gaz. Lorsque le prix du gaz augmente, la décarbonation devient compétitive, ce qui peut générer un effet d'aubaine sur les investissements liés à la décarbonation, mais lorsque le prix baisse elle devient moins intéressante, ce qui peut mener les acteurs économiques à annuler ou repousser des investissements de décarbonation. Or une stratégie de transition écologique, lorsqu'elle repose sur une transformation du système productif (remplacement des moteurs et des chaudières par exemple) nécessite une planification des investissements dans le temps qui n'est pas compatible avec la temporalité de fluctuation des prix de l'énergie.

Rapport intermédiaire

Conclusion en cinq risques de maintien de la dépendance au gaz

1. Risque du maintien des dépendances au gaz pour le chauffage en cas d'insuffisante rénovation

Le chauffage résidentiel et tertiaire représentent près de 48 % des consommations de gaz en 2023 (177 TWh) dont la plupart se concentre dans le périmètre des villes grandes et moyennes du fait de la localisation des réseaux de gaz. Il s'agit de la consommation de gaz que l'on peut potentiellement le plus réduire parmi les usages actuels du gaz. Cela passe par de la substitution (en remplaçant les chaudières gaz par des chaudières électriques) ou des efforts d'efficacité et de sobriété énergétique.

Le niveau de rénovation conditionne ainsi la quantité de méthane qui sera consommé dans le chauffage en 2050 avec 16 TWh consommés dans le meilleur scénario du shift project et 30 TWh dans le meilleur scénario de l'ADEME et jusqu'à 103 TWh dans le scénario de l'ADEME où la consommation reste la plus importante.

Selon le niveau de transition, les territoires qui dépendent aujourd'hui du gaz pourraient rester très dépendant du méthane à 2050 ce qui les exposerait à toute perturbation dans son approvisionnement. Cela a notamment pour conséquences de les rendre vulnérables économiquement et socialement.

2. Risque du maintien des dépendances au gaz dans l'industrie et la production d'électricité

L'industrie et la production d'électricité représentent respectivement 30 % (113 TWh) et 17 % (64 TWh) des consommations de gaz naturel en 2023.

D'ici 2050, la production d'électricité va continuer de mobiliser environ plusieurs dizaines de TWh de méthane du fait d'un besoin pour la flexibilité du réseau électrique.

D'autre part, les consommations industrielles peuvent évoluer fortement. En premier lieu, les consommations industrielles non énergétiques de méthane risquent de se maintenir (environ 10 TWh) car il est difficile d'y substituer le gaz par d'autres ressources. En second lieu, les usages industriels énergétiques dépendront du niveau de transition du secteur, menant à une consommation allant de 36 TWh (dans les meilleurs cas de transition) à 100 TWh dans le cas d'une relative stagnation des consommations de l'industrie. Ainsi la consommation totale pour l'industrie pouvant varier entre 50 TWh et 110 TWh.

Tout cela risque de maintenir des dépendances importantes dans les territoires qui accueillent une centrale électrique à gaz, dans les territoires industriels mais aussi dans les territoires qui se réindustrialisent.

3. Risques de créer de nouvelles dépendances au gaz dans le transport

Aujourd'hui, les consommations de gaz pour les poids lourds sont marginales, mais elles pourraient augmenter fortement si le choix de développer le recours au GPL se développe.

Rapport intermédiaire

Elles pourraient atteindre jusqu'à 80 TWh dans les scénarios de transition qui ont le plus recours au gaz.

Cela se traduirait par une dépendance accrue des territoires où passent les convois logistiques, voire par des dépendances nouvelles pour des territoires qui ne consomment pas de gaz aujourd'hui (ne se chauffant pas au gaz et n'ayant pas d'industrie fonctionnant avec du gaz).

4. Risque d'une insuffisante production de biométhane pour couvrir les consommations résiduelles de gaz

Les estimations des scénarios de transition permettent d'estimer une production de biométhane comprise entre 90 TWh et 120 TWh grâce à la méthanisation en 2050. Ainsi, dans le cas où la transition du chauffage serait faible (consommation finale de 100 TWh), que l'on continuerait à consommer massivement du gaz dans l'industrie (110 TWh), que l'on produirait de l'électricité pour équilibrer une production électrique bas carbone (soit par exemple une consommation de 30 TWh - donnée à préciser d'ici le rapport final), et que l'on développerait le transport au gaz (jusqu'à 80 TWh), nous atteindrions une consommation totale de 320 TWh de méthane.

Dans ce cas, près de 200 TWh ne pourraient donc pas être assurés par la production de biométhane. Cela conduirait à une dépendance forte maintenue dans le gaz fossile. Inversement, dans un cas de forte rénovation du résidentiel et du tertiaire (consommation finale de 30 TWh), de forte transition dans l'industrie (50 TWh), de maintien pour la production d'électricité (30 TWh), et avec très peu de développement du transport au gaz (20 TWh), nous atteindrions une consommation totale de 130 TWh. Une telle consommation pourrait être prise en charge quasi intégralement par une production domestique de biométhane.

5. Risques géopolitiques et économiques liés au maintien d'une dépendance au gaz fossile

Le niveau de transition des secteurs consommateurs, même en cas de recours important au biométhane, conditionne donc la consommation future en gaz naturel. Dans le cas d'un maintien des consommations de gaz fossile, la France resterait dépendante des pays producteurs.

Or, à l'échéance 2050 il est prévu que l'Europe contribue moins à la production de gaz fossile mondiale, ce qui nous rendrait plus dépendant de l'Afrique, de l'Amérique du Nord, de l'Asie, de la Russie, et de l'Afrique.

Tout cela nous expose à des dommages économiques et sociaux en fonction des fluctuations des marchés de l'énergie, sans compter les problématiques géopolitiques et diplomatiques liées au maintien de ces dépendances.

Rapport intermédiaire

Rapport intermédiaire
Livret Ressource

03
ÉLECTRICITÉ

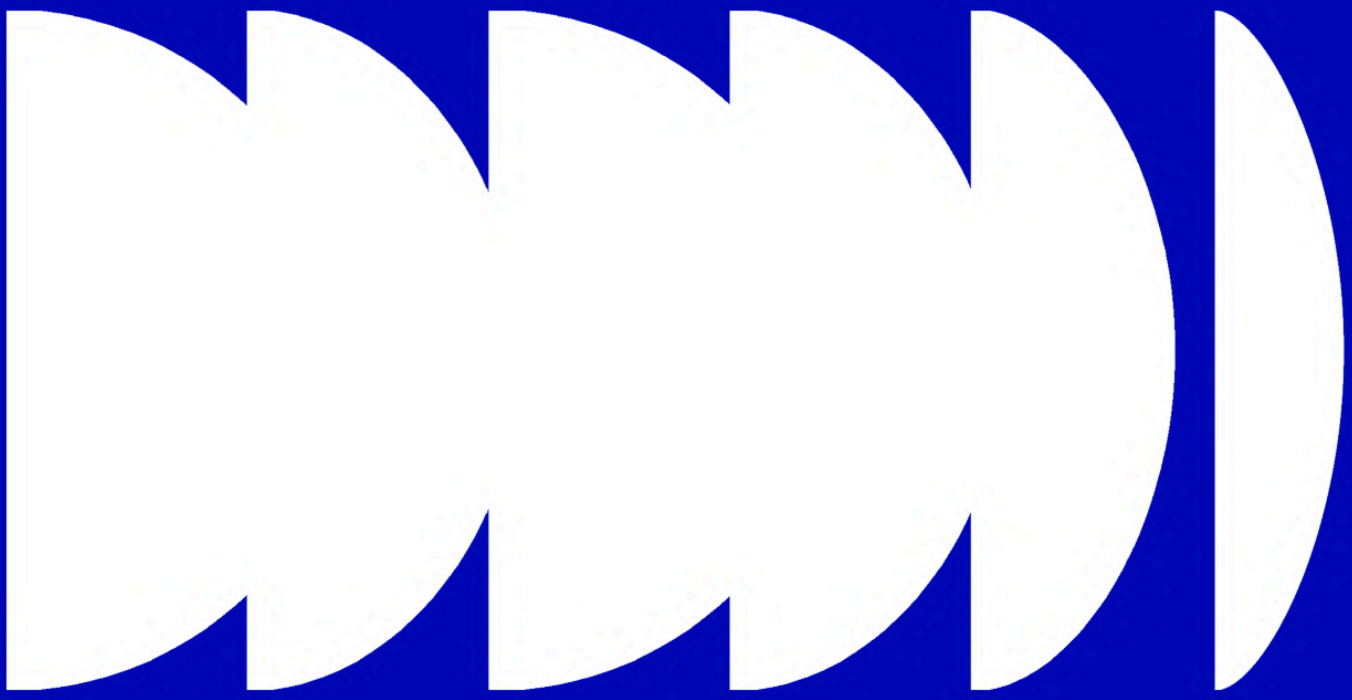


Table des matières

Table des matières **2**
Introduction **5**
L'électricité est un produit issu de la transformation de ressources primaires 5
Une ressource difficilement stockable 5
Une hausse des consommations attendue pour décarboner certains secteurs et satisfaire de nouveaux besoins industriels et numériques 6
L'objectif d'un nouveau mix décarboné dans un contexte de renouvellement du parc nucléaire 6
I. Une dépendance forte des activités de nos territoires à l'électricité **7**
A. En 50 ans, la fée électricité s'est imposée dans tous les secteurs d'activités 7
Résidentiel, Tertiaire et Industrie : les principaux consommateurs d'électricité 7
Des écarts de consommation importants d'un département à l'autre 9
La stabilisation de la consommation nationale depuis 2010 cache des disparités géographiques et sectorielles 11
La demande d'électricité est limitée par les capacités de production installées 12
B. Le développement des énergies renouvelables bouleverse la géographie de la production d'électricité 12
La production d'électricité est fortement régulée malgré la libéralisation du secteur 12
La concentration spatiale de la ressource électricité, fruit de l'histoire nucléaire française 12
Le développement de l'électricité renouvelable transforme la géographie de la production électrique 13
Une électricité très dépendante de la disponibilité de ressources primaires locales ou importées 15
C. Le système électrique organisé autour de déséquilibres territoriaux 17
Le système électrique centralisé place une majorité de territoires dans une situation de dépendance 17
Un déséquilibre territorial multi-factoriel : technique, financier, socio-économique 19
Un réseau d'infrastructures dont la visibilité croît avec le développement des énergies renouvelables 20
La "non-stockabilité" de l'électricité induit un pilotage de la ressource à la milliseconde 20
La souveraineté électrique de la France est limitée par sa dépendance aux importations de matières premières 20
La libéralisation européenne et la transition énergétique transforment l'organisation du secteur de l'électricité 21
II. Des risques croissants de conflits d'usage sur l'électricité dans les territoires à l'horizon 2050 **22**
A. La transition énergétique et les énergies électriques renouvelables à l'origine de tensions sur les territoires 22
Des phases de sur-capacités ou sous-capacités du système électrique alimentent les débats 22
Les tensions autour des infrastructures électriques portent sur les externalités environnementales des projets 23

Rapport intermédiaire

La production électrique en conflits d'usage avec d'autres activités consommatrices de ressources en eau, sol et biomasse 24
L'agrivoltaïsme, révélateur des débats en cours autour de la transition énergétique 25
B. Une hausse attendue d'ici 2050 de la demande d'électricité à l'épreuve des capacités des infrastructures 26
B1.Une hausse de la consommation d'électricité liée à la transition énergétique, mais aussi à des tendances économiques lourdes 26
Les projections de consommation d'électricité liées à l'intelligence artificielle bouleverse les exercices prospectifs 27
Entre 155 et 271 TWh : L'avenir industriel de la France à quitte ou double 28
L'électrification de la mobilité, levier clé et pivot de la consommation électrique en 2050 29
Le développement du captage et stockage du carbone (CCS en anglais), une consommation très forte et trés localisée d'électricité 30
Un poids global marginal de la climatisation mais des pointes de consommation dans certains territoires 31
B.2. Des leviers de transition pour flexibiliser la demande et réduire la demande d'électricité 33
Flexibilité de la demande et effacements industriels 33
Comportements et pratiques de sobriété 33
Rénovation thermique et électrification du chauffage dans les parcs résidentiel et tertiaire 34
C. L'immense défi de l'adaptation du système électrique d'ici 2050 34
C.1. Se décarboner encore et grossir, le double enjeu du mix électrique zéro carbone en 2050 34
Des risques liés aux incertitudes quant au renouvellement du parc nucléaire 35
Des risques liés aux capacités d'accélération des filières ENR 37
Filière éolienne 38
Filière photovoltaïque 38
Un réseau électrique à renforcer rapidement et massivement pour permettre la transition énergétique 39
Des infrastructures électriques sensibles aux effets du changement climatique 40
Impacts sur l'hydroélectricité 40
Impacts sur le nucléaire 41
Impacts sur l'éolien et le photovoltaïque 42
Impacts sur le réseau électrique 42
Les "bouquets de flexibilité" sont une composante à part entière du mix électrique de 2050 pour réduire les risques sur la disponibilité de l'électricité 43
Les échanges transfrontaliers via les interconnexions aux frontières 43
Le développement des capacités de stockage (STEP, batteries, vehicle-to-grid) 44
La production thermique décarbonée 44
D. Des risques de conflits d'usage dans les territoires en cas d'une disponibilité limitée d'électricité 45
III. Les réponses actuelles pour gérer les tensions autour de l'électricité 49
A. La territorialisation de la planification énergétique nationale, priorité n°1 pour l'Etat 49
La mise en cohérence des exercices de planification nationale, régionale et locale et l'accélération sur les énergies renouvelables 49

Rapport intermédiaire

Une impression de relatif désintérêt pour les causes profondes qui sous-tendent la conflictualité actuelle autour de l'électricité 50
B. Les territoires tentent de se réapproprier la ressource électricité 50
C. Un besoin de gouvernance territoriale de l'électricité pour réussir la planification énergétique à 2050 50
Conclusion en cinq risques majeurs pour l'électricité 51
1. Risques des effets du changement climatique sur l'approvisionnement en électricité 51
2. Risques de ne pas mettre en oeuvre les capacités de production électrique planifiées (renouvellement du nucléaire et productions ENR) 51
3. Risques liés à la réindustrialisation et l'économie numérique sur la demande électrique 52
4. Risques d'une décarbonation de la mobilité sans changement d'usage 52
5. Risques d'une mauvaise adaptation du réseau électrique (à l'évolution de la production/consommation d'électricité) 53

Rapport intermédiaire

Introduction

L'électricité est un produit issu de la transformation de ressources primaires

L'électricité est un vecteur énergétique final, c'est-à-dire une forme d'énergie prête à être utilisée directement par le consommateur final, après conversion à partir de sources primaires**.** L'électricité peut être générée à partir de nombreuses sources d'énergie primaire, fossiles (combustion de pétrole, de gaz de charbon), fissiles (réaction nucléaire à partir d'uranium) ou renouvelables (vent, soleil, énergie des vagues, écoulement de l'eau…). **Cette énergie finale peut elle-même être utilisée dans la production de chaleur, de gaz, d'hydrogène, qui sont d'autres vecteurs énergétiques finaux.**

L'électricité est un produit[1] issu d'une activité industrielle et de la transformation d'autres ressources. Sa disponibilité dépend de la disponibilité des énergies primaires et des infrastructures de transformation.

En fonction de la ressource primaire valorisée (charbon, gaz, pétrole, eau, uranium, vent ou soleil), **l'électricité est une énergie carbonée ou décarbonée**. En France, l'existence d'un important parc nucléaire permet de disposer de l'électricité la moins carbonée d'Europe. En 2023, 93 % de la production électrique est bas carbone. **Les moyens de production carbonés (centrales gaz, fioul et charbon) sont mobilisés pour couvrir les pics de demande électrique**, essentiellement en hiver.

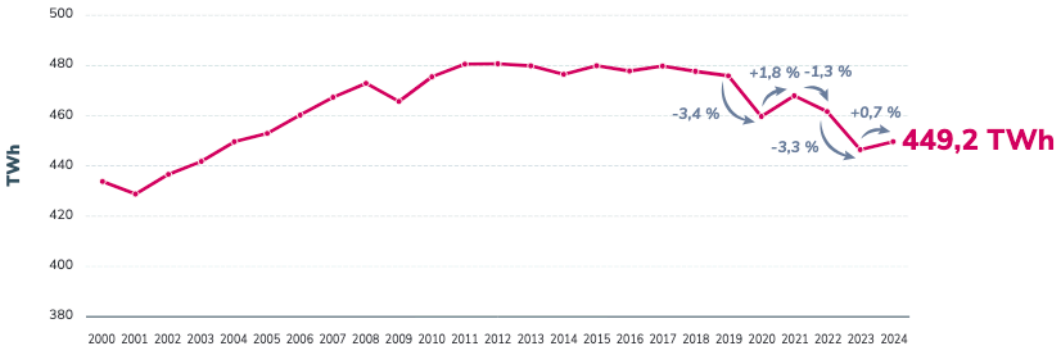
Une ressource difficilement stockable

Une caractéristique fondamentale de l'électricité est qu'elle est difficilement stockable. L'équilibre offre-demande à chaque instant est dès lors un enjeu crucial dans tout système électrique. **Le système électrique français est maillé à l'échelle nationale, et interconnecté au réseau électrique européen à chaque frontière**. Ce système nécessite une régulation technique extrêmement fine, de l'ordre de la milliseconde, pour moduler à chaque instant la production électrique en fonction de la demande.

Après des années de croissance (passage de 174 TWh en 1973 à 430 TWh en 2000), **la consommation d'électricité s'est stabilisée en France depuis les années 2010**. En 2024, la consommation d'électricité française (corrigée des aléas météorologiques) s'est élevée à 449,2 TWh. Ce chiffre est légèrement inférieur aux niveaux historiques, de l'ordre de -6 % (-30 TWh) par rapport à la moyenne de la période 2014-2019.

Rapport intermédiaire

[1] Dans la suite de ce document pourront être utilisées les deux termes de "ressource" et "produit" avec la même signification.



Consommation corrigée des aléas météorologiques et des effets calendaires entre 2000 et 2024

Une hausse des consommations attendue pour décarboner certains secteurs et satisfaire de nouveaux besoins industriels et numériques

L'électricité décarbonée est appelée à jouer un rôle-clé dans la transition énergétique, dans la mesure où elle doit se substituer à des énergies fossiles dans un grand nombre de secteurs (mobilité, bâtiment, industries). Cette substitution technologique est un des trois principaux leviers pour atteindre la neutralité carbone en 2050, aux côtés de la sobriété et l'efficacité. Dans cette optique, la consommation d'électricité, aujourd'hui d'environ 450 TWh, est appelée à augmenter fortement pour atteindre 600 à 700 TWh dans les scénarios prospectifs centraux.

L’objectif d’un nouveau mix décarboné dans un contexte de renouvellement du parc nucléaire

Les choix politiques actuels semblent dessiner un mix électrique décarboné composé d'énergie nucléaire et renouvelable, bien que leurs parts respectives fassent toujours débat, plus de 10 ans après le Débat National sur la Transition Énergétique et la loi-cadre qui en a découlé. Le développement des filières éolienne et photovoltaïque, tout comme le renouvellement nucléaire, posent de nouvelles questions technico-économiques. L'équilibre offre / demande nécessitera le développement de flexibilités, autant du côté de la consommation que de la production. Le caractère décentralisé des énergies renouvelables interroge aussi les schémas de gouvernance de l'électricité, jusqu'à aujourd'hui particulièrement centralisés. Enfin, de multiples conflits se manifestent d'ores et déjà entre les porteurs de projet et les riverains à propos de la consommation de sols, d'eau ou la production d'externalités qu'engendre l'activité de production électrique.

Rapport intermédiaire

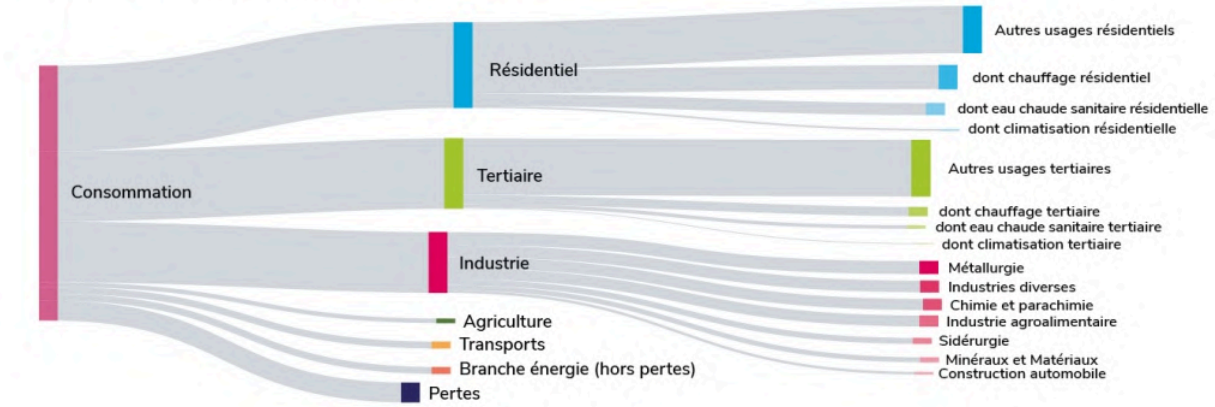
I. Une dépendance forte des activités de nos territoires à l'électricité

A. En 50 ans, la fée électricité s'est imposée dans tous les secteurs d'activités

Résidentiel, Tertiaire et Industrie : les principaux consommateurs d'électricité

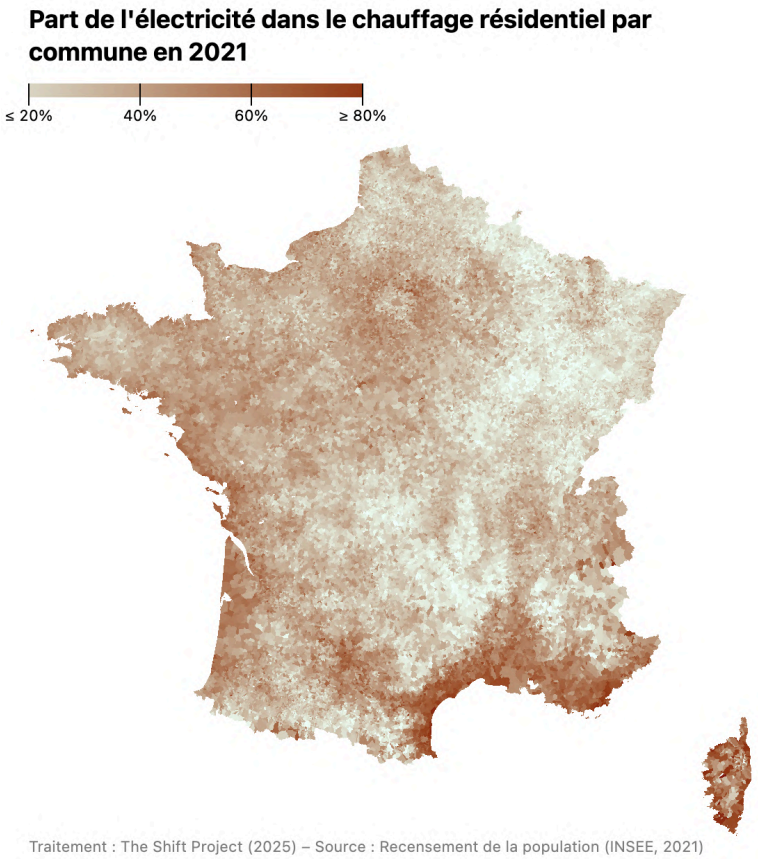
Que ce soit sous forme électrique, mécanique ou calorique, les usages de l'électricité sont multiples. Chacun des grands secteurs d'activités en consomme. L'usage de l'électricité sous forme de chaleur par effet joule est une spécificité française : le chauffage est issu à 16 % d'électricité.

Décomposition sectorielle de la consommation électrique française en 2019 sous la forme d'un diagramme de Sankey. Les secteurs industriels sont agrégés pour faciliter la lecture.



Le secteur résidentiel est le premier consommateur d'électricité (34 %). Le chauffage électrique représente près de 30 % de la demande électrique de ce secteur. Les consommations sont également portées par le développement de certains usages (électronique, information, climatisation). Ces consommations se répartissent entre les territoires en fonction de la population. Les grands centres urbains sont les territoires les plus consommateurs.

Rapport intermédiaire



Les consommations industrielles d'électricité ont diminué au cours des dernières décennies du fait de la désindustrialisation et la modification du tissu industriel français au profit d'activités industrielles moins consommatrices. Les industries "électro-intensives" (sidérurgie et métallurgie, chimie, production de papier, de ciment, de verre, de fibre de verre) concentrent les consommations d'électricité sur quelques points du territoire, dans les bassins industriels historiques. 62 entreprises réunies au sein d'un syndicat des entreprises électro-intensives représentent ainsi 70 % de la consommation énergétique industrielle en France[2].

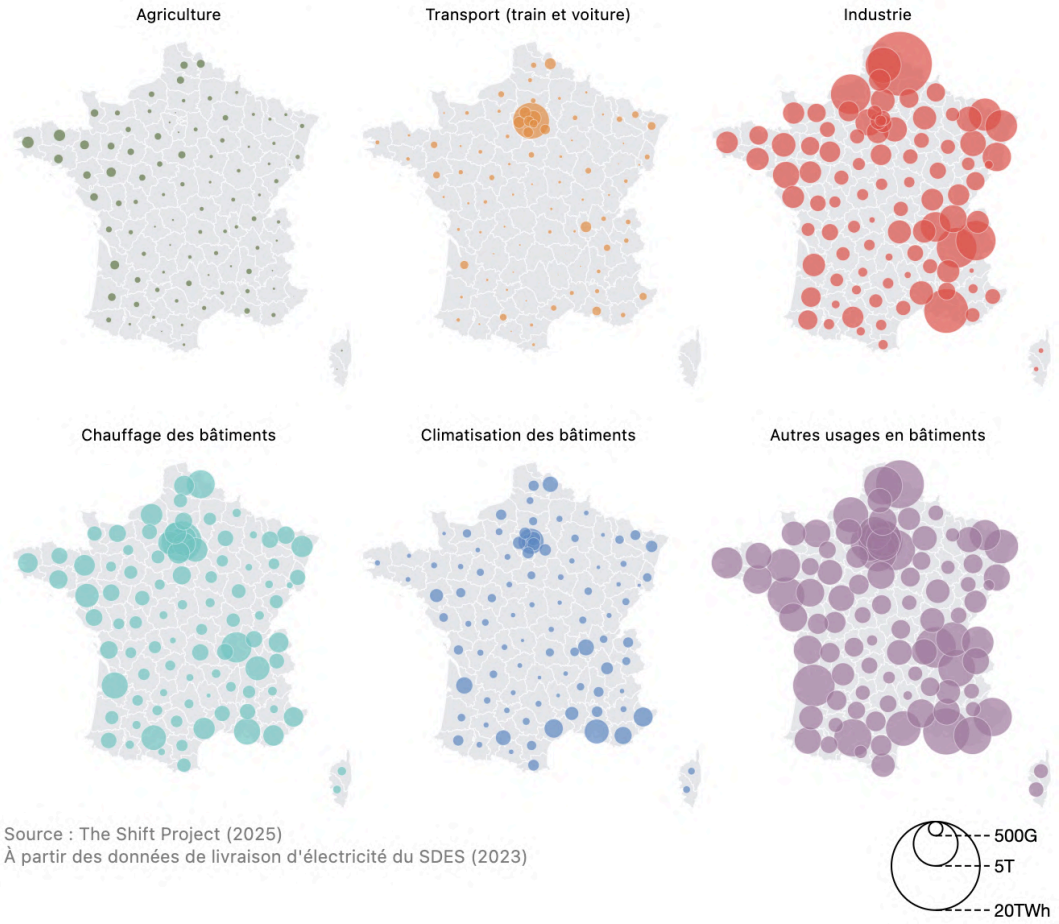
Ces consommations industrielles présentent la spécificité de pouvoir "s'effacer" sur injonction du gestionnaire de réseau en cas de risque sur l'équilibre offre / demande. Le mécanisme de capacités, créé en 2017, prévoit une rémunération pour les acteurs qui réduisent temporairement et volontairement leur consommation afin de soulager les tensions sur le réseau électrique en période de pointe. Ce mécanisme permet d'effacer chaque année 5 à 20 GWh[3].

La consommation du secteur tertiaire a dépassé celle de l'industrie à partir de 2009 et est depuis le deuxième secteur consommateur d'électricité. Sa consommation s'est stabilisée après plusieurs décennies de hausse, en lien avec la tertiarisation de l'activité économique française. Comme pour le résidentiel, une part importante de la consommation est liée aux besoins de chauffage.

[2] UNIDEN : https://www.uniden.fr/nos-adherents/
[3] Cf. Évolution des volumes de consommation industrielle effacés, 2010-2024, RTE.

La consommation d'électricité dans le secteur du transport correspond à la mobilité et au fret ferroviaires. La mobilité électrique routière consomme en 2022 1 à 2 TWh, ce qui est marginal. Dans la carte ci-dessous, par convention, la consommation d'électricité relative au transport est rattachée à la gare de départ des voyageurs ferroviaires, mais en réalité cette électricité est consommée tout le long du réseau ferroviaire..

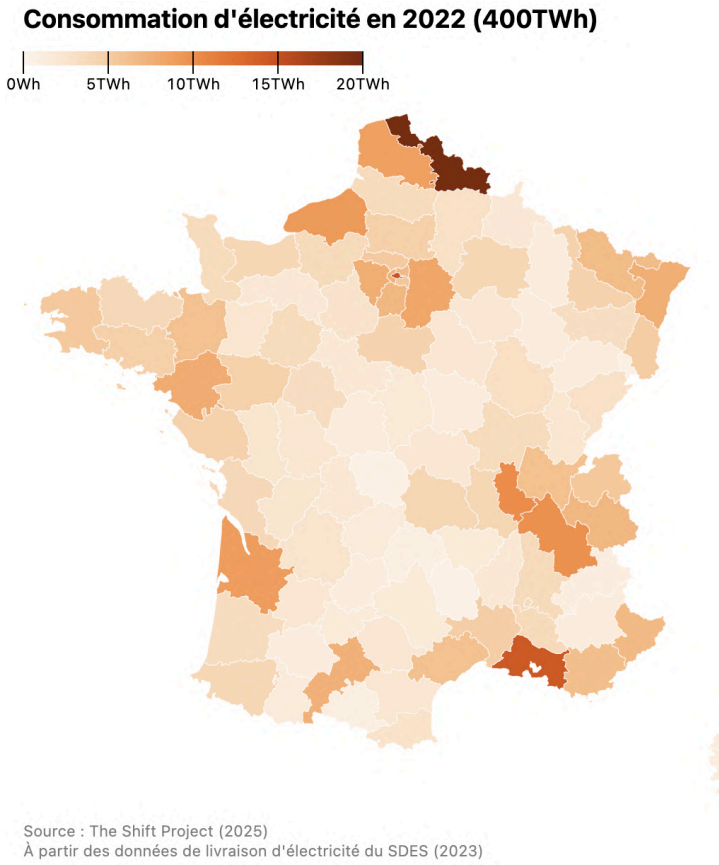
Consommation d'éléctricité par usage par département en 2022



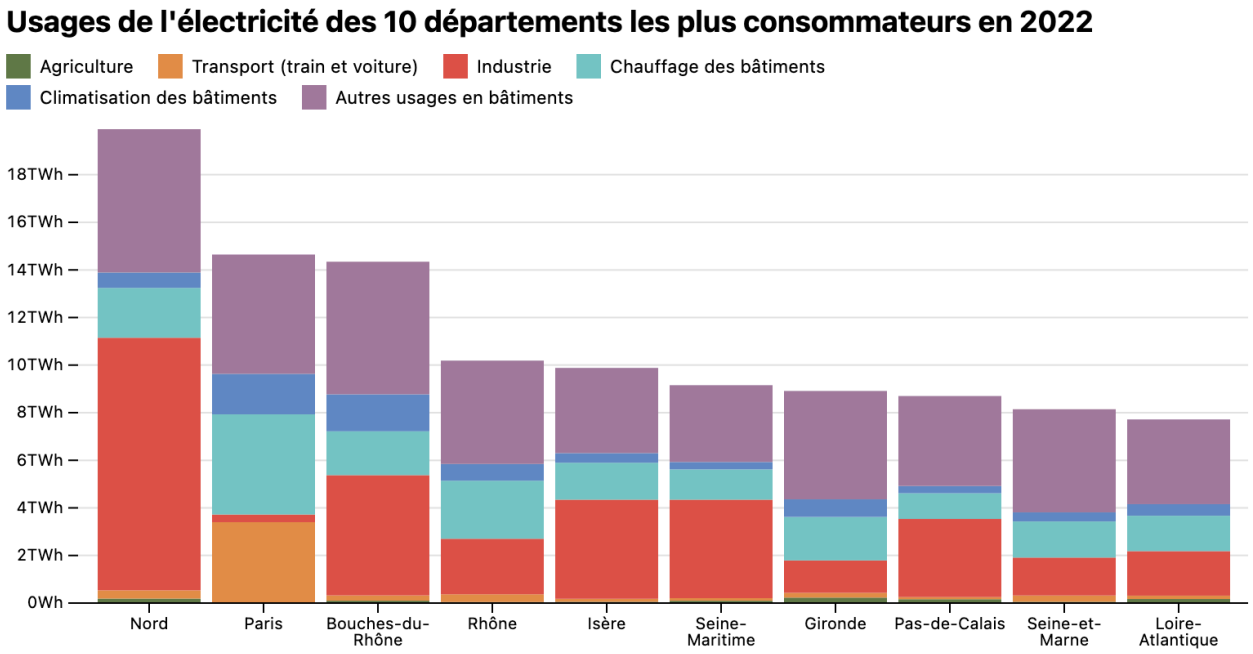
Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de livraison d'électricité du SDES (2023)

Des écarts de consommation importants d'un département à l'autre

L'électricité est omniprésente dans les activités domestiques et économiques, et tous les territoires consomment de l'électricité. Néanmoins, la superposition de toutes ces consommations sectorielles dessinent une carte de France contrastée. Le Département du Nord consomme à lui seul près de 5 % de toute la consommation d'électricité.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de livraison d'électricité du SDES (2023)



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de livraison d'électricité du SDES (2023)

La présence d'industrie est un déterminant important du niveau de consommation électrique d'un territoire. Le niveau de population a aussi une influence significative, à travers les consommations des bâtiments. La forte consommation des transports à Paris correspond à la règle d'affectation de la consommation d'électricité des voyageurs ferroviaires aux gares de départ comme explicitée précédemment. La consommation d'électricité varie aussi d'un

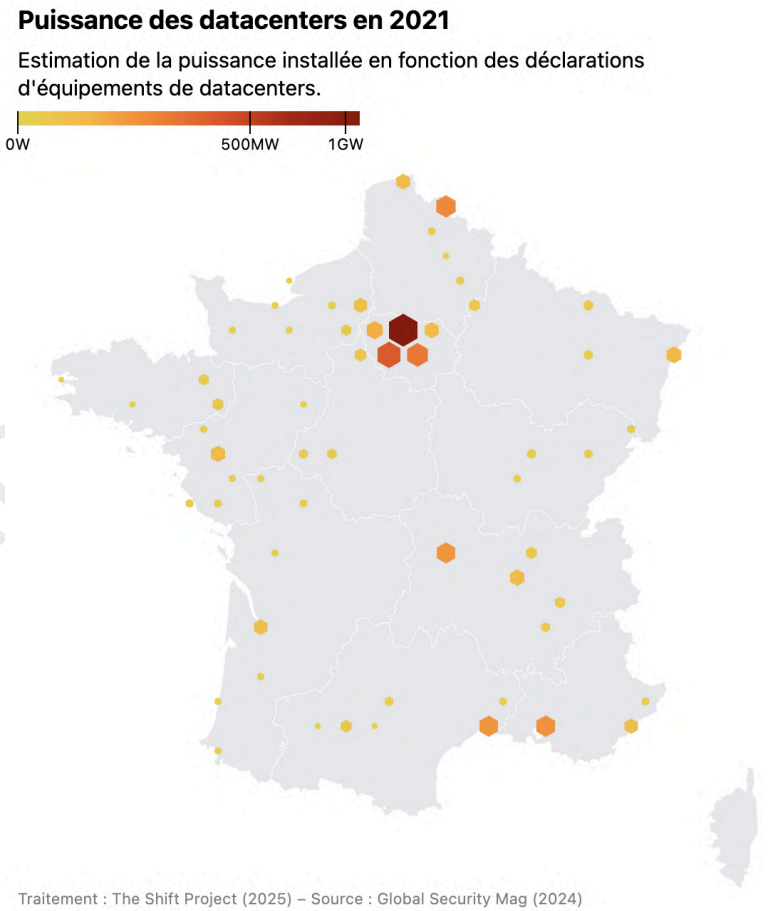
territoire à l'autre en fonction de la part de l'électricité dans les modes de chauffage des bâtiments, qui induit aussi une thermosensibilité de la consommation électrique (c'est-à-dire une variation des consommations en fonction du niveau de froid qui tire les consommations pour le chauffage).

La stabilisation de la consommation nationale depuis 2010 cache des disparités géographiques et sectorielles

Pour la suite de nos travaux, nous souhaitons approfondir le message à partir d'analyses de cartes : évolution de la consommation d'électricité dans chaque département + identification des facteurs, formulation d'hypothèses à partir des chiffres d'évolution sectorielles des consommations d'électricité.

Nous souhaitons aussi produire une carte de France qui montre, par un code couleur, l'évolution récente (par exemple entre 2010 et 2024) de la conso d'électricité par départements : hausse, baisse, stagnation ? Dans quelle proportion?

Le développement des centres de données au cours des 5 à 10 dernières années a joué un rôle dans les hausses de consommation d'électricité de certains territoires, tel que représenté dans la carte ci-dessous.



La demande d'électricité est limitée par les capacités de production installées

L'électricité est un produit industriel, limité non par des stocks de ressources mais par les capacités industrielles de sa production à un instant donné. A un instant *t*, les usages de l'électricité sont contraints par la capacité disponible de production (et les interconnexions avec d'autres pays). La France a ainsi frôlé une grave crise électrique en février 2012, lorsque le pic de demande atteint 102 GW pour un parc installé de 123 GW. En 2024, la capacité de production est d'environ 150 GW.

La croissance de capacités de production est principalement liée au développement des énergies renouvelables, encouragé par les pouvoirs publics dans le cadre de la transition énergétique: 50 GW d'éolien et de solaire photovoltaïque ont été installés depuis le début des années 2000. Contrairement aux périodes précédentes, ces capacités renouvelables n'ont pas été développées avec l'ambition première de répondre à la demande, mais de se substituer à d'autres moyens de production carbonés.

B. Le développement des énergies renouvelables bouleverse la géographie de la production d'électricité

La production d'électricité est fortement régulée malgré la libéralisation du secteur

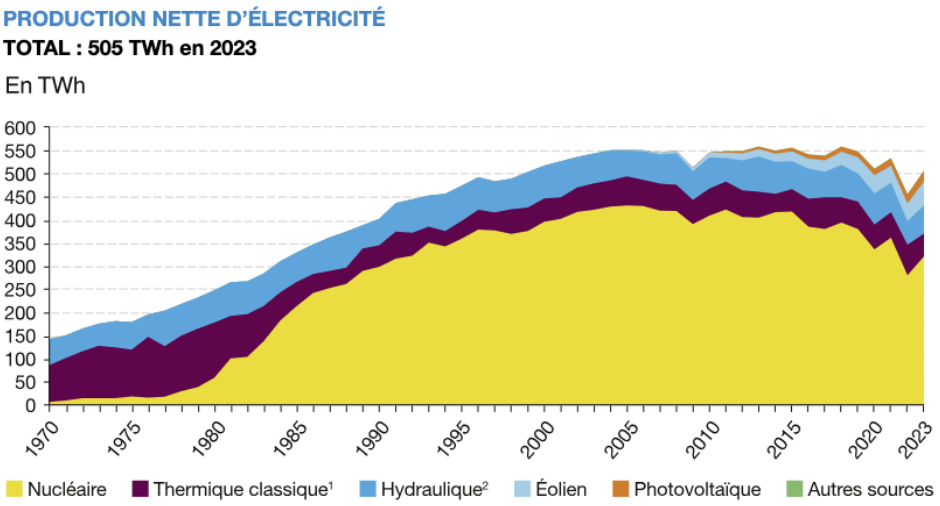
La production électrique, en tant qu'activité stratégique nationale, est fortement régulée par l'Etat. Malgré la libéralisation du secteur, la création de nouvelles unités de production est décidée par l'Etat à travers l'émission d'appels d'offres, qui portent sur la création d'un équipement particulier (par exemple une centrale combiné gaz) dans une région spécifique, ou sur un volume d'équipements dans une filière particulière (par exemple photovoltaïque sur bâtiment, photovoltaïque au sol, éolien, petite hydroélectricité…) avec un objectif de capacité installée, sans définition de périmètre géographique particulier. Les entreprises concurrentes peuvent déposer leurs projets et les plus compétitifs sont retenus.

La concentration spatiale de la ressource électricité, fruit de l'histoire nucléaire française

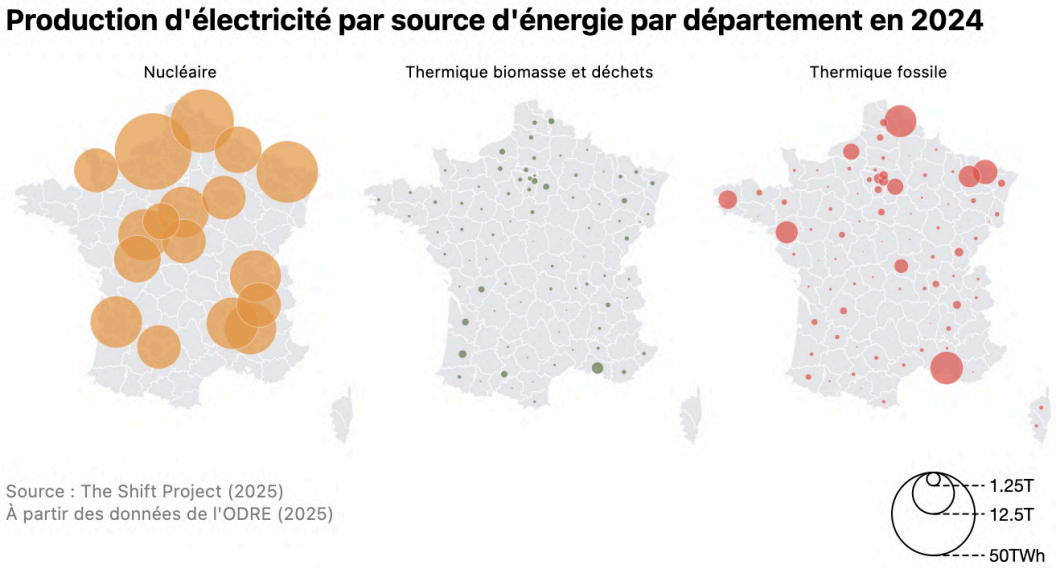
Le programme nucléaire a façonné le paysage électrique de la France depuis un demi-siècle. Il a d'une part changé radicalement la disponibilité de l'électricité, qui a quadruplé en l'espace de 30 ans. Il a conduit d'autre part à une très forte concentration géographique de la production, autour de quelque 18 centrales nucléaires (56 réacteurs).

Les autres sites de production fossiles sont relativement moins concentrés, car d'une moindre puissance. Outre les 2 dernières centrales charbon (St-avold, Cordemais), les 4 unités fioul (2 GW) et les 14 unités gaz (9 GW) jouent un rôle de garantie d'approvisionnement électrique à l'échelle des régions.

Rapport intermédiaire



Évolution de la production d'électricité depuis 1970, boom du nucléaire
Ministère en charge de l'énergie, 2024



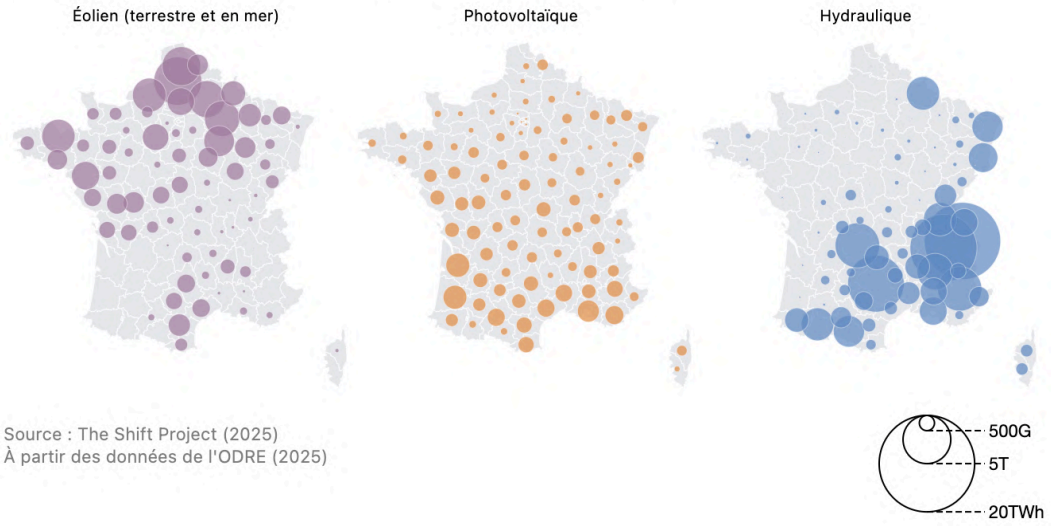
La croissance de la production électrique s'est accompagnée de la constitution d'un grand réseau de transport et de distribution d'électricité, structurée en étoile à partir des centres de production électrique. Le réseau de transport, constitué d'environ 100 000 km de lignes électriques est interconnecté avec les Etats voisins. Le réseau de distribution d'électricité, constitué d'ouvrages de moyenne et basse tension, achemine l'électricité jusqu'aux consommateurs finaux via près de 1,4 millions de kilomètres de lignes.

Le développement de l'électricité renouvelable transforme la géographie de la production électrique

Depuis la fin des années 2000, les énergies renouvelables se développent en France, portées par les filières éolienne et photovoltaïque. Elles viennent compléter l'hydroélectricité, filière renouvelable historique. Les capacités de chacune des trois filières atteignent 25 GW, soit au total 54 % de la puissance électrique installée. Elles ont respectivement produit 47 TWh, 24 TWh et 75 TWh en 2024, soit 28 % de la production électrique totale.

Les énergies renouvelables électriques diffuses que sont le solaire photovoltaïque et l'éolien terrestre se développent dans tous les territoires. L'hydroélectricité et l'éolien marin se concentrent sur les territoires littoraux et montagneux.

Production d'électricité par source d'énergie par département en 2024



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'ODRE (2025)

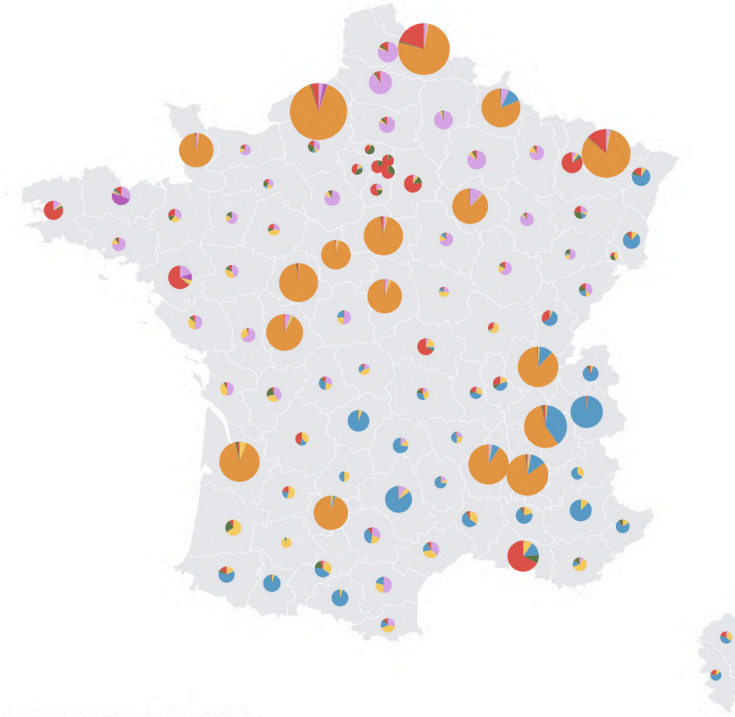
Le développement des énergies renouvelables diffuses ouvre une ère de diffusion de la production électrique. D'une part, il diversifie le mix électrique des territoires. Les filières renouvelables deviennent les principales contributrices de la production électrique dans un nombre croissant de départements. Leur progression demeure inégale entre les territoires : la puissance éolienne varie de 100 MW (en PACA) à 6 799 MW (dans les Hauts de France), soit d'un facteur 68 ; la puissance photovoltaïque varie de 424 MWc (en Ile de France) à 5 666 MWc (en Nouvelle Aquitaine), soit d'un facteur 13[4]. D'autre part, les ENR réorganisent le jeu d'acteurs : aux côtés des deux producteurs historiques EDF et ENGIE qui représentent encore 95 % de la production électrique annuelle, des centaines de nouveaux producteurs ont émergé, souvent de petite taille et de statuts variés (PME, collectivités, citoyens).

Rapport intermédiaire

[4] Tableaux de bord : solaire photovoltaïque et éolien, Stat Info Energie, 2025.

Production d'électricité par source d'énergie par département en 2024

Éolien terrestre · Éolien en mer · Photovoltaïque · Hydraulique · Nucléaire · Thermique biomasse et déchets · Thermique fossile



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'ODRE (2025)

Une électricité très dépendante de la disponibilité de ressources primaires locales ou importées

Les ressources primaires nécessaires à la génération d'électricité sont de différents types. **Il s'agit tout d'abord de combustibles limités (uranium, gaz, fioul, charbon), importés depuis l'étranger**. Ces combustibles limités représentent les deux tiers de la production d'électricité française en 2023[5], traduisant une certaine dépendance de la France. Par exemple, la France importe la totalité de l'uranium nécessaire à ses centrales. 4 pays représentent 75 % des importations françaises d'uranium : le Niger, le Kazakhstan, l'Ouzbékistan et l'Australie. Les combustibles fossiles représentent quant à eux une faible part de la production électrique annuelle, mais assurent jusqu'à présent un rôle indispensable dans la gestion des pics de demande. En cas de rupture sur l'une de ces chaînes d'approvisionnement, la production électrique à partir de la ressource serait mise en danger. Dans le cas de l'énergie nucléaire, prépondérante dans le mix électrique national, c'est l'approvisionnement électrique de tous les Français qui serait en jeu.

D'autres ressources primaires métalliques sont nécessaires au fonctionnement du système électrique. La consommation actuelle de cuivre, présent dans presque tous les composants du système électrique (nucléaire et renouvelables, batteries, réseau) est estimée à 337 000 t par RTE. L'aluminium (872 000 t) est essentiellement consommé par le

[5] Nucléaire 65 %, Thermique fossiles : 7 %. Energie, synthèse de la mise en oeuvre du plan. SGPE, 2024

réseau électrique (72 %). Les consommations d'autres métaux (lithium, cobalt, nickel) ne représentent pas des volumes significatifs[6].

D'autres ressources primaires pour la génération électrique sont renouvelables (eau, vent, soleil, vagues, biomasse). Leur répartition territoriale influence le développement de ces filières dans les territoires : les conditions de vent expliquent pour partie le développement plus fort de l'éolien dans les plaines du Nord, le Languedoc ou au large des côtes bretonnes dans le cas de l'éolien marin. La production solaire photovoltaïque prévaut dans la moitié Sud de la France du fait des meilleures conditions d'ensoleillement. L'eau est une ressource indispensable à plusieurs filières électriques : l'hydroélectricité en premier lieu, mais aussi l'ensemble des centrales thermiques qui prélèvent ou consomment de l'eau pour le refroidissement de leurs circuits. La biomasse et le bois sont utilisés de façon très minoritaire aujourd'hui pour la production d'électricité. Dans le cas général, les centrales électriques de ce type valorisent une autre ressource primaire, "renouvelable" par l'action de l'homme : les déchets. Ils sont principalement valorisés sous forme de chaleur et de gaz, et parfois en électricité via la cogénération.

Au-delà des ressources primaires, toute infrastructure du système électrique implique la consommation de foncier. EDF évalue à 300 000 hectares la superficie de sol mobilisée pour faire fonctionner le système électrique français actuel dans son ensemble.

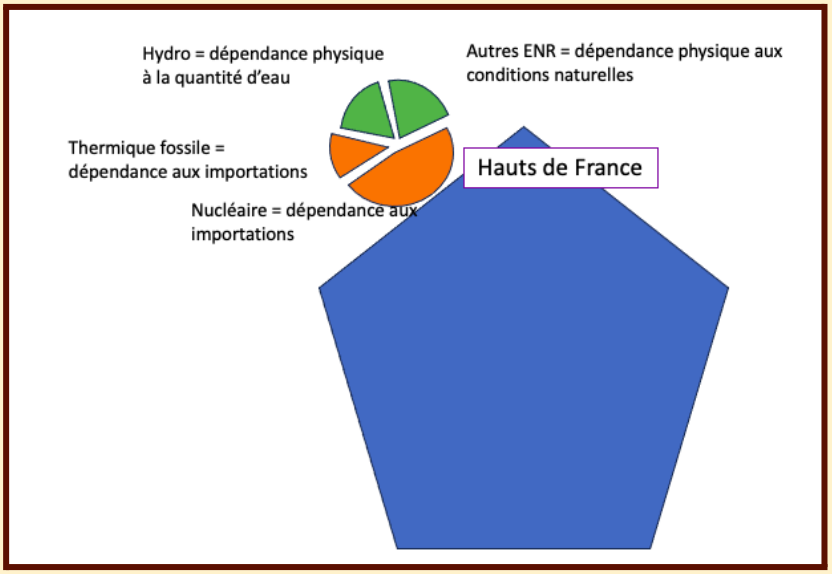
> Pour la suite de nos travaux, nous aimerions connaitre la répartition de ce foncier par type d'infrastructures + étudier les estimations EDF de consommation foncière par GW installé de chaque filière.

Il est ainsi possible de spécifier les dépendances territoriales en ressources primaires (combustible importé, eau, sol, ressources de flux) en fonction du mix électrique de chaque territoire.

Rapport intermédiaire

[6] RTE, futurs énergétiques 2050.

Pour la suite de nos travaux, nous souhaitons construire une carte pour visualiser, en fonction du mix électrique de chaque région (à partir des bilans électriques régionaux de RTE), la dépendance à ces différentes ressources.



Le centre de ressources pour les territoires en transition d'Auvergne-Rhône-Alpes AURA-EE a construit à titre illustratif un diagramme de Sankey de l'énergie pour sa région (2021)[7]. Il permet de quantifier les importations d'uranium nécessaires aux besoins électriques de ses territoires,mais aussi ceux des territoires voisins. Ainsi, la région AURA produit 114 TWh, consomme 59 TWh, et exporte 45 TWh vers l'extérieur. L'électricité est produite à 76 % par les installations nucléaires du territoire, qui ont importé en uranium l'équivalent de 253 TWh (en raison des pertes de transformation).

C. Le système électrique organisé autour de déséquilibres territoriaux

Le système électrique centralisé place une majorité de territoires dans une situation de dépendance

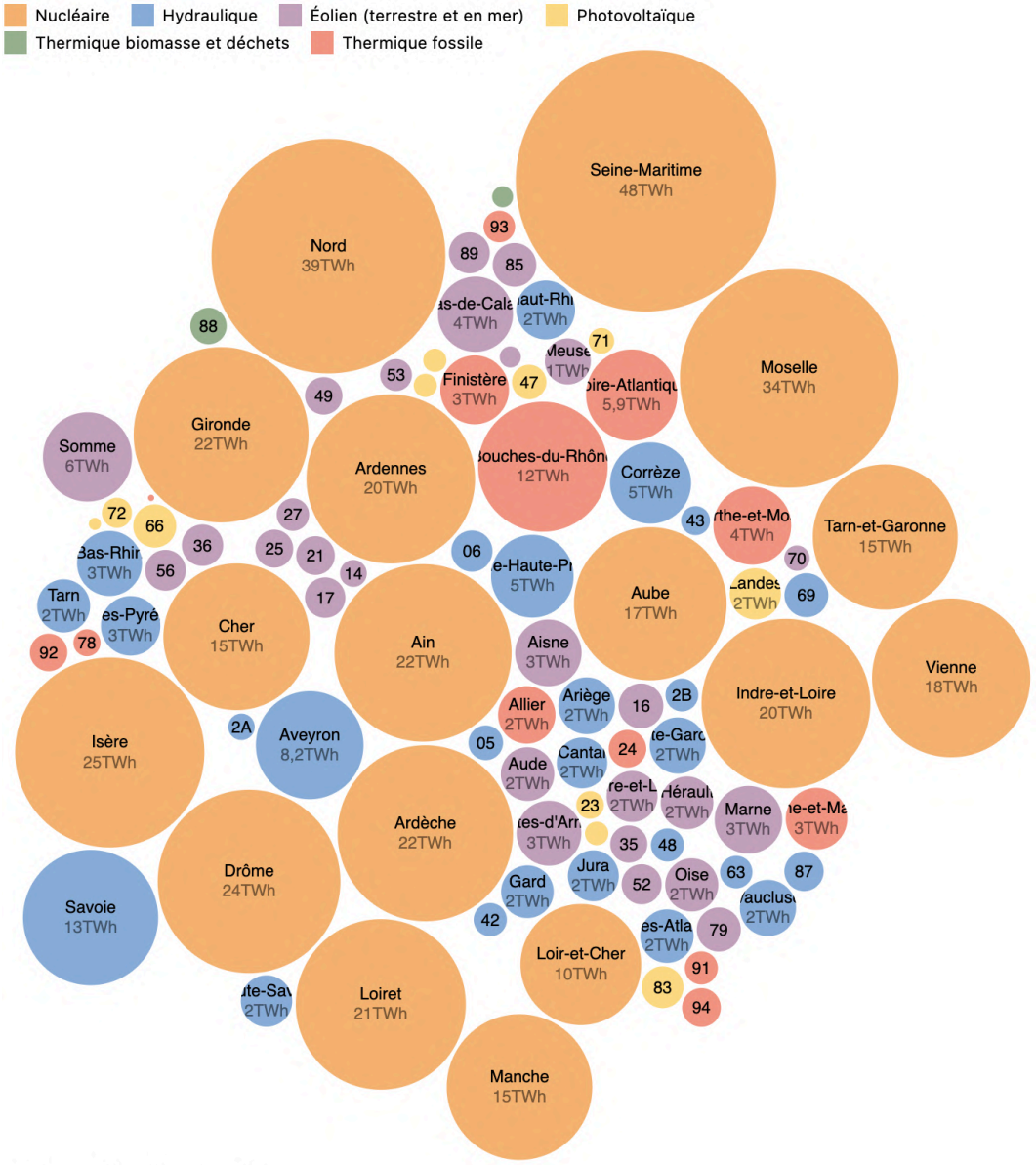
La taille des infrastructures de production thermique d'électricité, et particulièrement les centrales nucléaires, a conduit à centraliser l'activité de production là où ces équipements pouvaient être installés, notamment près des cours d'eau. Il en résulte un fort déséquilibre territorial dans la production d'électricité. La quasi-totalité des territoires dépend de la production de 17 territoires nucléarisés, auxquels s'ajoutent quelques territoires avec une forte production hydroélectrique, toutefois bien inférieure en volumes annuels. Le développement des énergies renouvelables ne rééquilibre pas les ordres de grandeur.

[7] À découvrir sur cette page sur la plateforme Territory. Ces diagrammes de Sankey sont aussi disponibles à l'échelle de chaque département d'AURA.

Rapport intern

Production d'électricité par département en 2024

Chaque département est coloré en fonction de sa filière dominante.

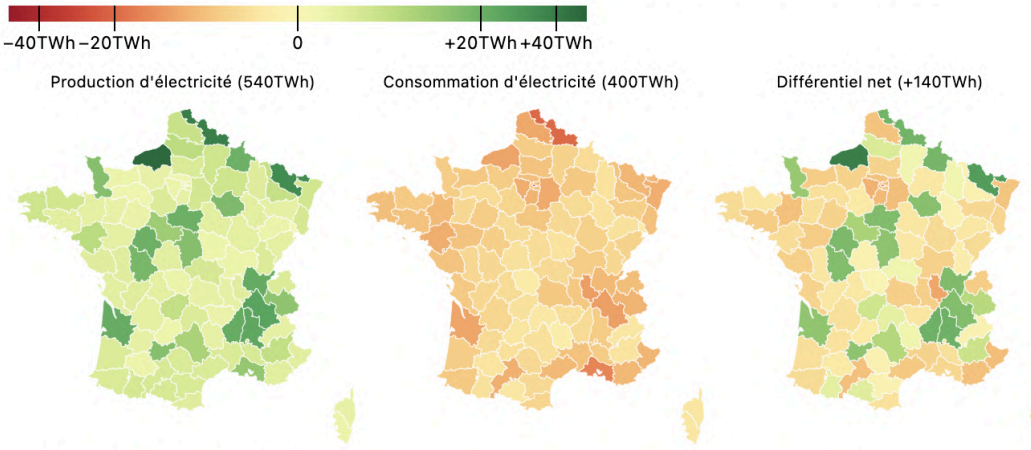


Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'ODRE (2025)

Un déséquilibre similaire existe en matière de consommation électrique entre les territoires : les 69 principaux territoires urbains français consomment en moyenne 20 fois ce qu'ils produisent en électricité. A l'opposé, un certain nombre de territoires ruraux couvrent, grâce aux ENR, déjà plus de 100 % de leur consommation électrique.[8]

[8] Ces territoires sont engagés dans la démarche "Territoire à Energie Positive" (TEPOS).

Production et consommation d'électricité par département en 2022



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'ODRE (2025) et du SDES (2023)

La superposition des cartes de production et de consommation identifie en un coup d'œil les territoires nucléaires et hydroélectriques. Le différentiel net est aussi faible (en positif ou en négatif) pour un grand nombre de territoires ruraux qui affichent une faible consommation et disposent d'aménités naturelles pour produire de l'électricité renouvelable. Le différentiel négatif est le plus fort dans les territoires industriels et urbains non pourvus en centrale nucléaire.

Un déséquilibre territorial multi-factoriel : technique, financier, socio-économique

Le système électrique français est conçu à l'échelle nationale telle une "plaque" sur laquelle circulent librement les électrons, en fonction de l'équilibre offre-demande à chaque instant. Si un équipement majeur de production dans une territoire vient à faire défaut, les équipements des autres territoires le suppléent naturellement, sans discussions ou négociations entre les consommateurs ou les territoires. Cette situation, propre aux économies dites "de réseau" est rendue possible par l'existence d'un régulateur national unique chargé de la gestion des équilibres et de la répartition des électrons à chaque instant : RTE.

Une limite technique existe à la plaque électrique, dans le cas des "péninsules électriques" : des territoires fortement consommateurs et/ou faiblement producteurs, qui présentent un déficit d'interconnexions avec leurs territoires voisins. La Bretagne était dans cette situation dans les années 2010, avec un taux d'autonomie électrique inférieur à 10 %. La création en 2018 d'une nouvelle ligne haute tension enterrée entre Lorient et Saint-Brieuc en 2018[9], la mise en service d'une centrale combiné gaz à Landivisiau et le développement de l'éolien ont permis de réduire le risque de coupure électrique. L'autre péninsule électrique, les Alpes-Maritimes, a aussi vu son alimentation électrique sécurisée en 2019.

Il demeure toutefois un déséquilibre financier et socio-économique entre les territoires fortement producteurs et les autres, du fait des revenus générés sur le territoire par l'infrastructure. Ces revenus sont directs via la fiscalité, et indirects via le chiffre d'affaires généré par la construction, le fonctionnement et la maintenance de ces équipements. Le concept de "facture énergétique territoriale" propose de comparer les flux financiers liés à

[9] Elle relie les réseaux des côtes nord et sud, respectivement alimentés par les centrales nucléaires normandes et ligériennes.

Rapport intermédiaire

l'achat d'énergie par l'ensemble des consommateurs d'un territoire avec le produit de la vente d'énergie produite sur le territoire.

Un réseau d'infrastructures dont la visibilité croît avec le développement des énergies renouvelables

Le réseau de transport et distribution d'électricité est pour moitié aérien en France. Pour une grande majorité de Français, il est la partie la plus visible du système énergétique dans son ensemble[10], étant donné que les sites de production centralisés sont très peu nombreux. Le développement des énergies renouvelables électriques vient chambouler cette organisation infrastructurelle, ainsi que les paysages. Les énergies renouvelables se déploient de manière diffuse sur le territoire, à proximité des lieux de vie, et requièrent le déploiement de nouvelles lignes électriques. Elles conduisent à rendre visible un système de production qui était jusqu'alors largement invisible, car situé à l'étranger (énergies fossiles) ou extrêmement concentré (électricité). **Cette problématique du « surgissement » des infrastructures alimente une grande partie de la controverse autour de l'acceptabilité des éoliennes et parcs solaires par la population française**.

La "non-stockabilité" de l'électricité induit un pilotage de la ressource à la milliseconde

Le bon fonctionnement du réseau électrique impose à tout instant un équilibre entre électricité consommée et produite. L'électricité étant difficilement stockable, l'équilibrage du réseau peut impliquer de jouer sur le niveau de production ou de consommation : on parle de flexibilité. C'est une contrainte très forte spécifique au secteur électrique. Le gestionnaire du réseau d'électricité a pour mission d'assurer en temps réel cet équilibre et de surveiller la stabilité du réseau, en fonction des prévisions, des aléas météorologiques et des pannes imprévues.

Les arbitrages sont décidés de façon à privilégier systématiquement la solution la plus économique et la plus performante pour le système global. Une solidarité électrique s'opère ainsi entre les acteurs et les territoires, garante de l'approvisionnement continu de tous. Cette même solidarité s'exprime à l'échelle européenne via les échanges transfrontaliers. Ces derniers sont croissants depuis les années 1980, au fil du développement des interconnexions. La France est globalement exportatrice nette vers ses voisins[11].

La souveraineté électrique de la France est limitée par sa dépendance aux importations de matières premières

L'autonomie électrique apparente se heurte néanmoins à la réalité des importations de matières premières nécessaires à cette production électrique, comme exprimé plus avant dans cette publication. Du point de vue des territoires, ceux-ci sont d'autant plus dépendants de l'étranger que leur mix électrique comprend des combustibles fossiles ou fissiles. Ils n'ont, en outre, aucune influence sur la gestion de ces importations, qui relève des prérogatives

[10] Les autres vecteurs énergétiques -chaleur, gaz et pétrole- sont transportés sur le territoire par des conduites souterraines (réseaux de chaleur, gazoducs et oléoducs), ou par voie maritime, fluviale, ferroviaire ou routière dans le cas des produits raffinés du pétrole.
[11] https://www.rte-france.com/actualites/france-battu-record-exports-nets-electricite-2024

Rapport intermédiaire

stratégiques de l'Etat. Le développement des énergies renouvelables peut donc être perçu comme un facteur d'amélioration de l'autonomie territoriale. Cette autonomie demeure relative car les énergies de flux induisent une nouvelle forme de dépendance, non plus géo-économique, mais purement physique en fonction des conditions naturelles.

La libéralisation européenne et la transition énergétique transforment l'organisation du secteur de l'électricité

La fin du monopole public entraîne la création de nouveaux acteurs publics en charge de la régulation du secteur : La Commission de régulation de l'Énergie (CRE) est créée pour veiller au bon fonctionnement du marché de l'énergie. EDF crée aussi deux filiales, RTE et Enedis, pour y héberger les activités de gestion des réseaux, qui demeurent des missions de service public monopolistique. RTE est un acteur-pivot dans le système électrique français car il est chargé de la gestion de l'équilibre offre-demande à chaque instant. Enedis est le concessionnaire quasi-unique (sur 95 % du territoire) pour la gestion des réseaux publics de distribution d'électricité dont les collectivités locales sont propriétaires[12].

Plusieurs instances consultatives sont aussi créées, dans une optique d'instaurer de nouvelles formes de gouvernance :

- Le Conseil Supérieur de l'Énergie (2006) est chargé d'émettre des avis sur la progression des énergies renouvelables. Bien qu'il se réunisse à un rythme très régulier et émette des avis sur l'ensemble des actes réglementaires relevant du secteur de l'énergie, il a très peu fait parler de lui depuis sa création.
- Le Conseil National de Transition Écologique (2013) est consulté sur les projets de lois et stratégies nationales en lien avec la transition écologique. Il émet chaque année plusieurs avis, notamment sur les versions successives de la SNBC et de la PPE.
- Le Haut Conseil pour le Climat (2018) est chargé d'émettre un avis indépendant sur la politique climatique de l'Etat. Ses avis intègrent les enjeux électriques dans la mesure où ils sont un levier-clé pour atteindre la neutralité carbone.

Nous avons besoin de vous !

Nous aimerions connaître l'avis des experts de l'écosystème sur le rôle, l'usage et l'impact de ces différentes instances. Nous nous interrogeons aussi sur la place des usagers (collectivités, citoyens, entreprises) dans cette gouvernance.

La libéralisation permet une réappropriation des questions énergétiques par les collectivités territoriales. Des compétences leur sont progressivement octroyées en matière de production énergétique. La loi-cadre de transition énergétique de 2015 désigne les Régions comme cheffes de file stratèges sur la transition énergétique territoriale et les intercommunalités comme coordinatrices locales, afin de décliner les objectifs énergétiques nationaux.

[12] Ces réseaux appartiennent aux communes, qui peuvent les déléguer à des groupements, souvent des syndicats d'énergie départementaux dans les territoires ruraux et aux métropoles dans les territoires urbains concernés.

Rapport Intermédiaire

Le SRADDET (à l'échelle régionale) et le PCAET (à l'échelle intercommunale) ont vocation à décliner territorialement les objectifs climatiques et énergétiques. En décembre 2023, 60 % des intercommunalités obligées (de plus de 20 000 habitants) ont adopté leur PCAET, et 97 % ont a minima lancé la démarche[13]. Ces outils sont une opportunité pour faire émerger une gouvernance locale de l'électricité, grâce à la connaissance des enjeux territoriaux et la réunion de toutes les parties prenantes. Les instances de gouvernance qui peuvent en découler disposent toutefois d'un pouvoir réglementaire limité aux compétences juridiques des collectivités.

Face au risque de dispersion des objectifs et initiatives territoriales et de non atteinte des objectifs de décarbonation, le Secrétariat Général à la Planification Écologique (SGPE) a été missionné à partir de 2022 pour organiser la coordination des efforts entre l'Etat et les différents niveaux de collectivités. Il a ainsi conçu et déployé la méthode des Conférences des Parties (COP) territoriales pour donner à tous une même grammaire et la possibilité de comparer les objectifs et choix territoriaux pour la décarbonation des activités.

II. Des risques croissants de conflits d'usage sur l'électricité dans les territoires à l'horizon 2050

A. La transition énergétique et les énergies électriques renouvelables à l'origine de tensions sur les territoires

Des phases de sur-capacités ou sous-capacités du système électrique alimentent les débats

Malgré les efforts de prospective, le système électrique traverse régulièrement des périodes d'inadéquation entre l'offre et la demande, occasionnant des situations de sur-capacités ou de sous-capacités électriques.

En 2013-2015, la combinaison de la mise en service de nouvelles centrales gaz et d'une baisse de la consommation consécutive de la crise économique a produit une situation de surcapacités, qui s'est résorbée par la mise à l'arrêt des centrales gaz peu rentables dans ces conditions d'utilisation. Une nouvelle situation de surcapacité est actuellement en cours, résultant de la forte diminution des consommations post-Covid et guerre russo-ukrainienne et d'une croissance continue des capacités d'énergie renouvelable. **L'électrification des usages prend du retard par rapport aux trajectoires planifiées dans la SNBC.**

A l'opposé, plusieurs hivers récents, entre 2014 et 2023, ont été marqués par des alertes sur le manque de capacités de pointe pour faire face à la demande. Ces sous-capacités résultaient d'une hausse de la thermosensibilité et d'une baisse de la disponibilité du parc

[13] 130 intercommunalités non-obligées ont aussi engagé une démarche de plan climat volontaire.

Rapport intermédiaire

électrique (fermeture de centrales au charbon et de Fessenheim, grand carénage nucléaire, arrêts préventifs suite à détection de défauts sur certains réacteurs nucléaires, retard de livraison de l'EPR de Flamanville). La production nucléaire, généralement située autour de 400 TWh, est descendue à 279 TWh en 2022. A l'hiver 2022-2023, le contexte géopolitique et les tensions sur le système électrique ont conduit l'Etat a lancé un vaste plan de sobriété énergétique, avec un objectif de -10 %. Le risque de pénurie d'électricité ne s'est jusqu'à présent jamais concrétisé.

Ces phases de sur- et de sous-capacités alimentent les débats sur le mix électrique opportun pour réussir la transition énergétique et viser un optimum économique, avec le défaut de le focaliser sur des enjeux de court-terme, au détriment d'une vision planificatrice de long-terme. Par exemple, les sur-capacités actuelles conduisent certains acteurs à demander une pause sur le développement des énergies renouvelables, hors cette pause mettrait en péril notre capacité à répondre aux besoins électriques de demain.

Les tensions autour des infrastructures électriques portent sur les externalités environnementales des projets

Les tensions et conflits relatifs à la production électrique ne sont actuellement pas d'ordre quantitatif mais qualitatif. Ils pourraient néanmoins conduire à des tensions quantitatives dans le cas où la mise en œuvre de la transition énergétique serait freinée.

Les arguments qualitatifs portent sur les risques pour la biodiversité, l'atteinte aux patrimoine naturel ou architectural, la surexploitation d'une ressource naturelle, la consommation d'espaces naturels, agricoles ou forestiers, les nuisances visuelles, sonores ou olfactives, la dimension industrielle des projets, la privatisation des recettes et profits, l'absence de remise en question des modes de consommation, la surproduction énergétique par rapport aux besoins du territoire. Ces argumentaires sont portés le plus souvent par des associations environnementales ou de riverains.

Type d'infrastructure	Motifs de conflits
Eolien terrestre	Paysages, lignes d'horizon Sur-mortalité des oiseaux et chauves-souris
Eolien marin	Fonds marins Difficultés pour l'activité pêche Lignes d'horizon
Photovoltaïque au sol	Consommation d'espaces naturels ou forestiers Paysages
Agrivoltaïsme	Concurrence déloyale avec l'activité agricole et consommation de foncier agricole
Photovoltaïque sur bâti	Patrimoine

Rapport intermédiaire

Type d'infrastructure	Motifs de conflits
Eolien terrestre	Paysages, lignes d'horizon Sur-mortalité des oiseaux et chauves-souris
Eolien marin	Fonds marins Difficultés pour l'activité pêche Lignes d'horizon
Photovoltaïque au sol	Consommation d'espaces naturels ou forestiers Paysages
Réseau électrique	Sur-mortalité des oiseaux Champs électromagnétiques Paysages Prévoir les profits financiers liés aux exportations
Nucléaire	Risque d'accident Stockage des déchets Consommation d'eau (cycles ouverts) Atteinte à la biodiversité des fleuves liés au relargage d'eau chaude
Hydroélectricité	Atteinte à la biodiversité des cours d'eau Frein à l'écoulement des eaux et des sédiments
Production thermique à partir de biomasse	Détournement / Accaparement de ressources forestières ou alimentaires vers l'usage énergétique

La production électrique en conflits d'usage avec d'autres activités consommatrices de ressources en eau, sol et biomasse

Ces situations conflictuelles renvoient à des conflits d'usage relatifs à l'électricité non perçue comme une ressource mais comme une activité économique. Cette activité économique se confronte à d'autres activités, économiques ou non, dans l'usage et la consommation d'autres ressources.

- **Conflit d'usage autour de l'eau** : Production électrique vs. préservation de la biodiversité (maintien d'un débit d'étiage et d'une température naturelle dans les cours d'eau) vs. activités récréatives vs. maintien d'un débit pour l'écoulement des sédiments vers les mers, etc. Plusieurs fois au cours des derniers étés, des centrales nucléaires ont été mises à l'arrêt en raison de rejets d'eau trop chaude par apport à des seuils de d'une température maximale.

- **Conflit d'usage autour du sol** : Production électrique vs. autres usages économiques (agriculture, constructions, sylviculture) ou non-économiques (zones de biodiversité, activités de loisirs), y compris pour le "sol" marin avec l'activité de pêche. Le chapitre sur le sol évoque un conflit d'usage du sol autour de la construction d'une paire de réacteurs nucléaires sur le site de Loyettes (Ain). L'extension du site nucléaire implique l'artificialisation de 370 ha de terres agricoles. De nombreux

Rapport intermédiaire

projets de parcs photovoltaïques au sol entrent en conflit d'usage des sols, y compris sur des sols pollués (anciennes carrières ou terrains militaires) qui deviennent parfois de nouveaux réservoirs de biodiversité.

- **Conflit d'usage autour de la biomasse** : Production électrique vs. autres usages de la biomasse (alimentation, retour au sol, biomatériaux…)
  Le chapitre sur le bois évoque le conflit d'usage du bois autour de la centrale thermique de Gardanne.

L'agrivoltaïsme, révélateur des débats en cours autour de la transition énergétique

L'agrivoltaïsme, en articulant production agricole et énergétique, est une vitrine des dilemmes qui traversent la transition énergétique en France.

→ **Débat sur le modèle économique agricole** : La production énergétique est une activité potentiellement plus rentable que la production alimentaire, qui peut attirer de nombreux agriculteurs en difficulté financière. Cette source de revenus est théoriquement bénéfique si complémentaire, mais peut aussi détourner le métier de l'agriculteur vers la production d'énergie.

→ **Débat sur le partage de la valeur économique générée** : L'agrivoltaïsme attire des investisseurs privés (énergéticiens), en capacité de porter les investissements nécessaires, mais qui captent aussi l'essentiel des profits générés. Son développement pose la question du partage de la valeur entre agriculteurs et producteurs d'énergie.

→ **Débat sur les synergies agriculture-énergie et la protection des cultures face au changement climatique** : Bien conçu, l'agri-voltaïsme peut réduire l'évaporation de l'eau, protéger les cultures contre les aléas climatiques (grêle, sécheresse), améliorer le bien-être animal. Ces synergies impliquent une coopération forte entre les deux activités. L'activité énergétique peut aussi réduire significativement la production agricole et donc détourner le terrain agricole de sa vocation nourricière.

→ **Débat sur l'intégration paysagère et territoriale** : des petits projets agrivoltaïques peuvent théoriquement mieux s'intégrer dans des paysages et s'accorder avec les enjeux locaux, par rapport notamment aux grandes centrales photovoltaïques au sol, mais ils peuvent aussi renier les traditions agricoles (ex: changement d'activités pour justifier l'installation PV) et les considérations paysagères.

→ **Débat sur la protection de la biodiversité** : Le développement de l'agrivoltaïsme sur des terrains déjà anthropisés peut se substituer à ds projets énergétiques sur d'autres zones naturelles, comme il peut, via ses aménagements routiers et annexes, artificialiser un terrain agricole jusqu'à présent peu affecté (notamment les prairies).

Rapport intermédiaire

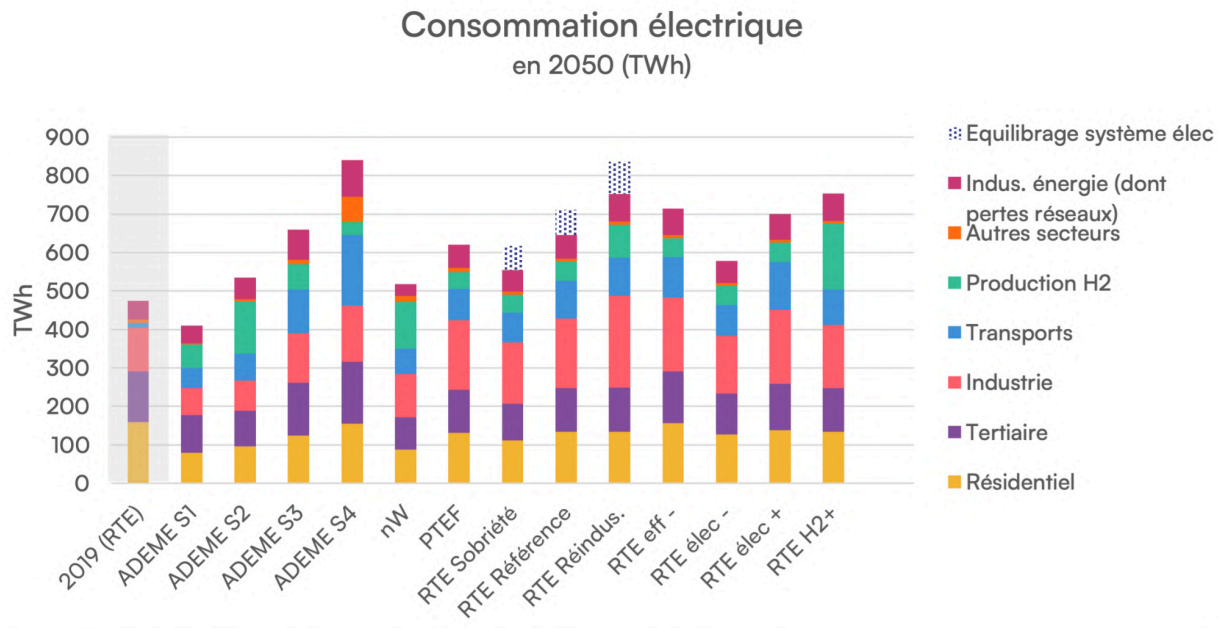
B. Une hausse attendue d'ici 2050 de la demande d'électricité à l'épreuve des capacités des infrastructures

B1.Une hausse de la consommation d'électricité liée à la transition énergétique, mais aussi à des tendances économiques lourdes

Au-delà de la progression de la part de l'électricité à hauteur de 50 % dans le mix énergétique français[14], la nécessité d'accroître fortement la consommation d'électricité d'ici 2050 pour réussir la transition énergétique n'est apparue que récemment, suite au relèvement des objectifs européens de décarbonation (directive RED III, 2023)[15]. Aujourd'hui, une grande majorité des scénarios prospectifs se sont alignés sur cet axiome. En revanche, ils divergent sur l'ampleur de cette hausse de la consommation[16] : par rapport à une consommation moyenne 450 TWh ces dernières années, les estimations haussières s'échelonnent de +80 TWh à +417 TWh (soit un quasi-doublement).

Les scénarios centraux prévoient une consommation comprise entre 630 TWh et 690 TWh (SNBC, Trajectoire de référence de RTE, Ademe S3, EDF). **Ces objectifs supposent une hausse de la demande d'électricité d'une dizaine de TWh par an, soit environ la production annuelle de deux réacteurs nucléaires.**

L'industrie (rouge) et les transports (bleu) dominent dans la plupart des scénarios, marquant un basculement des usages vers l'électricité. La production d'hydrogène (vert) joue un rôle important dans certains scénarios.



[14] La consommation d'électricité doit représenter 50 % dans le mix énergétique en 2050, contre 25 % aujourd'hui.
[15] Les premiers exercices de planification énergétique (SNBC et PPE) tablaient sur une stabilisation, voire une légère diminution des consommations électriques : La PPE-2 prévoyait ainsi une consommation de 440 TWh en 2023 et 426 TWh en 2028.
[16] Les scénarios prévoient une consommation d'électricité dans une fourchette allant de 408 TWh à 867 TWh. Cf. Couvrir nos besoins énergétiques : 2050 se prépare aujourd'hui, La Fabrique de l'Industrie.

Les 10 années de recul en matière de planification énergétique dont nous disposons désormais révèlent que le mouvement d'électrification des usages (mobilité, chauffage…) constitue une "hypothèse contre-tendancielle[17]", dans le sens où elle n'ira pas de soi, mais nécessitera la mise en œuvre de mécanismes de soutien et d'accompagnement dans la durée.

Aux côtés de l'électrification par substitution d'énergies carbonées, la consommation d'électricité pourrait augmenter du fait de tendances socio-économiques, au travers du développement de l'économie numérique (centres de données), de l'évolution des activités industrielles, et de l'essor de la climatisation.

Les projections de consommation d'électricité liées à l'intelligence artificielle bouleverse les exercices prospectifs

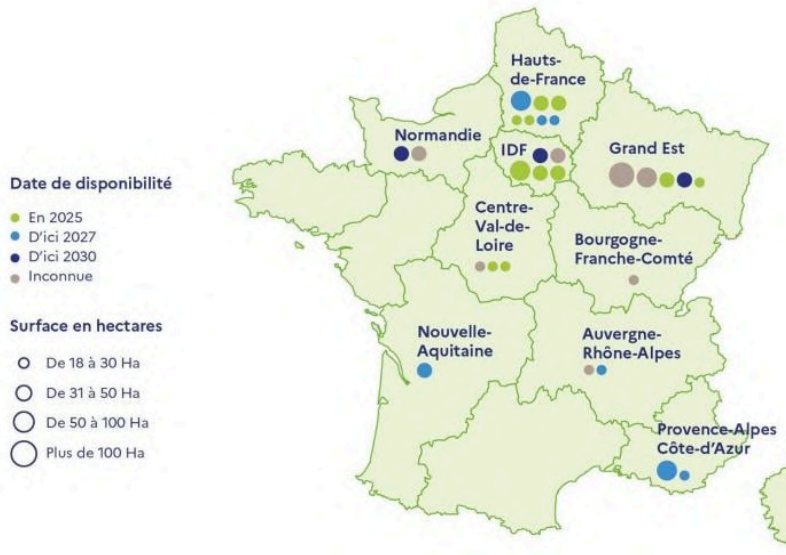
L'essor fulgurant de l'intelligence artificielle rebat les cartes de la prospective électrique, car son essor implique un accroissement significatif des capacités de stockage des données numériques. Les projections de consommation énergétique du secteur numérique, notamment issues des travaux *Futurs Énergétiques* de RTE (2022), sont d'ores et déjà obsolètes et il règne aujourd'hui un grand flou sur la croissance des consommations à horizon 2030, encore plus à horizon 2050. RTE a réévalué par deux fois à la hausse ses prévisions, en 2023 et 2025. Les dernières prévisions à 2035 oscillent entre 20 TWh (EDF) et 28 TWh (RTE). Les travaux ADEME-ARCEP propose une hypothèse à 39 TWh en 2050. Ces incertitudes fortes révèlent le risque sur la capacité d'approvisionnement et appellent à des exercices de modélisation plus précis de la part de l'écosystème d'acteurs.

Début 2025 a été dévoilée une carte de l'implantation de 35 sites pour des data center dédiés à l'IA. Il est difficile de savoir précisément aujourd'hui dans quelle mesure la disponibilité future de l'électricité sur les territoires concernés sera un critère décisif pour leur implantation. Les conditions évoquées dans les annonces politiques sont la disponibilité du foncier (les sites consommeront un total de 1200 hectares) et la proximité avec les lieux de production électrique et un réseau électrique. EDF a pour sa part annoncé avoir pré-identifié 4 sites industriels, sur son propre foncier, disposant d'une puissance totale déjà disponible estimée à 2 GW[18].

Rapport intermédiaire

[17] "La grande panne de l'électrification". Le Monde, février 2025. Climat : en France et en Europe, la grande panne de l'électrification

[18] Intelligence artificielle : EDF veut accueillir des data centers sur ses terrains | Connaissances des énergies



Carte de France des implantations prévues de data center. La Tribune

Pour les collectivités territoriales, ces projets bousculent complètement leur profil territorial de consommation et leurs objectifs de transition énergétique. Par exemple, l'ensemble de data center installés ou en projet en Ile-de-France représente un besoin de puissance électrique à hauteur de 7,5 GW (soit le niveau de puissance nécessaire à l'alimentation de tous les habitants, services et entreprises de Paris et sa petite couronne à la pointe d'hiver).

Entre 155 et 271 TWh : L'avenir industriel de la France à quitte ou double

L'évolution de la demande électrique industrielle a toujours été le principal déterminant de l'évolution de la consommation électrique nationale. Ce sera aussi le cas dans le futur, en fonction de deux paramètres déterminants : les dynamiques industrielles et l'électrification des procédés industriels.

La réindustrialisation de la France est aujourd'hui au coeur des préoccupations politiques, à la croisée des enjeux de souveraineté nationale, d'emplois et de baisse de l'empreinte carbone. Différentes visions s'opposent quant à l'avenir de l'industrie en France. Le scénario de référence de RTE définit la réindustrialisation comme l'arrêt de la dynamique de désindustrialisation et une stabilisation de la part de l'industrie manufacturière dans le PIB à environ 10 % en 2050, suite à un redéploiement industriel. Les secteurs susceptibles d'une relocalisation sont les produits manufacturés (textile, meubles, électroménager), l'acier, l'électronique (semi-conducteurs, électronique professionnelle...), la chimie fine et la pharmacie, les industries de la transition énergétique. D'autres scénarios, notamment les travaux de l'UNIDEN, proposent une réindustrialisation plus forte et une relocalisation marquée des industries stratégiques. Certains scénarios mettent en avant une forte influence des tendances à la sobriété de la consommation manufacturière.

L'électrification de l'industrie comprend deux volets : l'électrification directe des procédés de production alimentés par des combustibles fossiles (comme les fours à gaz ou au charbon), et l'électrification dite indirecte, qui consiste à décarboner des procédés chimiques difficilement électrifiables en substituant les combustibles carbonés actuels (méthane, hydrogène fossile…) par de l'hydrogène bas carbone produit à partir d'électricité renouvelable.

Rapport intermédiaire

Les scénarios ne distinguent pas dans leurs chiffres la part de la potentielle réindustrialisation et la part de l'électrification directe des procédés industriels. Selon les scénarios, la demande d'électricité oscille entre stabilité et croissance en 2030, entre 113 et 127 TWh. **À horizon 2050, le flou demeure et les écarts entre scénarios se creusent, allant de 155 à 271 TWh.** Ces chiffres n'intègrent pas la production d'hydrogène vert nécessaire à la décarbonation des procédés spécifiques, qui représenterait 50 TWh en 2050.

La croissance de la demande électrique concerna en priorité les bassins industriels existants du Nord et de l'Est de la France, même si de nouveaux pôles industriels de moindre envergure pourraient émerger, en Ile-de-France et dans l'Ouest de la France.

Encadré : la production d'hydrogène par électrolyse et ses applications dans les domaines de l'industrie et de la mobilité

L'hydrogène vert généré par des surplus d'électricité renouvelable est un axe majeur de la stratégie énergétique française. D'ici à 2030, la consommation électrique de ce secteur pourrait selon les scénarios ADEME et RTE atteindre 22 à 25 TWh, voire jusqu'à 86 TWh dans certains scénarios. D'ici à 2050, son usage pourrait atteindre entre 29 et 86 TWh.

En 2024, 25 MW de capacités de production d'hydrogène sont installés dans 4 gigafactories d'un 1 GW, mais la production est quasi-inexistante. La filière observe un déficit de clients et d'investissements, difficultés qui ont conduit le gouvernement à réviser à la baisse son objectif de capacité installée en 2030 de 6,5 GW à 4,5 GW dans la PPE3. Des doutes subsistent sur les débouchés de cette filière : dans l'industrie lourde, l'hydrogène vert demeure le principal levier de décarbonation, et devrait trouver de nombreuses applications une fois le frein financier levé. En revanche, dans le secteur de la mobilité il est concurrencé par les batteries électriques et les agrocarburants, et pour production d'électricité de pointe dans les centrales thermiques il est concurrencé par le biométhane.

La localisation des électrolyseurs dépend de trois paramètres-clés : la proximité des zones industrielles ou de consommation, la proximité des sites de production d'électricité renouvelable en grande quantité, et la proximité d'infrastructures de stockage de l'H2 (stocks-tampons sur les sites industriels, cavités salines…).

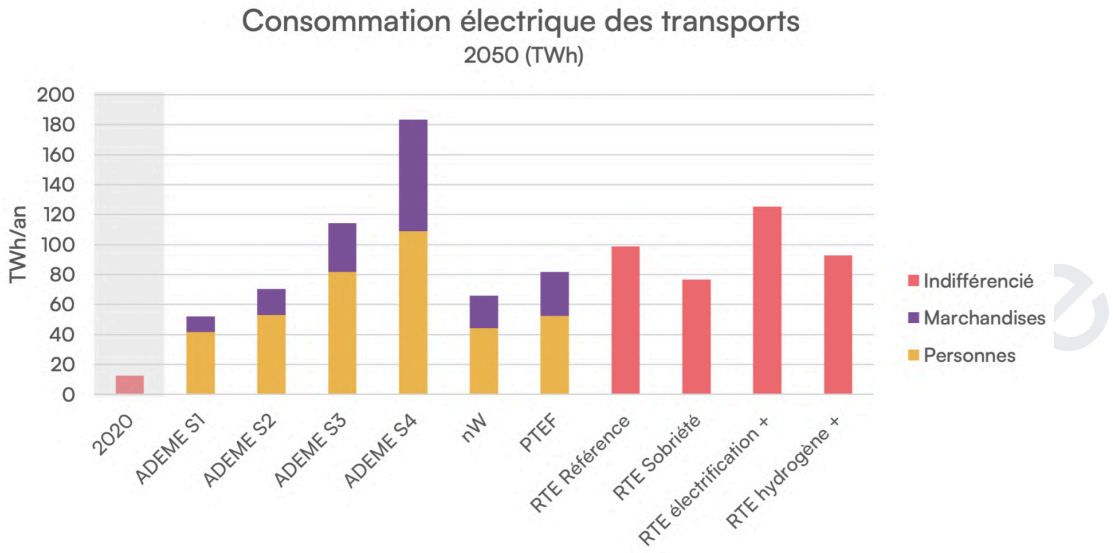
La question du couplage entre les territoires de grande production d'électricité renouvelable et de production d'hydrogène vert se pose. Ce couplage semble particulièrement pertinent dans le cas de l'éolien offshore, qui se caractérise par une production importante et relativement stable. Deux projets français, en Occitanie et dans les Pays de la Loire, investiguent cette opportunité.

L'électrification de la mobilité, levier clé et pivot de la consommation électrique en 2050

La consommation d'électricité dans les transports, aujourd'hui marginale et limitée au transport ferroviaire (12 TWh en 2020), va être multipliée par des facteurs 4 à 15 (50 à 180 TWh). Plusieurs scénarios établissent une cible entre 80 et 100 TWh. Ce secteur devait

Rapport intermédiaire

ainsi devenir le 1er ou le 2e consommateur d'électricité, selon la trajectoire prise par l'industrie.



Synthèse de scénarios prospectifs de consommation électrique des transports en 2050
Comprendre2050.fr

Le niveau de consommation électrique du secteur en 2050 dépend du nombre total de véhicules en circulation et de la part des véhicules électriques. Les projections actuelles indiquent une part de 85 % d'électricité pour les véhicules privés et de 90 % pour les véhicules utilitaires légers. L'hypothèse d'un parc 100 % électrifié est retenue pour cette étude. Le parc global devrait en outre diminuer d'environ 15 %.

Le développement du captage et stockage du carbone (CCS en anglais), une consommation très forte et trés localisée d'électricité

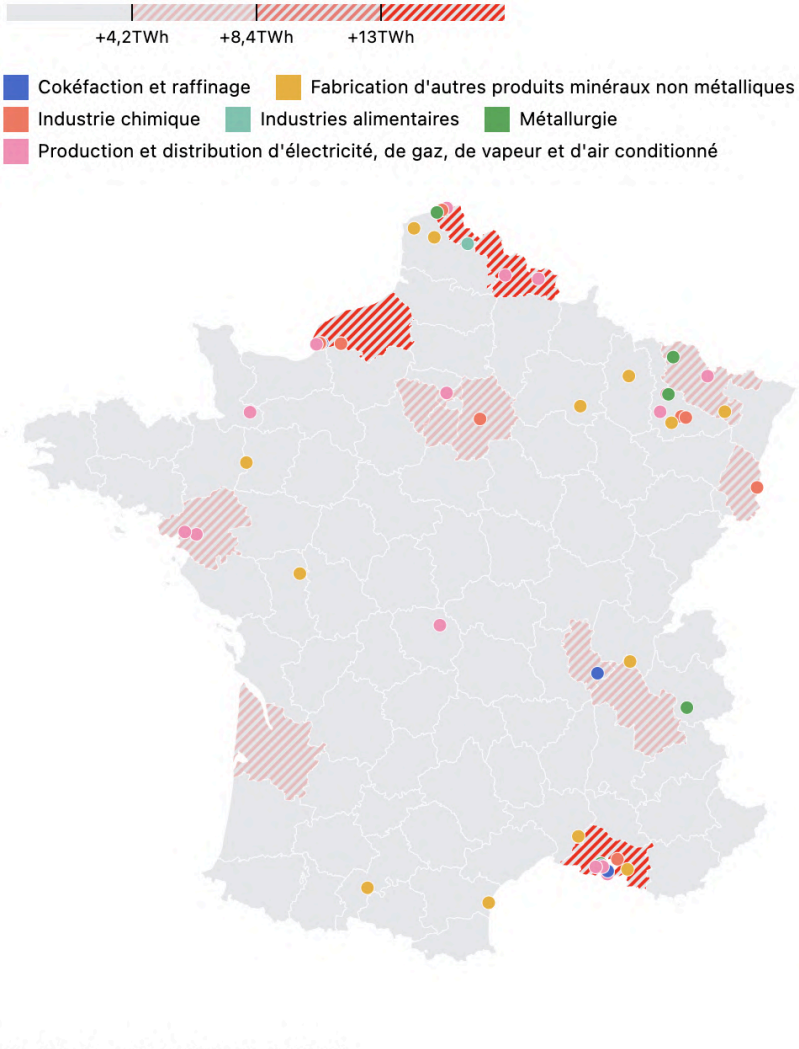
Le captage du CO_2 est une solution choisie par certains scénarios pour les secteurs dits “difficiles à décarboner”, tels que la sidérurgie, la production de ciment, la chimie, la production d’hydrogène par vaporeformage du gaz naturel. Il pourrait être installé sur une cinquantaine de sites industriels les plus émissifs du territoire. Son développement induirait une très forte hausse de la consommation d'électricité pour ses territoires d'accueil, notamment dans le Nord et le Pas-de-Calais, en Seine-maritime, en Ile-de-France, en Moselle et Meurthe-et-Moselle, dans le bassin lyonnais et dans les Bouches-du-Rhône.

Le CCS est très consommateur d'électricité. Pour la suite de nos travaux, nous aimerions préciser ici les chiffres, notamment à partir des scénarios Transitions 2050, page 631 et 644.

Rapport intermédiaire

Augmentation de la consommation d'électricité scénarisée par département (+199TWh)

Et position des 50 sites les plus émissifs en CO2 en fonction de leur secteur d'activité.



Hypothèses prises en compte :

+82TWh pour passer aux voitures électriques
soit toutes les voitures remplacées

+49TWh pour produire de l'hydrogène
soit 10 000 MW installés

+28TWh pour développer les datacenters
soit 6 500 MW installés

+20TWh pour capter le co2 de l'industrie lourde
soit 50% de CO2 industriel capté

+9,8TWh pour remplacer le gaz résidentiel
soit aucune chaudière au gaz

+6TWh pour se refroidir davantage l'été
soit +6 000 000 MWh de climatisation

+3,7TWh pour équiper les locaux de climatiseurs
soit +12% de m2 climatisés

+3,5TWh pour remplacer le gaz tertiaire
soit aucune chaudière au gaz

+2,6TWh pour équiper les logements de climatiseurs
soit 55% de logements climatisés

+1,2TWh pour remplacer le fioul résidentiel
soit aucune chaudière au fioul

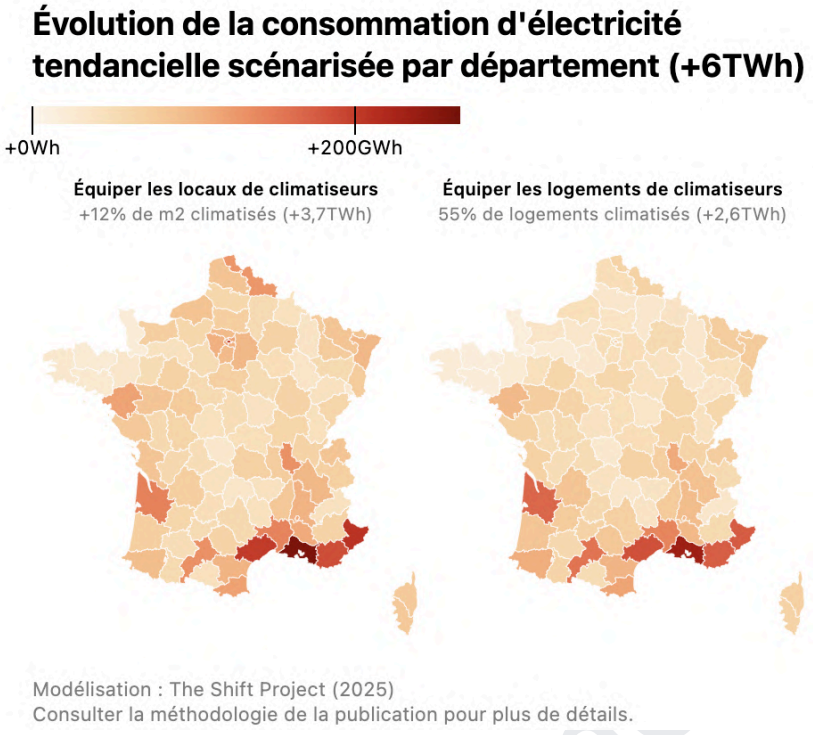
+180GWh pour remplacer le fioul tertiaire
soit aucune chaudière au fioul

−7TWh pour se chauffer moins l'hiver
soit -7 000 000 MWh de chauffage

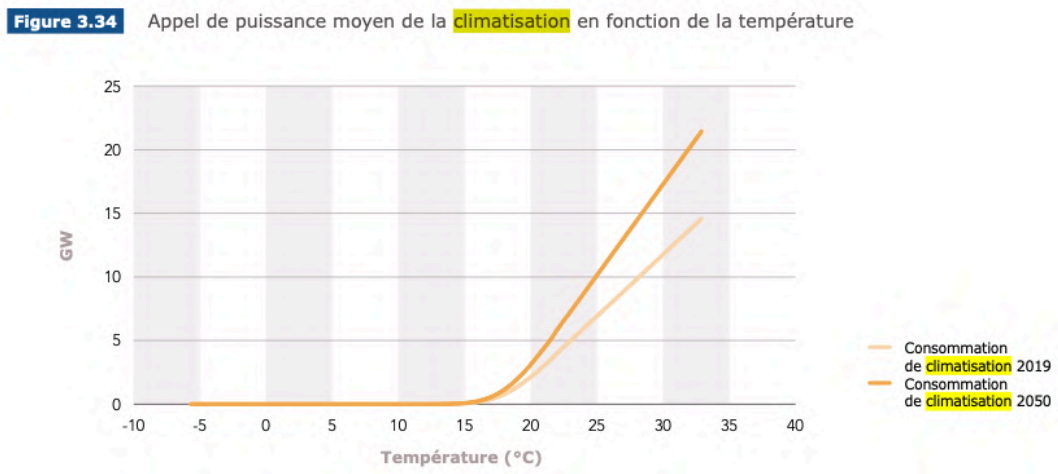
Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Un poids global marginal de la climatisation mais des pointes de consommation dans certains territoires

La part des logements français climatisés, aujourd'hui relativement faible par rapport aux Etats-Unis et au Sud de l'Europe (22 % en 2019, RTE), devrait significativement augmenter pour atteindre 55 % des logements en 2050, concentrés essentiellement dans la moitié Sud du pays. Dans le secteur tertiaire, la croissance anticipée est plus légère (+12 %), avec des gains d'efficacité énergétique qui contrebalancent partiellement l'augmentation des surfaces climatisées. Les deux secteurs réunis devraient consommer environ 30 à 36 TWh en 2050, contre 26 TWh en 2020. Cette hausse de 10 TWh apparaît donc comme relativement peu importante par rapport à celles des autres secteurs étudiés.



En revanche, l'essor de la climatisation induit le développement de pointes de consommations estivales. Ce phénomène aujourd'hui très marginal en France[19], devrait s'amplifier avec l'augmentation des vagues de chaleur et le recours croissant à la climatisation pendant celles-ci. De façon similaire à la thermosensibilité hivernale, une thermosensibilité estivale devrait donc se développer : aujourd'hui estimée par RTE à +900 MW appelés par degré supplémentaire, elle pourrait atteindre 2 GW/°C en 2050[20]. Les appels de puissance pourrait toutefois être en partie compensés par la production photovoltaïque durant la journée.



Appel de puissance moyen de la climatisation en fonction de la température
RTE, Futurs énergétiques (p135)

[19] Actuellement, 10 % des postes sources connaissent leur pointe annuelle en été dans certains départements du sud de la France, comme le Var, les Pyrénées-Orientales ou encore les Landes. Ce phénomène est bien plus répandu en Italie et Espagne.
[20] France Industrie, ibid.

Cette thermosensibilité conduit à penser que les territoires dans lesquels la température estivale sera la plus élevée seront plus marqués par de forts appels de puissance estivaux. Malgré l'évolution de cette thermosensibilité, RTE ne prévoit toutefois pas de contraintes d'approvisionnement spécifiques aux vagues de chaleur.

B.2. Des leviers de transition pour flexibiliser la demande et réduire la demande d'électricité

Certains leviers doivent permettre de nuancer ou d'adapter la hausse de la demande d'électricité et les risques associés : le développement des flexibilités et des effacements électriques, les comportements de sobriété énergétique, la rénovation des bâtiments.

Flexibilité de la demande et effacements industriels

La flexibilisation de la demande électrique peut prendre des formes variées pour soulager les appels de puissance aux moments-clés de la journée ou de la saison, et s'adapter aussi aux productions variables des énergies de flux.

Chez les particuliers, le pilotage optimisé d'un certain nombre d'équipements domestiques (eau chaude sanitaire, véhicules électriques, chauffage…) offre théoriquement un vaste gisement, dont la mobilisation dépend toutefois de son acceptabilité sociale. Les scénarios actuels s'appuient essentiellement sur les nouveaux usages flexibles comme la recharge des véhicules électriques, qui nécessitent le moins de changements de comportement.

Dans le secteur industriel, les procédés industriels électro-intensifs représentent des gisements de flexibilité importants, qui sont déjà en partie valorisés en France. Ces capacités d'effacement, de l'ordre de 3 GW, se concentrent les zones industrielles à forte consommation électrique. Peu d'information est disponible sur leur développement en 2050.

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions approfondir ce sujet avec les experts de l'écosystème.

Globalement, la flexibilité de la demande représente une capacité (exprimée en puissance moyenne effaçable) pouvant varier entre 9 et 44 GW. Les scénarios RTE retiennent une capacité en 2050 comprise entre 13 et 17 GW.

Comportements et pratiques de sobriété

La sobriété doit permettre de limiter à la fois la hausse de la consommation électrique et la hausse des pointes de demande. Le scénario *Sobriété* de RTE permet ainsi une réduction de consommation d'électricité de 90 TWh et une baisse des besoins de capacités flexibles de 15 GW.

Les réductions de consommations concernent tous les secteurs : transports (-22 TWh sous l'effet du télétravail, de la réduction des vitesses, du covoiturage, de l'aménagement...),

Rapport intermédiaire

industrie (-23 TWh sous l'effet des évolutions d'alimentation, de l'allongement de la durée de vie des biens manufacturés, du développement d'une économie circulaire, etc.), résidentiel (-5 TWh pour la production d'eau chaude sanitaire). Globalement, la sobriété est un paradigme complet qui invite à repenser l'aménagement du territoire et les pratiques de tous les usagers. C'est la stratégie qui propose en outre le plus de co-bénéfices sur les plans de la biodiversité, de la santé, de l'emploi, ainsi que dans la consommation des autres ressources (sol, eau, etc.).

Rénovation thermique et électrification du chauffage dans les parcs résidentiel et tertiaire

La conversion des modes de chauffage résidentiel et tertiaire à l'électricité post-rénovation ne devrait pas provoquer de hausse de la consommation électrique. La forte électrification du chauffage (70 % de logements et 65 % des surfaces tertiaires chauffés électriquement en 2050 contre 40 % dans le résidentiel et le tertiaire aujourd'hui, et) doit en effet être plus que compensée par les effets baissiers de la performance des équipements, d'une rénovation importante des logements existants et de la nouvelle réglementation environnementale pour la construction neuve

Selon RTE, la consommation d'électricité dans les bâtiments pourrait ainsi diminuer de 159 TWh en 2020 à 134 TWh en 2050.

Toutefois, les hypothèses retenues (issues de la SNBC) sur le volume et l'ambition des rénovations énergétiques sont très ambitieuses : l'ensemble du parc de bâtiments devrait avoir le niveau de performance énergétique BBC en moyenne en 2050. Les gains de performance énergétique des logements au cours de la dernière décennie (5 % d'économies réalisées entre 2012 et 2019) conduisent à s'interroger sur la faisabilité d'une rénovation d'une telle ampleur. France Industrie imagine par conséquent un scénario dans lequel la demande électrique liée au chauffage résidentiel continue de croître jusqu'en 2030, avant de décroître, dans des proportions moindres que selon la SNBC.

Cette baisse de la consommation électrique résidentielle devrait affecter les territoires de façon relativement homogène. Néanmoins, l'électrification des modes de chauffage pourrait renforcer les pointes de demande en hiver. La thermosensibilité hivernale devrait légèrement décroître en moyenne, de 2,5 à 2,1 GW/°C entre 2019 et 2050, notamment du fait du développement des flexibilités de consommation (voir infra), mais en raison de la forte électrification des modes de chauffage, la pointe hivernale pourrait selon la SNBC atteindre 165 GW en 2050 (vs. record à 102 GW en 2012).

C. L'immense défi de l'adaptation du système électrique d'ici 2050

C.1. Se décarboner encore et grossir, le double enjeu du mix électrique zéro carbone en 2050

La construction du mix électrique post-transition énergétique représente un défi technique gigantesque, dont la réussite conditionne la neutralité carbone. Le mix électrique doit simultanément se décarboner et grossir. **La PPE-3 vise dès 2030 la production de 600 TWh (vs. 439 TWh en 2022) à 95 % décarboné (vs. 89 % en 2022).**

Rapport intermédiaire

Le mix électrique de 2050 devra être composé principalement de nucléaire et de renouvelable. Les centrales électriques à combustible sont appelées à disparaître, à l'exception de quelques unités nécessaires à la gestion de la pointe, qui devront se convertir à des combustibles décarbonés. Les scénarios associent systématiquement aux capacités installées un "bouquet de flexibilités" pour équilibrer le systèm à chaque instant (cf. infra).

Filière	**Etat des lieux 2022**	**Objectifs PPE-3 2030**	**Cibles de production 2050 selon les scénarios**
Solaire PV	19 TWh	65 GWh	110 à 175 TWh
Eolien (terrestre et marin)	9 + 0,6 TWh	64 + 14 TWh	110 à 170 TWh, et *jusqu'à 450 TWh dans des scénarios tout-ENR*
Hydrolien	0	N/A	3 à 9 TWh
Hydroélectricité	43 TWh	54 TWh	64 à 79 TWh
Nucléaire (historique et nouveau)	279 TWh	360 TWh (objectif EDF: 400 TWh)	0 - 70 - 90 - 130 - 340 TWh selon les scénarios
Bioénergies	11 TWh	9 TWh	*(2 GW)*
Thermique	49 TWh	31,5 TWh	0 à 38 TWh 100 % décarboné

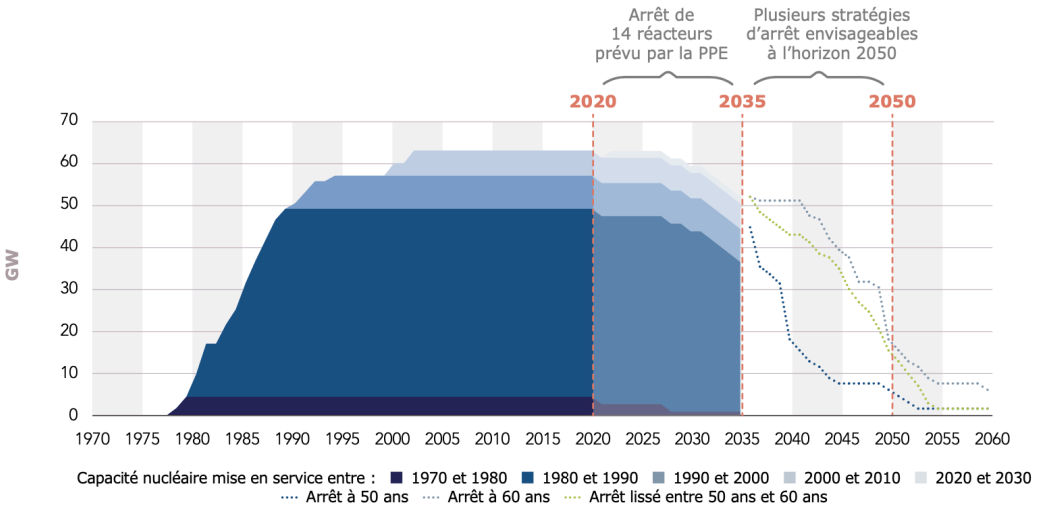
Des risques liés aux incertitudes quant au renouvellement du parc nucléaire

Selon les scénarios, l'énergie nucléaire pourrait produire entre 0 et 325 TWh d'électricité en 2050. **Les scénarios conservant de l'électricité nucléaire combinent une part de production issue du parc "historique", pour 60 à 149 TWh, et une part de production issue de nouveaux réacteurs, entre 10 et 189 TWh**[21].

Près de 50 GW de capacités de production d'électricité nucléaire seront hors service pour des raisons de limite d'âge en 2050. La prolongation du fonctionnement du parc jusqu'à 60 ans peut permettre de retarder sans annuler cette "falaise nucléaire". A horizon 2050, seuls les réacteurs nucléaires mis en service depuis les années 1990 (sur les sites de Civaux, Chooz-B, Golfech, Penly, Cattenom, Flamanville) seront toujours en fonctionnement, représentant un parc de 15 GW.

Rapport intermédiaire

[21] Cf. comparatif de la production d'électricité nucléaire en 2050 selon les scénarios. Comprendre2050, The Shift Project.



Échéance de fermeture du nucléaire existant, selon les scénarios Futurs énergétiques, RTE, 2022

Il a été acté en 2022 la construction d'au moins 6 réacteurs nucléaires de type EPR2, mis en service entre 2035 et 2045 et produisant 400 TWh d'électricité, et la construction de 8 autres réacteurs est en option. Les arbitrages quant à la capacité définitive de nouveau nucléaire à installer (a priori entre 10 et 25 GW), et à leur localisation sont attendus pour 2026. Au regard de l'allongement des durées de mise en service des derniers réacteurs (particulièrement l'EPR de Flamanville), le calendrier paraît extrêmement contraint et le risque est donc élevé d'un déficit d'électricité décarboné au cours des décennies 2040 à 2060.

Dans le cas où tous les nouveaux réacteurs nucléaires nécessaires à l'équilibre du mix électrique ne pouvaient être construits, les territoires dans lesquels les réacteurs fermés n'auront pas été renouvelés seront potentiellement se retrouver en risque d'approvisionnement.

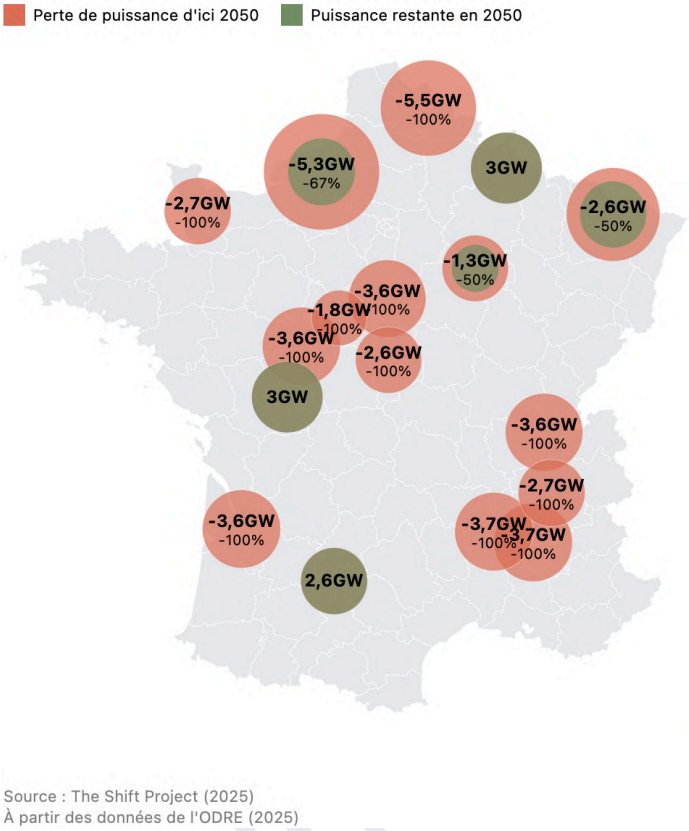
En considérant une limite d'âge à 60 ans, 15 des 18 sites nucléaires actuels verront des réacteurs fermer, représentant 50 % à 100 % de leur capacité aujourd'hui installée. Le risque sera plus fort sur les sites où tous les réacteurs ont fermé. Par exemple, le site de Gravelines perdrait 5,5 GW et la Seine-Maritime perdrait 5,3 GW[22].

[22] Fermeture des 4 réacteurs de Paluel. A Penly, un réacteur aura dépassé les 60 ans et l'autre sera sur le point de les atteindre en 2050.

Rapport intermédiaire

Perte de capacité de production nucléaire par département en 2050 - hors connexion de nouveaux réacteurs

En considérant une durée de vie de 60 ans pour les réacteurs en service actuellement.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de l'ODRE (2025)

Ces territoires seront probablement privilégiés pour l'installation de nouveaux réacteurs, mais l'ensemble des 15 sites concernés ne pourront en recevoir, et au-delà, la capacité de production du nouveau nucléaire ne devrait pas dépasser au maximum 25 GW, soit la moitié des capacités fermées. Des arbitrages seront donc nécessaires et certains territoires aujourd'hui producteurs ne le seront plus en 2050. Dans le cas de forts déséquilibres offre / demande et en considérant le réseau électrique comme un potentiel facteur de congestion, ces territoires pourraient potentiellement être plus en risque d'approvisionnement.

Des risques liés aux capacités d'accélération des filières ENR

Les énergies renouvelables sont la deuxième brique fondamentale dans le mix électrique 2050, quel que soit le scénario qui advienne. Les objectifs nationaux de capacités installées à horizon 2050 sont de 37 GW d'éolien terrestre, 100 GW de solaire photovoltaïque et 40 GW d'éolien marin. Ces objectifs correspondent à un rythme très soutenu par rapport au déploiement actuel. A titre d'exemple, l'objectif éolien marin suppose de mettre en service plus de 2 GW chaque année jusqu'en 2050. Le rythme d'installation de 700 MW/an d'éolien terrestre est estimé plus raisonnable car en ligne avec le rythme actuel. Pour multiplier la puissance du parc photovoltaïque par 5, le rythme visé est de +5,5 GW/an, soit presque le double du record d'installation de 2,7 GW en 2021.

Rapport d'...aire

La répartition territoriale de ces nouvelles capacités n'a pas fait pour l'heure d'exercices formalisés. On peut émettre un certain nombre d'hypothèses pour chacune des deux grandes filières d'électricité renouvelable.

Filière éolienne

Critères de répartition des +16 GW :

- Potentiel venteux (vents forts et réguliers)
- Disponibilité foncière (zones rurales, faibles densités de population, peu de conflits d'usage)
- Acceptabilité sociale et politique locale
- Capacités d'accueil actuelles et prévisionnelles sur le réseau électrique

Cette répartition pourra être pondérée selon les puissances installées actuelles, de façon à modérer leur développement dans les zones saturées ou en tension sociale et à les augmenter dans les zones sous-développées mais propices.

Ces hypothèses nous conduisent à une répartition possible suivante :

- Développement fort : Hauts-de-France : déjà fortement équipées, mais encore du potentiel disponible, acceptabilité variable mais réseaux adaptés. Grand Est : logique de continuité avec une croissance modérée. Centre-Val de Loire & Bourgogne : zones rurales avec du foncier, mais contraintes paysagères et sociales
- Développement modéré : Occitanie, Auvergne, Bretagne intérieure : topographie et vent favorables, mais parfois des conflits d'usage ou des paysages protégés. Rhône-Alpes, PACA : zones montagneuses, des projets possibles dans certaines vallées larges
- Développement limité : Zones urbaines inadaptées. Alpes, Pyrénées, littoraux protégés, parcs nationaux, Corse : zones protégées et paysagères très sensibles, vents irréguliers, conflits d'usage, paysages très protégés

Le développement de l'éolien marin est très précisément localisé pour les prochains 5,4 GW (Sud-Atlantique : 2,4 GW ; Centre-Manche : 1,5 GW ; Bretagne-Sud : 0,5 GW ; Méditerranée : 1 GW). Le reste de la cible 2050, soit 34 GW, est non localisé aujourd'hui.

Filière photovoltaïque

Critères de répartition des +75 GW :

- Niveau d'ensoleillement (irradiation annuelle) : Sud de la France privilégié
- Disponibilité de surfaces : toitures, friches, parkings, terres agricoles à potentiel agrivoltaïque
- Densité urbaine : les départements très urbanisés ont moins de surfaces au sol mais plus de toitures

Rapport intermédiaire

- Capacité du réseau électrique et renforcement prévu

La puissance est répartie par type de projets telle que : 40 % sur toiture (logements, bâtiments publics, industriels), 50 % au sol (centrales solaires classiques ou agrivoltaïsme), 10 % sur ombrières et friches (déploiement massif sur les parkings).

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions challenger ces hypothèses ci-dessus avec des experts du secteur photovoltaïque.

Ces hypothèses nous conduisent à une répartition possible suivante :

- Développement fort : Sud, Sud-Ouest, Sud-Est : irradiation solaire supérieure + foncier disponible.
- Développement modéré : Nord et Est : irradiation moindre mais compensée par développement sur les grandes toitures industrielles, en ombrières et sur les friches industrielles.
- Développement limité : Zones montagneuses (Alpes, Pyrénées, Massif central), zones très urbanisées sous contraintes foncières (ex : Paris intra-muros), zones naturelles protégées.

Un réseau électrique à renforcer rapidement et massivement pour permettre la transition énergétique

La croissance significative du nombre d'installations de production d'électricité, en même temps que les besoins générés par l'électrification des procédés, notamment dans l'industrie ou la mobilité, modifieront la typologie des flux historiquement observés : les volumes à transporter seront plus importants et plus diffus. Dans tous les scénarios RTE, le réseau se développe et de nouvelles lignes apparaissent pour renforcer le maillage. **Le réseau RTE passera de 105 000 km en 2020 à entre 112 000 et 138 000 km selon les scénarios.**

A titre d'exemples, du côté de la consommation d'électricité, la dynamique de décarbonation dans les principales zones industrielles françaises (Dunkerque, Fos-sur-Mer, Le Havre-Port-Jérôme) implique une demande de raccordements d'environ 13 à 15 GW d'ici 2030 environ.

Les changements seront encore plus significatifs du côté de la production. Dès 2035, RTE devra raccorder 18 GW de parcs éoliens offshore, et d'ici 2032, Enedis devra accueillir un doublement de la puissance totale des installations ENR diffus (passant de 35,5 GW à 70 GW). En 2050, l'intensité et la répartition territoriale des travaux d'adaptation du réseau seront fonction du mix électrique visé.

Les systèmes à part de nucléaire plus élevée nécessitent comparativement moins de travaux, car les nouvelles centrales seront implantées à proximité directe des sites nucléaires existants, déjà raccordées au réseau de transport électrique. Plus de production des énergies renouvelables se traduit par plus de raccordements au réseau de distribution et conduit à devoir adapter le réseau et sa gestion pour ne pas limiter les capacités de

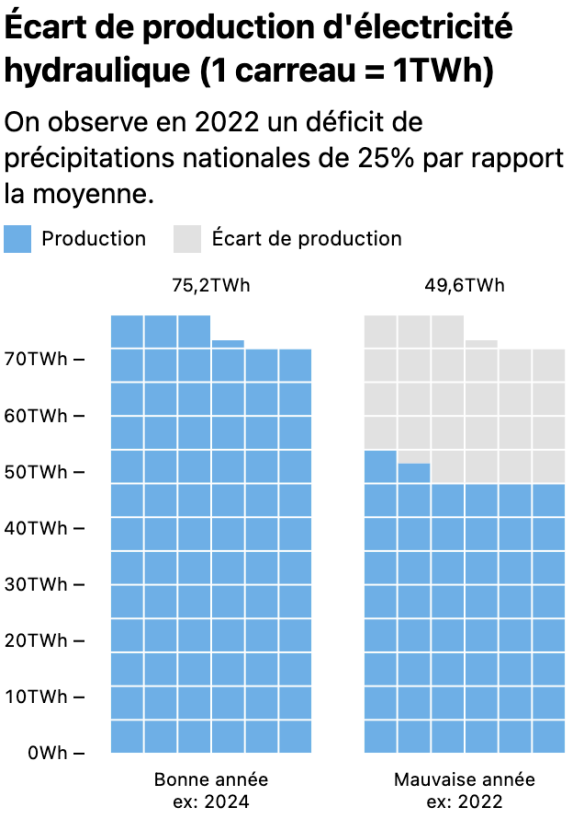
Rapport intermédiaire

production (phénomènes de « congestion »). Globalement, la production électrique va se déporter vers l'Ouest du pays, selon RTE, ce qui implique d'augmenter les capacités de transport Est-Ouest pour éviter la saturation des réseaux. Enfin, les capacités d'interconnexion devront être significativement renforcées. D'ici 2030, au moins cinq projets de liaisons déjà engagés (avec l'Irlande, l'Espagne, l'Allemagne et la Belgique) totalisant environ 5 GW de capacité d'échange supplémentaire.

Des infrastructures électriques sensibles aux effets du changement climatique

Impacts sur l'hydroélectricité

Le productible hydroélectrique varie d'une année à l'autre en 50 TWh (comme en 2022) et 75 TWh (comme en 2024), selon les conditions de précipitations.



Traitement : The Shift Project (2025)
Source : SDES (2024)

À l'horizon 2050, le productible hydraulique annuel moyen estimé est globalement équivalent à celui d'aujourd'hui (une soixantaine de térawattheures), bien que les capacités installées augmentent d'1 GW. L'évolution du débit des cours d'eau est très incertaine.

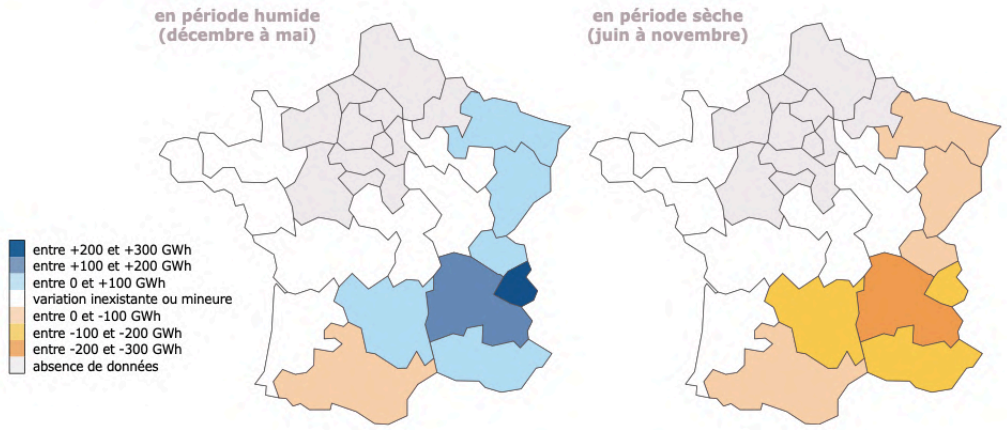
L'augmentation des précipitations sur la période décembre - mai et la diminution des précipitations sur la période juin - novembre pourraient induire une saisonnalité de la production hydroélectrique et créer des situations de tension sur l'équilibre du système électrique dans les territoires hydroélectriques si des périodes froides surviennent en début d'hiver.

Rapport d'étape

De plus, le changement climatique pourrait influencer l'évolution des usages de l'eau et faire émerger de nouveaux conflits d'usage, par exemple avec l'irrigation.

Les territoires concernés sont essentiellement ceux des Alpes et du Rhône, et dans une moindre mesure ceux du Massif Centrale et de la Provence

Figure 8.11 Évolution des apports hydrauliques dans le climat 2050 RCP 4.5 par rapport au climat 2000



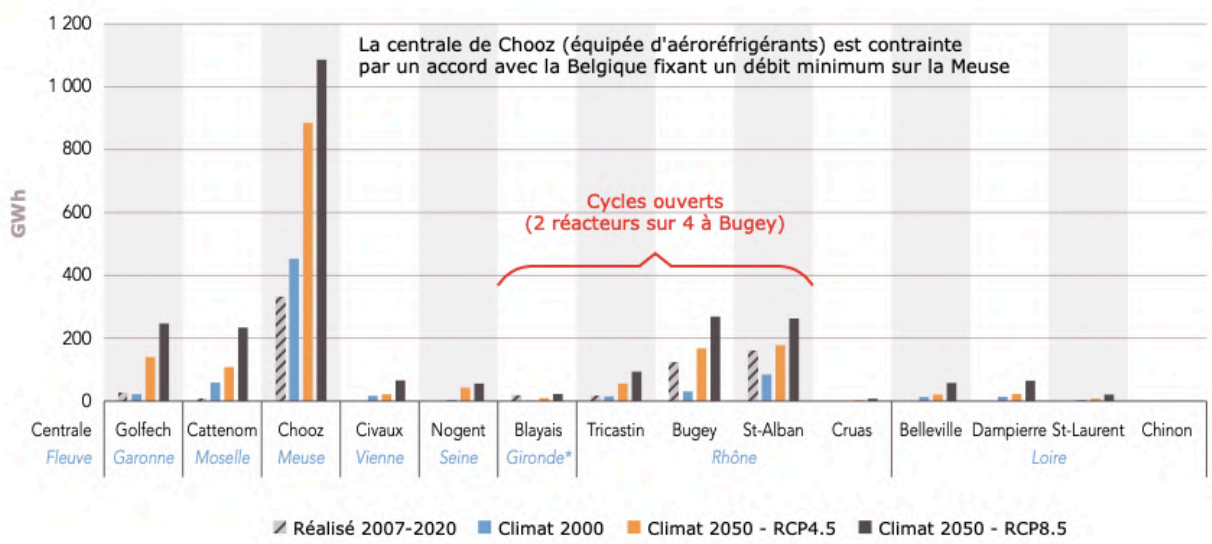
Évolution de la disponibilité de l'hydroélectricité par région et par saison en 2050, selon le scénario climatique central de RTE. *Futurs énergétiques.*

Impacts sur le nucléaire

Les 12 réacteurs en circuit ouvert et les 30 réacteurs en circuit fermés (dans une moindre mesure) situés en bord de fleuves sont sensibles à la température et au débit du cours dans lequel ils puisent pour refroidir leurs circuits. En cas de canicule ou de sécheresse importante, susceptible de faire augmenter la température de l'eau et/ou diminuer le débit de la source froide, certains réacteurs doivent baisser leur production, voire s'arrêter, pour respecter ces contraintes réglementaires. 4 des 18 sites nucléaires ont compté 90 % de pertes de production sur les 14 dernières années. Les volumes d'électricité perdus sont globalement faibles à l'échelle d'une année (3 TWh max en 2020), mais à l'instant *t*, la disponibilité de production peut être significativement réduite, par exemple de 6 GW en juillet 2019 soit 10 % du parc nucléaire. Les pertes liées à l'indisponibilité pourraient être multipliées par 2 ou 3 d'ici 2050.

Rapport intermédiaire

Figure 8.15 Comparaison des pertes de production en énergie (GWh) annuelles simulées en cas de canicule et/ou sécheresse pour les centrales en bord de fleuve



Modélisation des risques d'indisponibilité par centrale actuelle et selon différents scénarios, en 2050. RTE, Futurs énergétiques.

Le Rhône, la Garonne et la Moselle semblent particulièrement concernées par ce risque.

Le risque d'indisponibilité est un critère important dans le choix de la localisation des prochains réacteurs. Les modélisations de RTE anticipent des indisponibilités de puissances et des pertes plutôt stables (de l'ordre de 6 GW et d'1 à 2 TWh par an), sauf année exceptionnelle qui conduirait à perdre 10 TWh. Le développement de la climatisation et les appels de puissance associés en période estivale augmentent le niveau de sensibilité du système électrique actuel à ce risque. particulièrement dans les territoires dépendants des centrales nucléaires du Rhône, de la Garonne et de la Moselle.

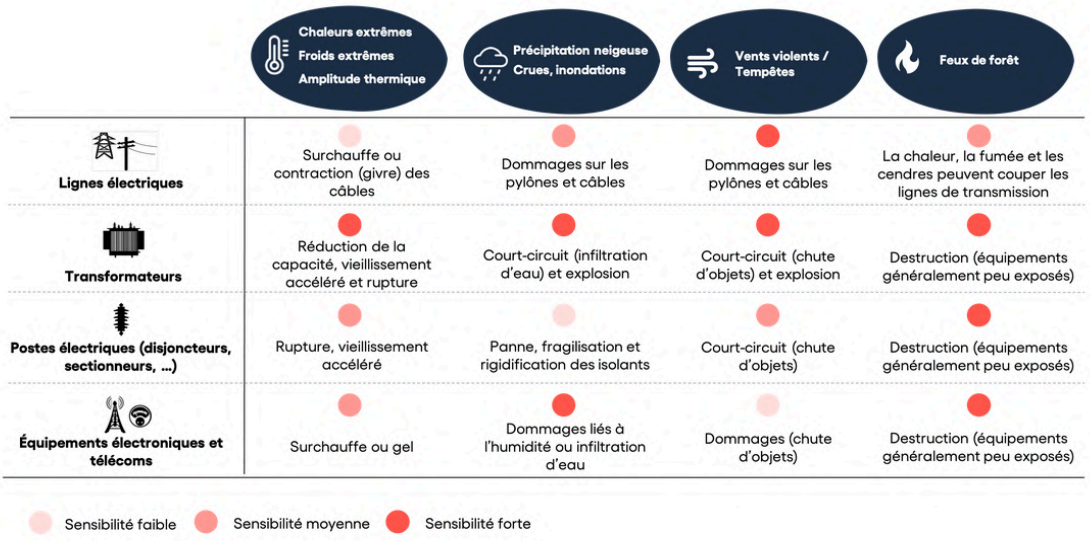
Impacts sur l'éolien et le photovoltaïque

Les évolutions du vent en surface et du rayonnement solaire en climat 2050 sont de faible amplitude selon les modèles climatiques. En revanche, le développement des énergies renouvelables renforce l'exposition et la sensibilité du système électrique aux aléas climatiques. L'enjeu autour de l'évolution de la production éolienne et solaire à long terme réside donc moins dans l'effet du changement climatique que sur l'accroissement de la dépendance de l'équilibre offre-demande à ces sources de production.

Impacts sur le réseau électrique

La capacité de transit d'une ligne électrique aérienne est sensible à la température, en raison du phénomène d'échauffement. Le réseau électrique peut aussi être affecté par les aléas climatiques : crues, tempêtes, feux de forêt.

Rapport intermédiaire



Synthèse de la sensibilité des infrastructures du réseau électrique aux aléas climatiques. Carbone4

Les "bouquets de flexibilité" sont une composante à part entière du mix électrique de 2050 pour réduire les risques sur la disponibilité de l'électricité

Le taux de pénétration des énergies renouvelables dans le mix électrique, mais aussi le niveau de consommation électrique (une plus forte consommation entraîne une plus grande variabilité de la demande) induit une plus ou moins grande dépendance à des outils de flexibilité du système électrique en 2050.

Certains mécanismes de flexibilité permettent de faire varier la disponibilité de l'électricité en fonction des besoins. Il s'agit des échanges transfrontaliers, des capacités de stockage et de la production thermique décarbonée.

Les échanges transfrontaliers via les interconnexions aux frontières

Les interconnexions constituent aujourd'hui un facteur de mutualisation et d'optimisation des moyens de production à l'échelle européenne. Elles permettent de tirer le meilleur parti du foisonnement de la consommation et de la production renouvelable à l'échelle européenne, et rendent possible une mutualisation des moyens de flexibilité (batteries, centrales thermiques décarbonées...).

La capacité d'import est estimée dans tous les scénarios RTE à 39 GW en 2050 (vs. 12 GW actuellement).

Le développement des interconnexions augmente l'interdépendance avec les pays voisins, mais dans la réalité, les interconnexions jouent un rôle mineur dans la sécurité d'approvisionnement. En 2021, seulement 1 % du temps d'import correspondait à des situations où les imports étaient strictement nécessaires à la sécurité d'approvisionnement en France. Ce temps pourrait augmenter à quelques pourcents en 2050 mais demeure extrêmement limité. En contrepartie, les interconnexions permettent de réduire le besoin de capacité en France, de l'ordre de 20-25 GW en 2050.

Rapport intermédiaire

Le développement des capacités de stockage (STEP, batteries, vehicle-to-grid)

Historiquement, la France dispose de 5 GW de stockage électrique grâce à ses STEP, auquel s'ajoutent environ 500 MW à 1 MW de batteries.

RTE prévoit une augmentation de la capacité des STEP pour atteindre 9 GW.

Les batteries stationnaires sont envisagées uniquement pour stocker l'énergie et équilibrer le réseau électrique au cours d'une journée, en quantité limitée. Leur déploiement est très contrasté entre les scénarios, dont la capacité pourrait varier entre 500 MW et 28,5 GW en 2050. Cette diversité dépend de plusieurs facteurs : la capacité accordée au citoyen de jouer un rôle d'équilibrage par la modulation ou le report de certains usages journaliers (flexibilités de la demande), le niveau de développement du photovoltaïque, le maintien en activité de centrales thermiques. Elles pourraient stocker et reporter sur des cycles journaliers des consommations de l'ordre de 30 TWh par an en 2050.

Le développement des centres de données constitue une opportunité potentielle d'augmenter le parc de batteries stationnaires à disposition du réseau électrique en cas de soutien. En effet, les centres de données doivent s'équiper de systèmes de production d'électricité déconnectés du réseau afin d'assurer la continuité d'activité en cas d'incident. Les centres de données devront s'équiper de systèmes de stockage par batterie en substitution décarbonée aux groupes électrogènes, et ces batteries pourront offrir des services d'effacement ou d'équilibrage des réseaux.

Les batteries de véhicules pourraient constituer un moyen de stockage à disposition du système électrique via le vehicle-to-grid, mais les scénarios ne les mobilisent quasiment pas, principalement pour des raisons d'acceptabilité. Dans les scénarios RTE, la capacité de flexibilité offerte par la technologie Vehicle-to-grid sera d'environ 1,7 GW, correspondant à un parc de 1,1 million de véhicules électriques et pouvant offrir 1 TWh/an. Ces hypothèses semblent assez conservatrices au regard du parc de 30 à 35 millions de véhicules électrique en 2050.

La disponibilité des batteries individuelles (stationnaires ou logées dans les véhicules) sera répartie sur tout le territoire, avec une concentration supérieure dans les territoires plus dotés en véhicules électriques et équipements photovoltaïques en toiture.

La production thermique décarbonée

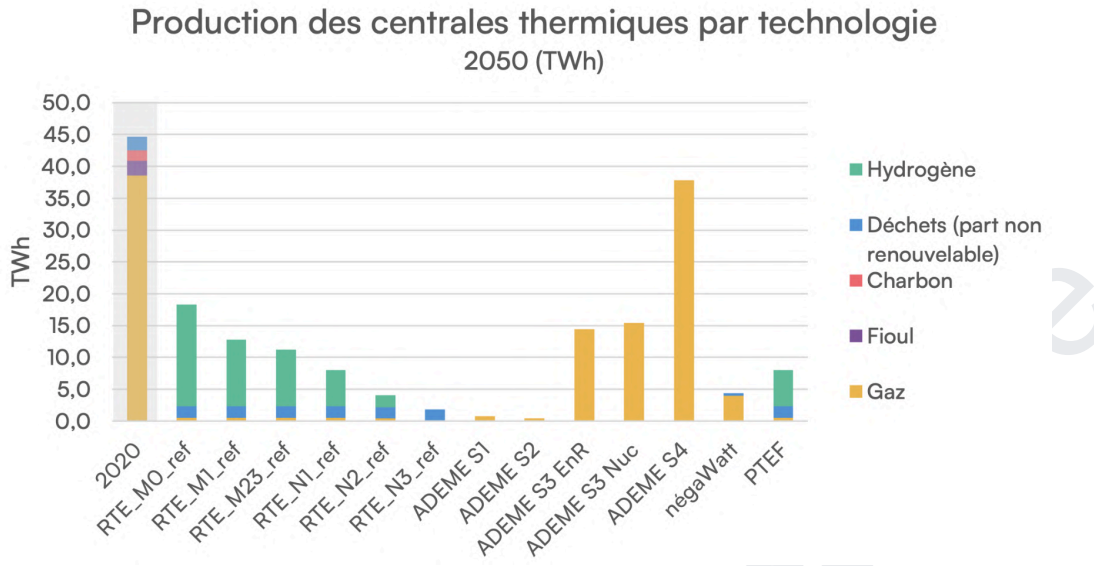
La France dispose actuellement de 18 GW de centrales électriques à combustible, utilisées uniquement pour compenser des consommations de pointe ou des déséquilibres régionaux.

En 2050, la large fourchette de capacités thermiques installées, de 500 MW à 30 GW traduit leur statut de variable d'ajustement pour les besoins résiduels, une fois les autres mécanismes de flexibilité épuisés, selon les scénarios.

Les scénarios varient aussi beaucoup dans le choix des combustibles. Le charbon et le fioul seront définitivement exclus. Pour que les cycles combiné gaz, tous mis en service après 2005, puissent continuer à fonctionner dans un système neutre en carbone, ils devront utiliser des «gaz bas carbone» (biométhane, hydrogène bas carbone, méthane de synthèse…), ce qui constitue un risque de conflit d'usage avec les autres des biogaz (chaleur, mobilité) et avec les autres usages de la biomasse (agricole, forestière) nécessaire

Rapport intermédiaire

à la production de biogaz. L'ADEME privilégie le biométhane, tandis que RTE privilégie l'hydrogène.



Comprendre 2050, The Shift Project

Cette production d'appoint en 2050 est déjà localisée sur le territoire, puisqu'il s'agit de centrales gaz déjà en service.

D. Des risques de conflits d'usage dans les territoires en cas d'une disponibilité limitée d'électricité

La mise en fonctionnement des nouvelles capacités de production d'électricité dans les ambitions exposées relève d'un mouvement industriel structurel, avec des temps de développement conséquents, tant pour des raisons techniques, juridiques, économiques et relevant du jeu d'acteurs en concurrence. Les scénarios prospectifs à horizon 2050 laissent à penser que la production de 600 à 700 TWh d'électricité est une cible techniquement accessible avec un niveau de risque modéré, mais qu'il serait difficile de produire plus. Pour cette raison, considérons par la suite ce niveau de disponibilité électrique à horizon 2050 comme une donnée d'entrée, pour interroger les conflits d'usage potentiels en cas d'une hausse supérieure des besoins électriques.

Dans cet exercice fictif, on intègre les hausses de consommation électriques issues de tendances économiques et des leviers de transition énergétique[23]. Les hypothèses de répartition territoriale doivent permettre de territorialiser les effets des scénarios et d'identifier des risques potentiels :

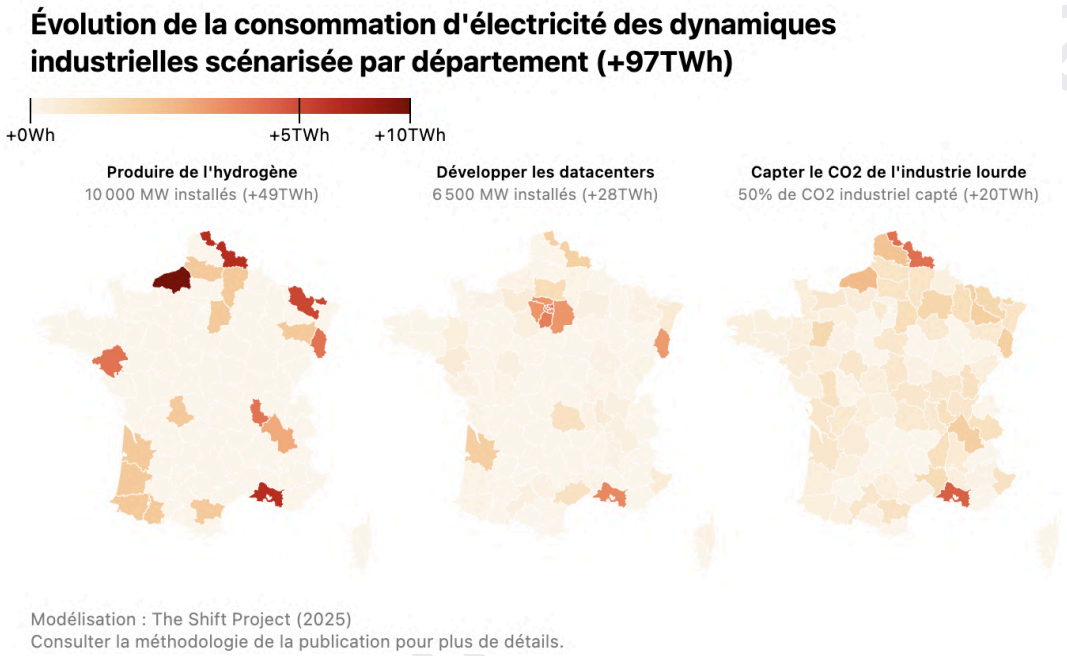
- Remplacement de 100 % des chauffages fioul et gaz par de l'électricité (avec pompe à chaleur) dans les secteurs résidentiel et tertiaire : + 14,7 TWh, répartis en fonction de la répartition actuelle des chauffages fioul et gaz
- Conversion de 100 % du parc de véhicules aux motorisations électriques : +82 TWh répartis de façon homogène dans toute la France

[23] Ces hypothèses intègrent les tendances d'augmentation démographiques, des logements et des voitures, suivant les travaux de l'AME.

Rapport intermédiaire

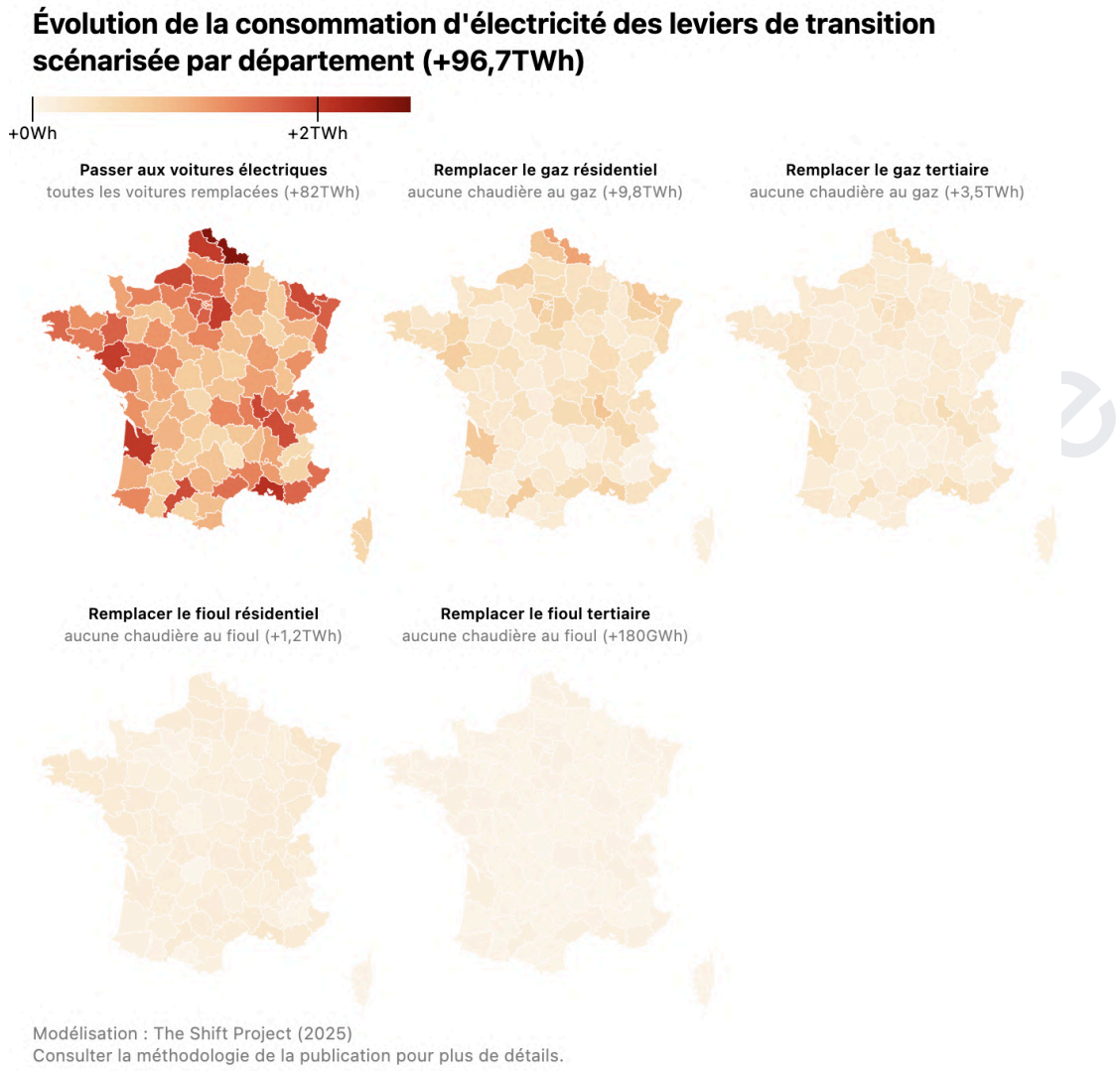
- Captage du CO_2 en sortie d'usine sur 20 % des installations industrielles capables d'accueillir le CCS : +20 TWh
- Développement de H2 décarboné : +49 TWh
- Développement des datacenters : +28 TWh
- Développement de la climatisation dans les secteurs résidentiel et tertiaire

Les hypothèses de répartition territoriale permettent de construire les cartes suivantes :



Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Rapport



Le développement de la mobilité électrique, hors leviers de sobriété, a l'effet le plus massif sur les consommations électriques et impacte tous les territoires. Les territoires les plus peuplés sont largement les plus impactés. En comparaison, la conversion des modes de chauffage vers l'électricité, qui sont des leviers importants de décarbonation, ont un moindre impact quantitatif.

L'addition des consommations électriques supplémentaires par département révèle l'influence très significative des facteurs industriels. Les territoires industriels, qui sont souvent déjà aujourd'hui des territoires très consommateurs d'électricité, sont aussi ceux qui verront leur consommation la plus augmenter à horizon 2050.

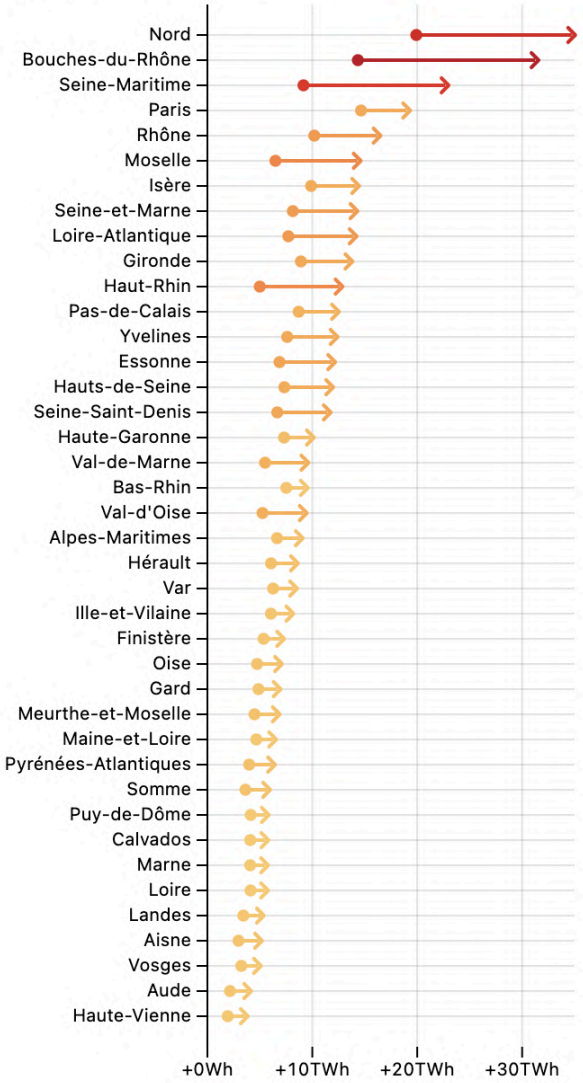
En additionnant tous ces effets, on peut observer sur le graphique ci-dessous les 40 départements dont la consommation électrique évoluerait le plus. Pour chaque département le rond de départ des flèches indique la consommation d'électricité totale du territoire en 2020, tandis que la pointe des flèches indique la consommation d'électricité totale du territoire en 2050.

Le Nord, les Bouches-du-Rhône et la Seine-Maritime, déjà parmi les plus gros consommateurs d'électricité, voient leur consommation augmenter substantiellement par l'évolution des besoins électrique de leur industrie lourde.

Certains territoires qui n'étaient pas parmi les plus consommateurs en 2020 ont une augmentation de consommation particulièrement forte qui les fait monter dans le classement. C'est par exemple le cas de la Moselle et du Haut-Rhin.

Évolution de la consommation d'électricité scénarisée par département de 2020 à 2050

Ne sont affichés que les 40 départements les plus impactés.



Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Rapport

III. Les réponses actuelles pour gérer les tensions autour de l’électricité

A. La territorialisation de la planification énergétique nationale, priorité n°1 pour l'Etat

La mise en cohérence des exercices de planification nationale, régionale et locale et l'accélération sur les énergies renouvelables

Le risque de conflictualité autour de l'électricité, en tant que ressource comme en tant qu'activité, n'apparaît pas comme un enjeu fort pour l'Etat actuellement, qui se concentre sur la territorialisation de ses objectifs climatiques et énergétiques, sans lecture globale des enjeux de ressources et de conflits.

La France est le seul pays de l'UE à ne pas avoir rempli son objectif de part des énergies renouvelables en 2020. Le bilan de la PPE-2 est aussi en demi-teinte, un certain nombre de filières n'ayant pas atteint leur objectif. La création du SGPE en 2022 est parti notamment du constat d'un écart entre la planification énergétique nationale et sa concrétisation dans les territoires. Malgré le déploiement des SRADDET et des PCAET, la mise en cohérence de ces documents avec les documents-cadres nationaux demeurent lacunaires. Les initiatives nationales se focalisent donc pour l'heure sur cette articulation inter-niveaux, via plusieurs initiatives: Les COP territoriales en déclinaison territoriale de la SNBC, et les Comités Régionaux de l'Énergie et les Zones d'Accélération des ENR en déclinaison territoriale de la PPE.

Les Conférences des Parties (COP) territoriales ont pour objectif de permettre aux territoires de s’approprier l’exercice de planification écologique, de prendre leur part des objectifs nationaux et de traduire les objectifs nationaux en projets concrets à l’échelle de leur territoire (régions, départements), sous forme de feuilles de route à horizon 2030.

Les Zones d'Accélération des Énergies Renouvelables (ZA ENR) sont un dispositif à l'échelle communale pour définir, après concertation et en fonction de leurs enjeux, des zones où les projets ENR seraient privilégiés. Cette démarche de planification ascendante des énergies renouvelables terrestres a pour objectif de territorialiser les objectifs d'énergie renouvelable de la PPE.

A l'échelle régionale, des Comités régionaux de l'énergie sont chargés de proposer des objectifs de développement des énergies renouvelables, à partir des travaux communaux. Puis les régions engageront la procédure de modification du SRADDET pour rendre le schéma compatible avec ces objectifs énergétiques.

Rapport intermédiaire

Une impression de relatif désintérêt pour les causes profondes qui sous-tendent la conflictualité actuelle autour de l'électricité

B. Les territoires tentent de se réapproprier la ressource électricité

Pour la suite de nos travaux, nous souhaitons nous exprimer sur la réappropriation de la production électrique par les territoires.

C. Un besoin de gouvernance territoriale de l'électricité pour réussir la planification énergétique à 2050

La libéralisation des marchés énergétiques, le développement des ENR diffuses et la révolution numérique ont transformé la ressource et l'activité Électricité sans en tirer vraiment de conséquences sur le plan de la gouvernance politique, au-delà de quelques ajustements à la marge, sans influence réelle sur les modalités de choix et d'arbitrage (locaux, nationaux). Les 25 prochaines années seront celles de l'avènement du système électrique, dont le rôle sera encore plu déterminant pour les activités et la société qu'il ne l'est déjà. Ce système n'aura plus grand chose à voir avec celui d'aujourd'hui : il sera décarboné, orienté vers la demande finale, multidirectionnel et multi-énergies, sobre et efficace, et surtout, beaucoup plus décentralisé et local. Sa transformation va aussi conduire à dé-siloter les rôles dans la chaîne de valeur : le consommateur devient aussi producteur, le producteur devient aussi fournisseur, etc.

L'enjeu de traduire les transformations techniques et organisationnelles dans les modes de gouvernance est donc immense… Il s'agit d'y associer toutes les parties prenantes, notamment les citoyens qui en demeurent aujourd'hui très majoritairement exclus, et les EPCI dont le rôle de "coordinatrice locale de la transition énergétique" est insuffisamment traduit dans les compétence,s notamment à l'occasion de la démarche de définition des ZA ENR (qui pourraient pourtant s'intégrer dans les PCAET ou les SDE).

Rapport intermédiaire

Conclusion en cinq risques majeurs pour l'électricité

1. Risques des effets du changement climatique sur l'approvisionnement en électricité

Hypothèse : La multiplication des aléas climatiques (chocs et stress) impacte la disponibilité des infrastructures électriques (moyens de production et de transport). Les indisponibilités consécutives de ces aléas mettent en péril l'approvisionnement électrique du territoire.

Conséquences : Les territoires dont la production électrique dépend le plus de ressources ou conditions naturelles sont plus vulnérables par rapport aux aléas climatiques. Parmi ces ressources, la disponibilité de l'eau est un facteur à la fois déterminant dans la production électrique et fortement impacté par le changement climatique. La disponibilité moyenne a déjà diminué de 14 %. Les territoires nucléaires sont aussi en risque.

Répartition territoriale : Les territoires producteurs d'électricité à partir d'équipements hydroélectriques et nucléaires en bords de cours d'eau sont en fort risque. Les territoires forestiers de la moitié Sud de la France, en fort risque incendie, présentent un risque de diminution de la disponibilité de l'électricité photovoltaïque.

2. Risques de ne pas mettre en oeuvre les capacités de production électrique planifiées (renouvellement du nucléaire et productions ENR)

Hypothèse : La France ne parvient pas à construire les nouvelles centrales nucléaires et à développer suffisamment la production électrique renouvelable pour répondre à l'augmentation de la demande. La production électrique annuelle et la capacité disponible à chaque instant diminuent. Exemple: si en matière nucléaire, la production est de 50 % moindre que l'objectif, soit environ 200 TWh. 9 centrales nucléaires (sur les 18 sites existants) produisent : les réacteurs "anciens" les plus récents et quelques "nouveaux réacteurs" construits entre 2025 et 2050. Les énergies renouvelables poursuivent leur développement à leur rythme actuel, sans atteindre leurs objectifs. si les interconnexions électriques sont insuffisamment développées pour compenser le déficit de production nationale. Les centrales électriques fossiles ne peuvent répondre qu'à une faible partie de la demande de pointe.

Conséquences : La France devient importatrice nette d'électricité et augmente sa dépendance vis à vis de ses voisins. En situation de pics de demande, tous les besoins ne peuvent être satisfaits. Certaines consommations électriques doivent être effacées. Les sites industriels sont prioritairement effacés dans le cadre du mécanisme de capacités, mais d'autres besoins peuvent être affectés, notamment la recharge de véhicules électriques. Des choix politiques doivent être faits pour décider des usages prioritaires de l'électricité (usages domestiques, data center, mobilité…?). En outre, les objectifs climatiques ne sont pas atteints. Les centrales fossiles continuent de fonctionner, et le CCS sur les sites les plus émissifs est mis à l'arrêt lors des pointes électriques.

Répartition territoriale du risque : Dans le cas de non-remplacement de certaines centrales nucléaires, les territoires consommateurs directement desservis par cette production

Rapport intermédiaire

nucléaire de proximité seront les plus à risque, car le déficit d'électricité nucléaire ne pourra être que partiellement compensée par des capacités de production alternatives. Les déséquilibres offre / demande affecteront aussi en priorité les territoires industriels, contraints de s'effacer.

3. Risques liés à la réindustrialisation et l'économie numérique sur la demande électrique

Hypothèse : L'industrie lourde et l'économie numérique, deux pôles d'activités stratégiques dans une logique de souveraineté nationale, exercent une forte influence sur la demande électrique future. Dans le cas d'une très forte réindustrialisation, la demande d'électricité du secteur pourrait atteindre 270 TWh, soit un facteur 2,4 par rapport à aujourd'hui et un fort écart avec les scénarios prospectifs centraux (autour de 155 à 180 TWh). Par ailleurs, les besoins relatifs à l'économie numérique (puissance de calcul et stockage des données) semblent actuellement suivre une courbe exponentielle qui rend rapidement obsolètes les exercices de projections sur les consommations d'électricité.

Conséquences : Il résulte de ces deux activités une sur-demande d'électricité, par rapport aux projections et par rapport à la répartition territoriale des flux électriques.

Répartition territoriale du risque : Les territoires en risque sont ceux où se développeront massivement ces activités économiques, surtout si ces territoires sont déficitaires en production électrique. La réindustrialisation lourde concernera essentiellement les grands bassins industriels historiques, en revanche la localisation des datacenters peut êre pensée en fonction des enjeux électriques de 2050, par exemple à proximité des grands parcs éoliens marins ou de centrales nucléaires de bord de mer (qui ne dépendent pas de la température d'étiage des cours d'eau).

4. Risques d'une décarbonation de la mobilité sans changement d'usage

Hypothèse : La mobilité est, avec l'industrie, le secteur le plus influent dans la consommation électrique future. Le choix d'une approche technologique de la transition énergétique sans changement de comportements conduit à augmenter le trafic voyageurs jusqu'à 39 %[24]. Le développement d'une mobilité tout-électrique sans mise en œuvre particulière de leviers de sobriété (aménagement, report modal, remplissage des véhicules, conditions de travail, réglementation carbone) et d'efficacité (consommation des véhicules) conduit à une explosion des consommations d'électricité du secteur.

Conséquences : La consommation d'électricité du secteur de la mobilité approche les 100 TWh. Malgré certaines flexibilités, des pics de demande liés à la recharge de véhicules électrique se développent (ex: arrivées sur le lieu de travail, retours au domicile).

Répartition territoriale du risque : La forte augmentation de la consommation électrique concerne tous les territoires, mais plus particulièrement ceux qui sont à la fois les plus peuplés et les plus dépendants à la voiture, c'est-à-dire les zones périurbaines des grandes agglomérations.

[24] Comprendre2050.

Rapport intermédiaire

5. Risques d'une mauvaise adaptation du réseau électrique (à l'évolution de la production/consommation d'électricité)

Hypothèse : Les travaux de renforcement et d'adaptation des réseaux électriques (nouveaux axes traversants, renforcement des interconnexions, raccordement de grands parcs en mer, renouvellement des infrastructures anciennes…) sont insuffisants par rapport à l'évolution des flux d'électricité consécutifs de la transition énergétique (côté production : renouvellement nucléaire et développement des ENR diffuses ; côté demande : électrification des usages, réindustrialisation, datacenters). RTE a évalué que la longueur de ses réseaux devrait augmenter de 10 % à 40 % selon les scénarios, et a modélisé les zones de fragilité (en fonction de la fréquence annuelle de surcharge) dans les différents scénarios de mix électrique 2050.

Conséquences : A l'échelle nationale et annuelle, la production électrique est suffisante par rapport à la demande, mais l'évolution de la répartition de la production d'une part, de la répartition des consommations d'autre part, perturbent fortement les flux d'électricité par rapport à aujourd'hui. Le réseau a évolué, mais pas suffisamment, et il en résulte à certaines périodes de l'année des congestions sur les réseaux qui empêchent de répondre à toutes les demandes. Certains usages ne peuvent être satisfaits.

Répartition territoriale : Les territoires les plus en risque sont ceux les plus éloignés des sites des équipements de production structurants (qu'il s'agisse de nucléaire, d'éolien marin, d'hydroélectricité), car ils sont plus dépendants du bon fonctionnement des infrastructures de transport de l'électricité. Ils le sont encore plus s'ils sont par ailleurs fortement consommateurs. Il s'agit en synthèse des territoires qui présentent en 2050 le plus fort déséquilibre Production / consommation, a priori essentiellement des territoires industriels et urbains.

Rapport intermédiaire

Rapport intermédiaire
Livret Ressource

04
BOIS

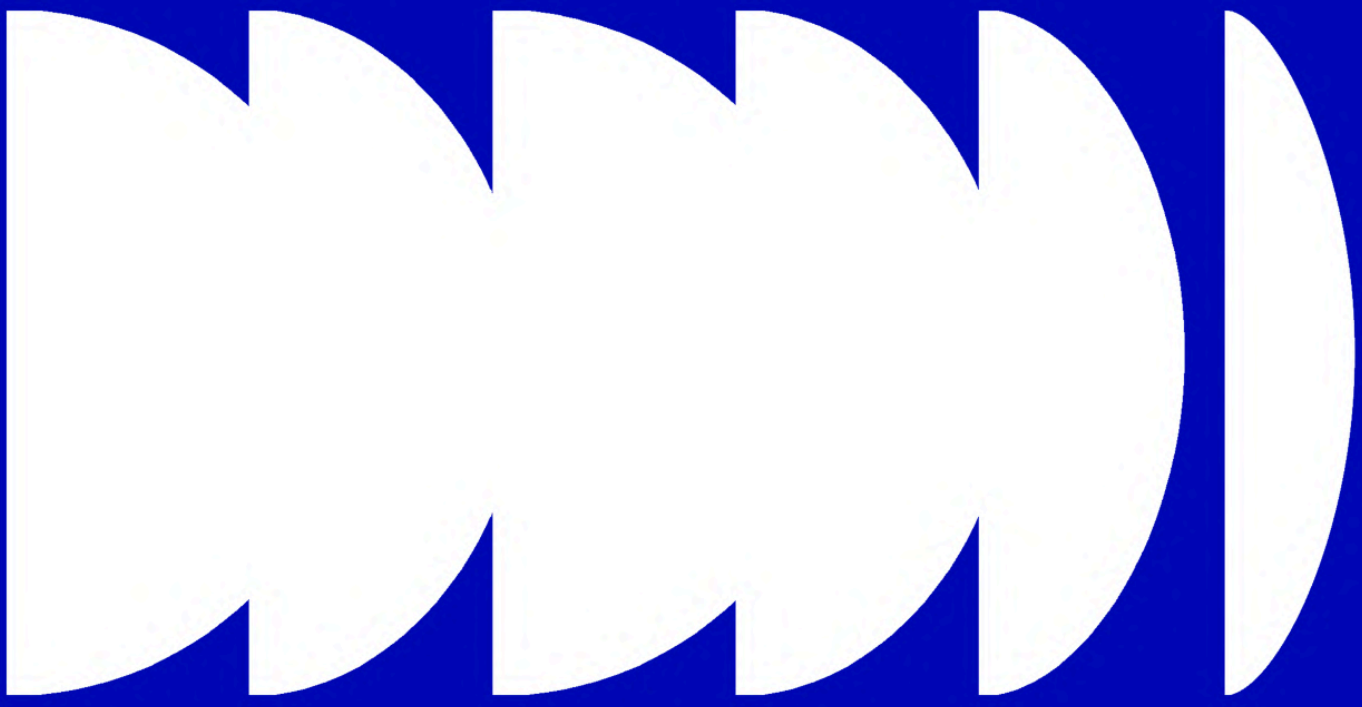


Table des matières

Table des matières **2**
Introduction **5**
Le bois, une ressource aux multiples usages, aujourd'hui comme hier 5
La forêt, un milieu naturel, avant d'être une ressource 5
Production de bois, séquestration de carbone, préservation de la biodiversité… des arbitrages complexes 6
Des tensions révélatrices d'un besoin d'amélioration de la gouvernance forêt-bois 6
I. Une dépendance forte des activités de nos territoires au bois **8**
A. Bois d'oeuvre, industrie, énergie: le trois grands usages du bois 8
Trois principaux usages, tous utiles à la transition énergétique 8
Les usages bois d'oeuvre et bois-industrie diminuent, ceux du bois énergie se développent 9
Tous les territoires consomment du bois, mais pas de la même manière 10
La consommation de bois requiert une filière de transformation et de distribution des produits 10
Le puits de carbone forestier, une condition pour atteindre la neutralité carbone 12
B. Une croissance de la ressource forêt-bois en surface et en volume inégalement répartie sur les territoires 13
Entre 10 et plus de 60 % de couverture forestière selon les départements 13
Les effets de la déprise agricole et rurale sur la forêt dans l'Ouest et dans les Cévennes 14
L'essentiel des 50 Mm3 de bois sont récoltés le long d'une diagonale forestière 16
Une moindre récolte du fait du sous effectif et de la répartition des exploitants forestiers sur les territoires forestiers 18
Une ressource partiellement stockable 19
C. Une filière forêt-bois en crise, de plus en plus dépendante des importations de bois 19
Territoires producteurs, territoires consommateurs : une diagonale forestière au service des territoires urbains 19
La dépendance forte et croissante vis-à-vis des importations de bois 20
Une gouvernance du bois, entre multiplicité des mécanismes et impact limité 21
II. Des risques croissants de conflits d'usage sur le bois sur les territoires à l'horizon 2050 **24**
A. Une ressource forêt-bois déjà confrontée à des tensions, sources de conflits d'usage 24
Les tensions sur les marchés internationaux révèlent le caractère stratégique de la ressource bois et les vulnérabilités de la filière française 24
La forêt croît moins vite, voire décroît localement du fait du changement climatique 25
Baisse de la croissance biologique des arbres 25
Forte hausse de la mortalité causée par les pathogènes et les incendies 25
Augmentation des prélèvements sanitaires de bois 27
Résultats des flux par territoire 28
Le choix d'une intensification de l'exploitation forestière, source de conflits 28
Les grands projets de valorisation énergétique du bois suscitent la controverse 28
Des conflits récurrents entre usages économiques et non-économiques de la forêt 29

Rapport intermédiaire

B. Des besoins de bois supplémentaires de l'ordre 10 à 15 Mm3 pour répondre aux usages de 2050 29
Un risque de déficit de ressource bois-énergie pour répondre aux besoins à 2030 29
De grandes incertitudes sur les consommations futures de bois-énergie en 2050 30
En 2030, les principaux consommateurs de bois-énergie seront urbains et industriels 31
Les projections de nouveaux usages du bois-énergie en biocarburant et biogaz, source potentielle de conflits d'usage 32
Des besoins croissants de bois-matériau pour répondre à la demande de rénovation du bâti 34
En 2050, les plus grands consommations de bois-matériaux sur les territoires urbanisés à fort taux de passoires thermiques et les territoires sylvo-industriels 35
Le "puits de carbone forestier", bien que considéré prioritaire pour la décarbonation, risque de manquer sa cible 36
Exercice de territorialisation des risques sur la consommation future de bois 36
C. Une production de bois français dépendante du dérèglement climatique et des choix de gestion forestière 37
Le changement climatique fait planer une menace forte sur l'avenir de la forêt 37
Un objectif d'accroissement de la récolte de bois très risqué au regard des difficultés de la filière 39
Cinq leviers pour augmenter de la récolte de bois et réduire le risque de conflits d'usage 40
Améliorer l'accessibilité des territoires forestiers difficiles d'accès pour les mettre en exploitation 40
Augmenter le taux de prélèvement en forêt privée 41
Valoriser les produits accidentels 42
Maximiser la mobilisation des gisements secondaires 42
Développer l'exploitation de nouvelles ressources hors forêt : haies, vergers, agroforesterie 42
Exercice de territorialisation des risques sur la disponibilité future de bois 42
D. Les risques de déséquilibre offre/demande de bois en 2050 concernent surtout les territoires sylvo-industriels 43
Exercice de territorialisation des risques sur les usages et la disponibilité de bois à horizon 2050 44
Le peu de prise en compte des enjeux de souveraineté dans les études actuelles 45
III. Les réponses actuelles à ces tensions ou risques à toutes les échelles territoriales 47
A. Les réponses de l'Etat aux crises récentes (incendies de 2022, pathogènes depuis 2018) 47
Les Assises du bois et de la forêt 47
Des mesures orientées vers l'intensification de la récolte et des usages de la ressource 48
B. Des expérimentations locales en matière de gouvernance et de gestion de la ressource forêt-bois 49
C. Les limites et enjeux dans la gouvernance et la gestion 50
Conclusion en cinq risques majeurs pour l'avenir de la ressource Bois 51
1. Risque des effets du changement climatique sur la ressource forêt-bois 51
2. Risque de manque de bois-énergie face aux besoins de chaleur renouvelable 52

Rapport intermédiaire

3. Risque de manque de bois-matériau face aux besoins pour la rénovation thermique et la construction neuve 52
4. Risque d'épuisement de la ressource par sur-exploitation 53
5. Risque d'une forte réduction des importations de bois sur les capacités de la filière à faire face aux besoins 53

Rapport intermédiaire

Introduction

Le bois, une ressource aux multiples usages, aujourd'hui comme hier

Le bois a très longtemps été une ressource déterminante pour les sociétés humaines, avec de multiples usages, et notoirement surexploitée. Les énergies fossiles lui ont fait de l'ombre depuis 2 siècles et ses usages ont évolué, mais sa consommation n'a pas fléchi. Aujourd'hui, la prise de conscience écologique lui confère de nouvelles vertus, et le bois est appelé à répondre à de nombreuses missions en lien avec l'objectif de décarbonation : production d'énergie, séquestration de carbone, préservation de la biodiversité, ressourcement individuel…

On classe généralement les services rendus par le bois et la forêt en trois catégories : les services d'approvisionnement, les services de régulation, et les services récréatifs et culturels. Ses contributions pour la qualité des sols et des eaux, ou encore la génération des pluie, font des forêts une ressource indispensable pour la vie humaine.

Biens produits	Fourniture de bois (énergie et matériau)
	Fourniture de biens forestiers non ligneux (dont plantes aromatiques, substances naturelles et molécules)
Services de régulation	Régulation de la température et du microclimat local
	Stockage du carbone et atténuation du changement climatique
	Qualité et disponibilité en eau
	Protection contre les aléas naturels (crues, avalanches, glissements de terrain, etc.) et sur les littoraux (stabilisation des dunes, de certains traits de côte, etc.)
	Formation et stabilisation des sols
Services culturels et récréatifs	Activités récréatives et de bien-être (baignade, inspiration artistique, sport, cueillette)
	Chasse
	Soutien aux activités de recherches scientifiques et éducatives (observation naturaliste)
Patrimoine naturel	Labellisation et valeurs patrimoniales des forêts françaises

Synthèse des services écosystémiques rendus par la forêt. Source

La forêt, un milieu naturel, avant d'être une ressource

Le bois est indissociable de son milieu d'origine, la forêt. La forêt française représente aujourd'hui 17,5 millions d'hectares, soit 32 % du territoire hexagonal. Elle se partage à parts égales entre des peuplements dits « purs » à essence exclusive et des peuplements mélangés. Sa richesse et sa diversité s'expriment aussi par ses essences (plus de 150 essences de feuillus et de résineux, soit près de 75 % des essences présentes en Europe). C'est une forêt jeune, en forte croissance, qui gagne en superficie et en volume chaque année depuis le minima forestier de 1850.

Tous les massifs forestiers ne sont pas également exploités, en fonction de leur type de peuplement, leur accessibilité, leur régime de propriété. On estime que 95 % de la surface

forestière métropolitaine est utilisée pour la production de bois[1]. Les autres forêts (5 %), non disponibles pour la production de bois, regroupent principalement des terrains inaccessibles (terrains très accidentés en montagne, zones interdites d'accès, etc.).

En 2022, la forêt métropolitaine française comptait près de 3,1 milliards de m3 de bois sur pied disponibles pour la production. Ce volume varie chaque année, en fonction de la production biologique nette (croissance des arbres - mortalité), et des volumes de bois récoltés. En moyenne sur les dernières années, la production biologique annuelle nette de bois en volume était de 90-100 millions de m3, et les prélèvements d'environ 50 millions de m3.[2]

Un fois extrait de son milieu d'origine, s'il n'est pas autoconsommé sur place, le bois devient un produit marchand, transporté, transformé et distribué pour servir différents usages. Les trois principaux usages sont le bois d'oeuvre, le bois industrie et le bois énergie.

Le bois représente une macro-filière économique, composée d'activités amont (la sylviculture) et aval (transformation-distribution), intégrée dans les circuits économiques internationaux. La filière représente une part marginale dans le PIB de la France (0,55 %, en déclin), mais pèse néanmoins encore dans l'écosystème d'emplois : selon les évaluations, elle compte entre 200 000 et 400 000 emplois directs.

Production de bois, séquestration de carbone, préservation de la biodiversité… des arbitrages complexes

Les forêts et le bois peuvent jouer de nombreux rôles dans la transition énergie-climat, notamment via leurs fonctions de séquestration et de substitution. Mais ils ne peuvent jouer tous ces rôles en même temps. Or les demandes dont elles font l'objet sont multiples, et parfois contradictoires. Les évaluations des impacts des stratégies possibles de gestion et d'exploitation de la forêt ont montré les arbitrages nécessaires à rendre, entre le développement de la récolte, le stockage carbone, la préservation de la biodiversité. Chaque stratégie présente des bénéfices et des limites, et de fortes incertitudes demeurent, notamment en fonction de l'intensité du dérèglement climatique.

Des tensions révélatrices d'un besoin d'amélioration de la gouvernance forêt-bois

Les difficultés d'arbitrage actuelles témoignent aussi du relatif désintérêt de la puissance publique pour la ressource forêt-bois au cours des dernières décennies, qui a conduit à une perte d'expertise et de pouvoir vis-à-vis de sa gestion. Les rapports de force entre groupes d'acteurs s'expriment avec d'autant plus de vigueur.

Etonnamment, le bois souffre aujourd'hui d'un déficit de gouvernance, alors même qu'il est une ressource historiquement codifiée : la création de l'administration des eaux et forêts, ancêtre de l'ONF, remonte à 1291 et reflète l'implication des rois de France dans la

[1] Il s'agit des "forêts de production" identifiées et suivies statistiquement dans le cadre de l'Inventaire Forestier National de l'IGN. Chiffres NatureFrance, Office Français de la Biodiversité.
[2] Les chiffres peuvent varier selon si on compte le de bois fort tige ou le bois fort total.

Rapport intermédiaire

gestion des forêts. Le premier Code forestier est édicté en 1827 et marque un tournant dans la protection et la restauration de la forêt, qui a alors atteint sa surface minimale en France.

Pourtant, aujourd'hui, face à la multiplication des tensions, les lieux de dialogue et de planification transversale de la forêt et du bois semblent manquer. La ressource dépend de plusieurs ministères et d'une multitude d'acteurs publics et privés La multiplication des études et rapports depuis une décennie ne semble pas permettre de prendre les décisions pour mettre en place un nouveau cadre de gouvernance.

Rapport intermédiaire

I. Une dépendance forte des activités de nos territoires au bois

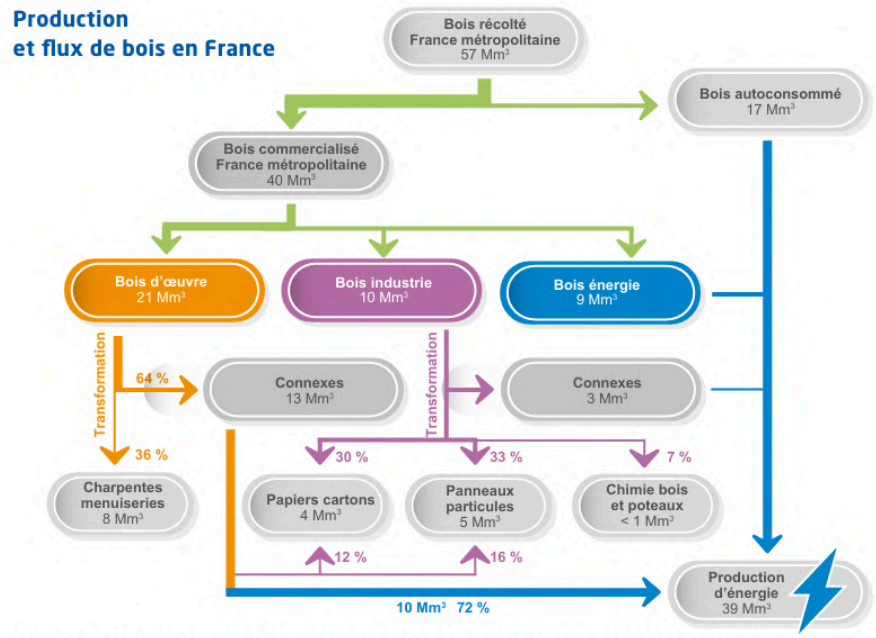
A. Bois d'oeuvre, industrie, énergie: le trois grands usages du bois

Trois principaux usages, tous utiles à la transition énergétique

De nombreuses activités économiques reposent sur la ressource bois, que ce soit comme matière première, source d'énergie ou produit transformé. Les usages des produits bois sont variés, et classés en trois familles :

- le bois d'œuvre (bois utilisé en matériau notamment pour la construction et l'ameublement)
- le bois d'industrie (bois pour la papeterie, les panneaux, etc.)
- le bois-énergie (bois pour le chauffage individuel ou collectif)

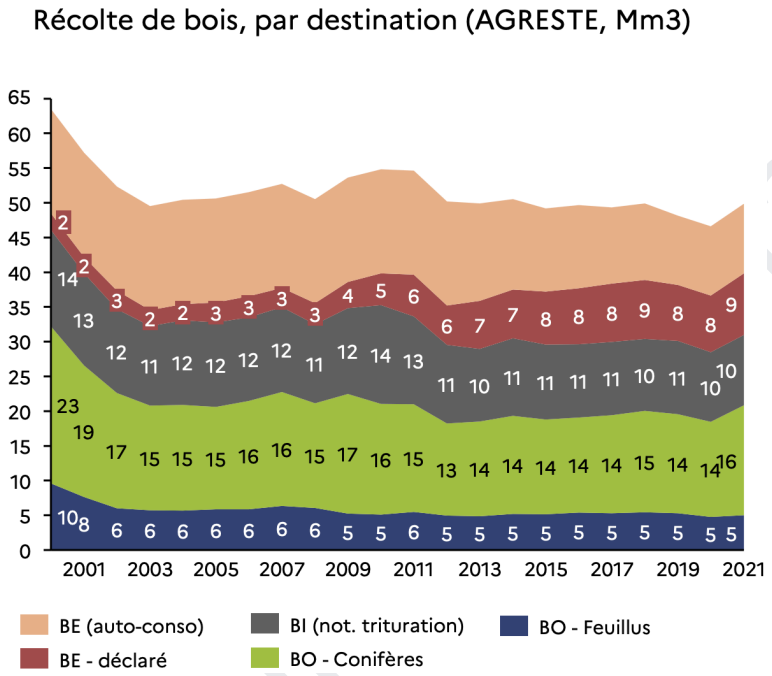
L'usage qui est fait d'un arbre dépend notamment de ses dimensions, de son essence et de la qualité de son bois. L'usage du bois dans l'une ou l'autre de ses filières s'organise "en cascade", en raison de la valorisation économique différenciée de chaque type de bois. Les parties les plus nobles sont valorisées en bois d'œuvre, alors que les bois d'industrie et d'énergie proviennent essentiellement des parties branchues de l'arbre, des petits arbres coupés pour améliorer et éclaircir les peuplements, ou encore des produits connexes issus de l'industrie du bois d'œuvre (sciures, écorces, etc.) et de déchets de bois.



France Stratégie, 2023

Entre 50 et 60 Mm3 de bois sont récoltés chaque année en France. La valorisation du bois en cascade permet une double lecture des usages, à partir des bois récoltés ou à partir des usages finaux. La production d'énergie à partir du bois utilise une part significative des volumes initialement orientés vers les filières matériaux,et représente au total 39 Mm3 de bois, soit 68 % des prélèvements[3].

Les usages bois d'oeuvre et bois-industrie diminuent, ceux du bois énergie se développent



Évolution des destinations du bois récolté, 2001-2021.
Source SGPE, données Agreste (Mm3)

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions mieux comprendre les facteurs explicatifs de la baisse des usages de bois d'oeuvre et d'industrie.

Le bois-énergie est la première filière d'énergie renouvelable en France[4]. Il est historiquement auto-consommé sous forme de bûches, mais de plus en plus commercialisé sous forme de granulats et plaquettes issus des produits connexes de la transformation du bois, dont les volumes commercialisés ont doublé par rapport à 2010. Cette mutation est liée au développement des poêles et inserts plus performants et des chaufferies collectives. et à

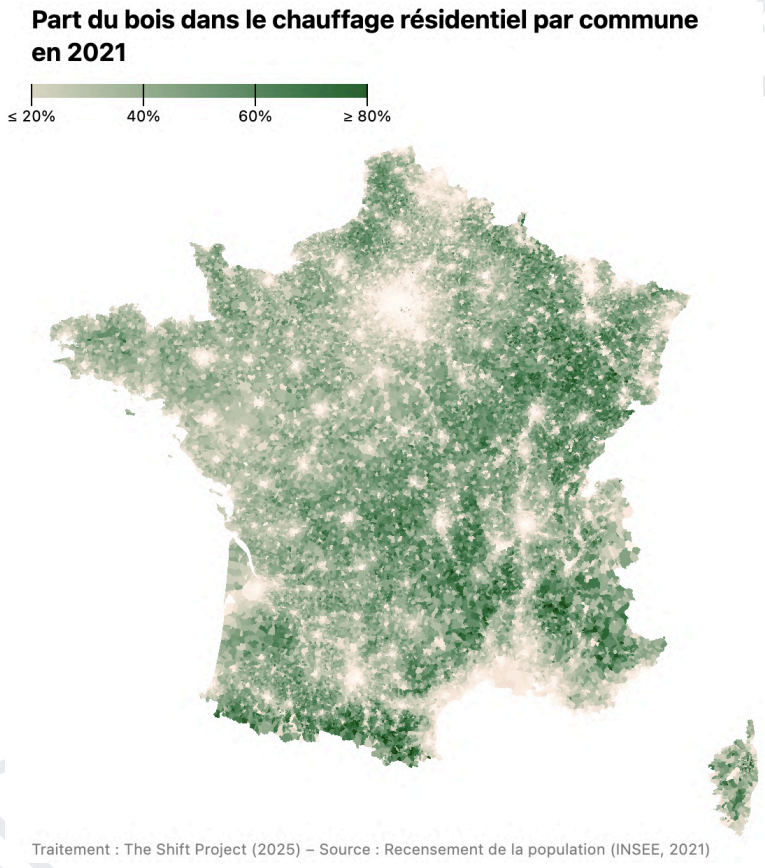
[3] Il ne s'agit ici que des flux franco-français, qui ne prennent pas en compte les imports et exports, pourtant conséquents.

[4] La production d'énergie à partir de bois est évaluée à environ 120 - 130 TWh (125 TWh selon France Stratégie pour 2021, 121 à 130 TWh selon le SGPE, 106 TWh selon l'ADEME en 2017), soit 32 % de la production nationale d'énergie renouvelable. La France se place comme le premier consommateur européen de bois-énergie.

la . L'usage des particuliers représente environ les deux tiers du volume de bois-énergie consommé, tandis que les centrales et chaufferies industrielles, collectives et tertiaires consomment l'autre tiers.

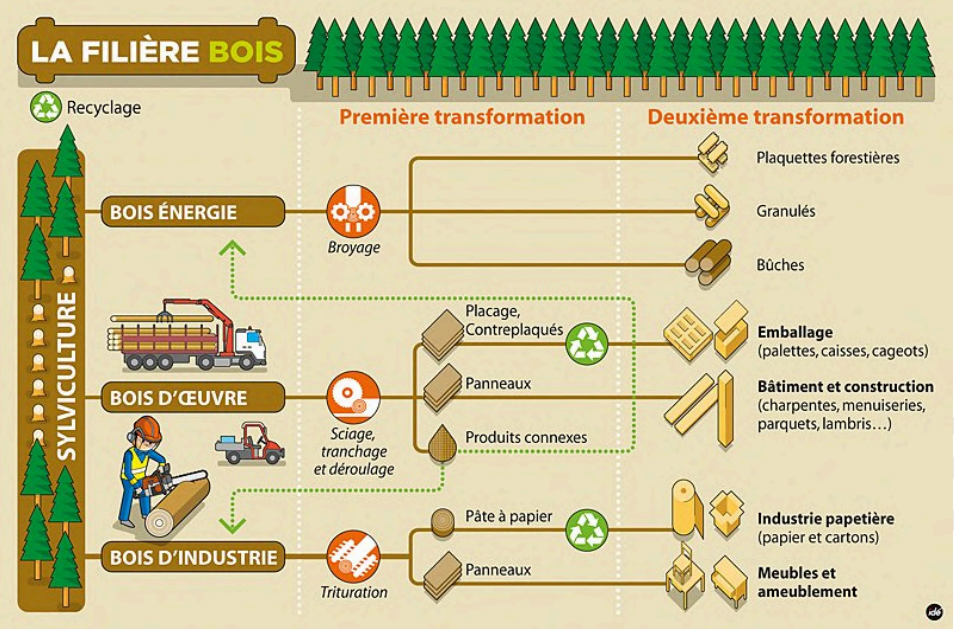
Tous les territoires consomment du bois, mais pas de la même manière

La consommation de bois est diffuse et relativement homogène sur tout le territoire hexagonal. Les territoires urbains, notamment les métropoles, ressortent comme des zones de grande consommation (Nantes, Strasbourg, Toulouse, Marseille, Montpellier, Rouen, Grenoble, Rennes, Brest…). Bien que la consommation de bois soit, en chiffres absolus, plus faible dans les territoires ruraux, en matière de bois-énergie (chauffage) elle est proportionnellement plus importante, allant jusqu'à chauffer plus de 80 % des foyers dans les zones forestières et très rurales.



La consommation de bois requiert une filière de transformation et de distribution des produits

Le bois brut peut être considéré, à l'instar du pétrole, comme une ressource primaire, peu utile sans transformation en ressource finale, pour un usage énergétique (sous forme de bûches, de granulés, etc.) ou matériau (sous forme de palette, de panneau, de charpente, etc.). La transformation du bois suit une chaîne de valeur en deux temps, comme illustré sur le schéma ci-contre.



Chaîne de valeur du bois, Académie Forêt Bois, 2017

La première transformation est caractérisée par un tissu de PME familiales disséminées dans les territoires, car la complexité et le coût du transport des grumes[5] implique une proximité avec les lieux de récolte. Le SGPE recense 1 214 scieries en France en 2024[6]. Leur nombre est en forte diminution au cours des dernières décennies, car il en existait environ 10 000 dans les années 1960. Environ 80 scieries ferment chaque année. Malgré la diminution du nombre d'entreprises, les volumes sciés sont assez stables,autour de 8 à 9 Mm3 par an.

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions mieux comprendre les facteurs provoquant cette érosion du nombre de scieries. Nous aimerions aussi identifier les territoires où ces scieries ferment.

Les sites de seconde transformation sont généralement de taille plus importante et sont plus concentrés. Une majorité des usines de pâte à papier sont situées à proximité des frontières (le long de la Belgique et de l'Allemagne, de l'Italie) et à proximité des façades maritimes et de leurs ports (Le Havre, la Rochelle, Bordeaux, Marseille…), traduisant l'orientation internationale de la filière. Les usines de panneaux sont plus réparties et plus proches des territoires boisés.

[5] Il requiert des itinéraires adaptés au grand gabarit qui sont fixés à travers des schémas départementaux d'accès à la ressource forestière, validés par arrêté préfectoral.

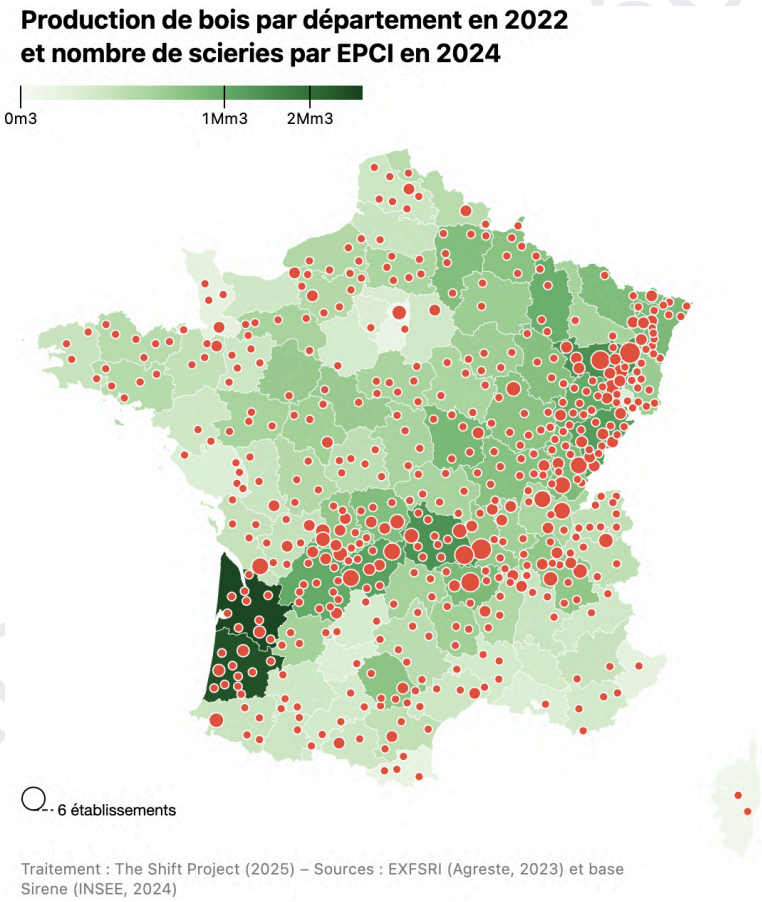
[6] https://www.info.gouv.fr/upload/media/content/0001/10/00d496ed6c39499c18e94e799f0803c87649b3f5.pdf

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions savoir s'il existe un recensement précis et actualisé des sites de 2e transformation (usine de panneaux, d'emballages bois, de pate à papier, d'ameublement ?)

La France souffre d'un déficit de sites de 2e transformation pour répondre aux besoins du marché national, tout autant que pour valoriser la ressource forestière française[7], d'où de multiples flux d'exportations et d'importations de bois brut et de produits bois.

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions consolider la carte ci-dessous en ajoutant un niveau de production de bois par département, adossé à la localisation des scieries par EPCI. Nous souhaitons également ajouter les sites de 2nde transformation.



Le puits de carbone forestier, une condition pour atteindre la neutralité carbone

Le secteur du bois est intimement lié à celui de la forêt, qui ne se limite pas à une fonction productive mais assure également des fonctions sociales, écologiques et climatiques

[7] *Vers une planification de la filière forêt-bois*. France Stratégie, 2023.

majeures. En plus du bois, la forêt fournit des services écosystémiques essentiels comme la régulation du climat et des activités de récréation. Un des rôles cruciaux de la forêt dans la transition écologique est la séquestration du carbone. Le carbone est stocké principalement dans la biomasse vivante et, dans une moindre mesure, dans les sols forestiers. Si les produits bois à longue durée de vie prolongent ce stockage hors de la forêt, leur contribution reste limitée. L'usage du bois, tant comme matériau que comme source d'énergie, permet également d'éviter des émissions de CO_2, avec un effet de substitution estimé à 30 $MtCO_2$/an.

Cependant, la stabilité de ce puits de carbone est aujourd'hui menacée. Longtemps évalué à 50–60 $MtCO_2$/an, il a chuté de moitié entre 2010 et 2020, remettant en question l'objectif de neutraliser 80 $MtCO_2$/an d'émissions résiduelles à l'horizon 2050. Cette baisse s'explique par la dégradation des conditions climatiques (sécheresses, canicules, crises sanitaires), qui affecte la croissance et la résilience des forêts. Tous les territoires forestiers ne contribuent pas de manière équivalente : certains, comme l'Aquitaine, ont vu leur rôle évoluer d'émetteur net après les tempêtes à puits actif grâce au renouvellement des massifs, tandis que d'autres, comme le Grand Est, deviennent aujourd'hui sources de carbone en raison d'épisodes sanitaires comme la crise des scolytes.

B. Une croissance de la ressource forêt-bois en surface et en volume inégalement répartie sur les territoires

Entre 10 et plus de 60 % de couverture forestière selon les départements

La forêt française est très diversifiée. L'IGN a défini 86 sylvoécorégions (SER)[8] comme autant d'entités écologiques présentant une cohérence au point de vue forestier. Ce découpage s'appuie sur des facteurs biogéographiques (climat, relief, géologie, végétation, etc.) qui déterminent en partie l'habitat forestier, notamment le taux de boisement.

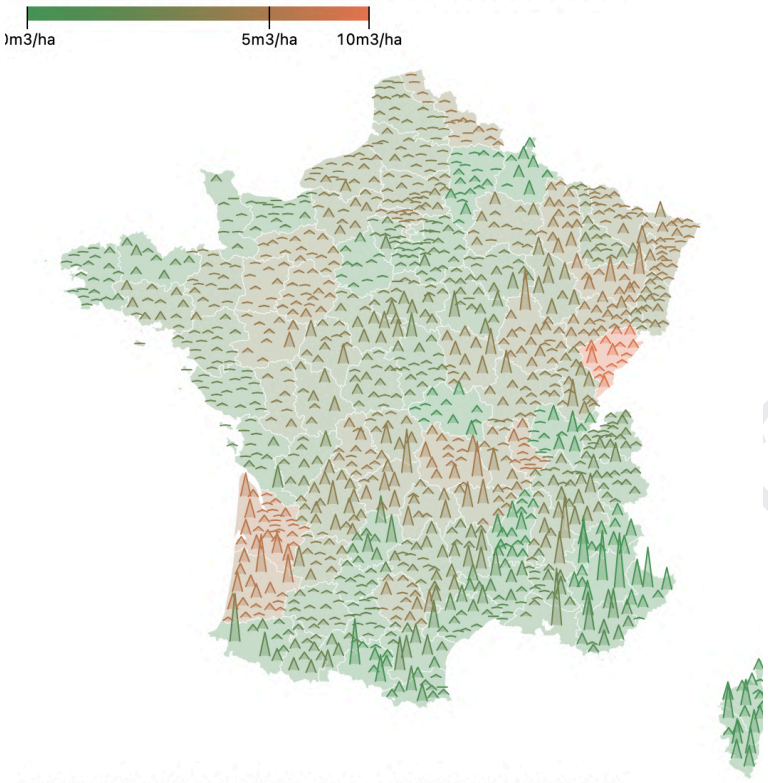
Le taux de boisement s'élève en 2023 à 32 % au niveau hexagonal. Cette moyenne masque de fortes différences départementales. Globalement, une diagonale allant des Ardennes à Bordeaux partage la France en deux: un tiers Nord-Ouest est relativement peu boisée tandis que les deux-tiers Sud-Est le sont plus fortement. On y recense 7 départements (dont 6 dans le quart Sud-Est) avec un taux de boisement supérieur à 60 % : Corse-du-Sud, Alpes-Maritimes, Var, Alpes-de-Haute-Provence, Haute-Corse, Ardèche, Landes. A l'opposé, 4 départements ont un taux de boisement inférieur à 10 % : Manche, Vendée, Mayenne, Deux-Sèvres.

Rapport intermédiaire

[8] Fiches descriptives des sylvoécorégions, Inventaire Forestier National

Surface boisée (ha) par EPCI en 2020 et intensité de la récolte (m3/ha) par département en 2022

Les pics à vocation illustrative représentent la surface boisée.



Traitement : The Shift Project (2025) – Sources : EXFSRI (Agreste, 2023), Teruti (Agreste, 2023)

La diversité des peuplements est une caractéristique qui peut jouer un rôle important dans la résilience climatique des forêts. Un peuplement est considéré comme monospécifique lorsqu'une essence d'arbre occupe plus de 75 % du couvert dans l'étage dominant. Les forêts du Nord-Est de la France et du Massif central sont les plus diversifiées. À l'opposé, le massif landais est un grand massif de peuplements monospécifiques, dont l'essence principale est le pin maritime[9].

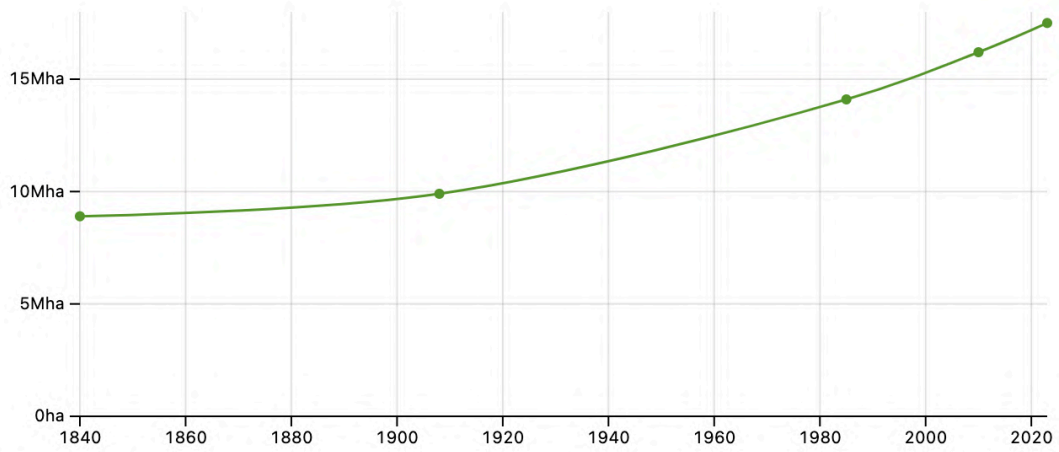
Les effets de la déprise agricole et rurale sur la forêt dans l'Ouest et dans les Cévennes

La superficie de la forêt a triplé en 200 ans, passant de 6-7 millions d'hectares au début de la 2e Révolution Industrielle, à 17,5 millions d'hectares aujourd'hui, soit la quatrième surface boisée européenne[10]. Fruit d'une politique volontariste de reconquête jusqu'à la fin du siècle dernier[11], elle se poursuit de façon spontanée à un rythme soutenu[12]. L'extension forestière concerne aujourd'hui quasi-exclusivement des terres agricoles abandonnées (dans un contexte d'intensification de l'agriculture au profit des terres les plus productives) et des zones de montagne protégées (en lien avec les enjeux de préservation de la biodiversité).

[9] Cf. diversité des peuplements des forêts françaises. Inventaire Forestier National.
[10] Derrière les forêts de Suède, de Finlande et d'Espagne.
[11] Notamment via le Fonds forestier national (FFN) qui plante deux millions d'hectares de forêts entre 1947 et 1999.
[12] Elle a ainsi gagné 3,3 millions d'hectares entre 1985 et 2023, soit plus que la superficie de la Région Pays de la Loire.

Cette extension se réalise massivement dans les forêts privées, assez peu dans les forêts publiques.

Superficie forestière en France depuis 1840



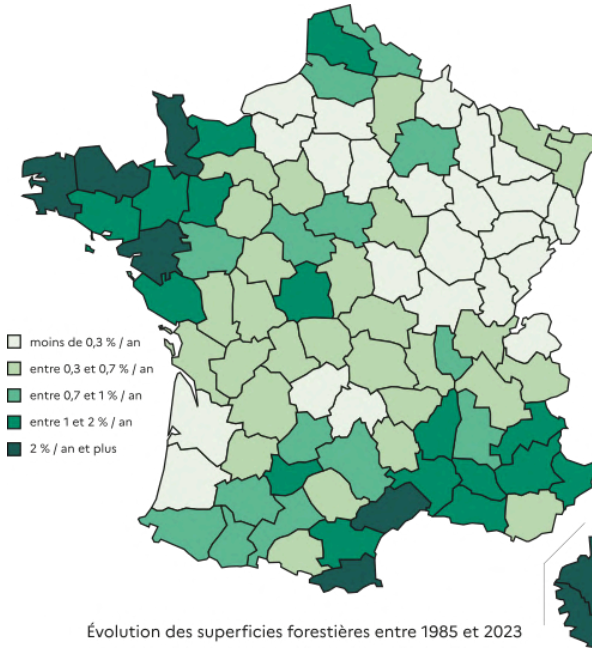
Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Inventaire forestier (IGN, 2025)

L'extension surfacique s'accompagne d'une très forte croissance en volume : +50 % en 30 ans, en passant de 1,8 milliard de m3 en 1985 à 2,8 milliards de m3 en 2023[13]. Chaque année, la production biologique annuelle de bois brute est d'environ 87,8 millions de m3[14].

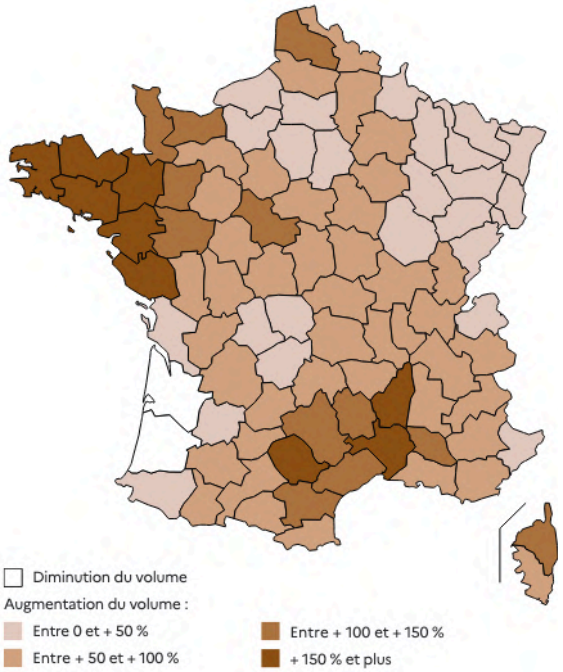
Un regard territorial nuance cette croissance forestière, inégale selon les régions. Deux zones ressortent franchement, avec une forte croissance en surface (+2 % /an) et en volume (+150 % depuis 1985) : le Grand Ouest (particulièrement en Bretagne) et les Cévennes. La Bretagne demeure néanmoins une région faiblement boisée, tandis que les Cévennes comptent parmi les territoires parmi les plus boisés. A l'opposé, les territoires qui présentent une faible croissance en surface (< 0,3 % /an) et en volume (entre 0 % et +50 % depuis 1985) correspondent aux régions traditionnellement forestières (fortement boisés), comme le nord-est et le massif landais, et les territoires urbanisés (faiblement boisés), notamment l'Ile-de-France.

Rapport interne

[13] A l'échelle de chaque hectare, le volume de stock de bois sur pied est passé de 137 m3/ha à 172 m3/ha en moyenne entre 1985 et 2023.
[14] moyenne sur la période 2013-2023.



IFN



Évolution du volume vivant entre 1985 et 2023. Source Mémento IFN 2024

La "reforestation" de la France donne l'impression d'une forte disponibilité de bois. Or, la disponibilité "réelle" du bois est fonction des prélèvements effectivement réalisés par les exploitants forestiers. De ce point de vue, les territoires boisés ne sont d'ailleurs pas les plus sylvicoles. Parmi les 10 territoires les plus boisés (représentant 23 % de la surface forestière totale), seuls trois comptent dans le TOP 10 des territoires les plus producteurs (Gironde, Landes, Dordogne)[15]. Les difficultés d 'accessibilité peuvent expliquer la moindre exploitation des 7 autres territoires les plus boisés (Alpes-de-Haute-Provence, Var, Drôme, Côte d'Or, Ardèche, Isère, Corse-du-Sud).

L'essentiel des 50 Mm3 de bois sont récoltés le long d'une diagonale forestière

La sylviculture est une activité du temps long : chaque année, seuls 3 à 4 % de la surface de forêt de production fait l'objet d'une coupe qui peut aller d'un seul arbre à la totalité du couvert[16]. L'exploitation forestière se mesure à l'aune de deux indicateurs : le volume récolté, et le taux de prélèvement, tous deux en légère croissance à l'échelle nationale au cours des 20 dernières années: le volume de bois récolté est passé de 47 à 53 Mm³/an[17], et le taux de prélèvement est passé de 50 % à 61 %[18].

Rapport intermédiaire

[15] Source : Enquête Teruti (Occupation du territoire) en 2022
[16] Moyenne sur la période 2013-2022. 0,5 % de la forêt de production est concernée par des coupes fortes, c'est-à-dire d'au moins 50 % du couvert.
[17] cf. graphique "Evolution des destinations du bois récolté, 2001-2021" plus haut
[18] Tous les indicateurs sont issus du site de l'OFB naturefrance.fr : https://naturefrance.fr/indicateurs?f%5B0%5D=milieux%3A610

Le **taux de prélèvement** compare le volume de bois prélevé et le volume de bois produit par la forêt, auquel est soustrait le volume de bois mort, sur une période donnée. Si les forêts sont en équilibre entre production biologique et prélèvement, le taux mesuré serait donc de 100. Un taux de prélèvement inférieur à 100 % signifie que la forêt est en croissance volumique.

L'activité sylvicole n'est pas homogène sur le territoire hexagonal :

Du point de vue des volumes récoltés, les 10 territoires les plus producteurs représentent 28 % de la récolte totale. Outre la Gironde (n°1), les Landes (n°2) et la Dordogne (n°7), on trouve les Vosges, le Puy-de-Dôme, le Doubs, la Corrèze, la Haute-Saône, la Meuse et la Nièvre[19]. La Gironde et les Landes représentent à eux seuls 10 % de la récolte annuelle de bois. Les prélèvements réunis des huit territoires les plus producteurs suivants demeurent inférieurs aux volumes de ces deux départements.

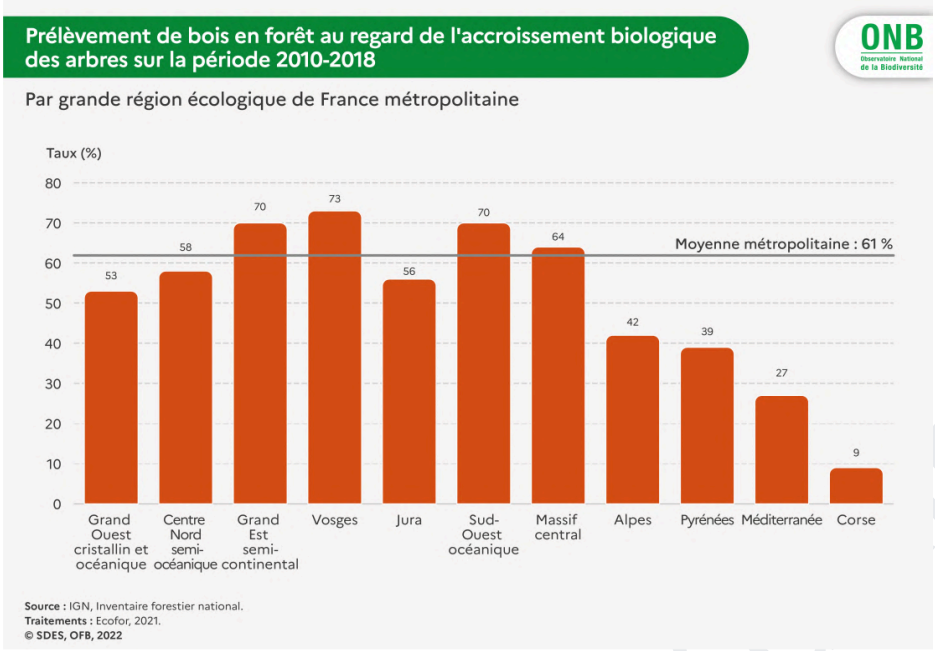
L'approche par le taux de prélèvement révèle que les régions historiquement forestières et sylvicoles (Grand Est, côtes de l'Aquitaine), qui comptent aussi plus de grandes forêts publiques, prélèvent une part supérieure à 70 % de l'accroissement biologique de la forêt. Les Régions Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté affichent les meilleurs taux de prélèvements[20]. Dans les zones montagneuses et sur le pourtour méditerranénen, les taux sont en revanche faibles. Les forêts privées morcelées induisent globalement un plus faible taux de prélèvement[21]. Aucune territoire n'est aujourd'hui dans une situation de prélèvement total de l'accroissement biologique.

Rapport intermédiaire

[19] Source : Enquête exploitations forestières et scieries (EXFSRI) : Récolte de bois en millier de m3 en 2022

[20] Décomposition des prélèvements forestiers par région en 2022. Rapport de Pour un Réveil Écologique

[21] Taux de prélèvement dans les forêts privées de 59 % de l'accroissement biologique, vs. 78 % dans les forêts domaniales, sur la période 2009-2018.



Vue par grande région sylvicole nature france

Réunis, les territoires les plus sylvicoles dessinent la "diagonale forestière" du nord-est au sud-ouest de la France. Globalement, les régions historiquement déforestées (en particulier PACA, Rhône-Alpes, Sud Massif Central) sont très peu productrices, bien que leur niveau de boisement soit remonté à des niveaux proches voire supérieurs à la moyenne nationale (32 %). Leur forêt jeune est encore peu exploitable, et ne le sera que difficilement pour certaines zones pentues ou protégées. En outre, ils ne disposent pas des mêmes infrastructures de filière que les régions historiquement sylvicoles.

Une moindre récolte du fait du sous effectif et de la répartition des exploitants forestiers sur les territoires forestiers

Les travaux sylvicoles se structurent en trois grands métiers : le bûcheronnage (abattage et façonnage des arbres), la vidange des bois (évacuation, stockage en bord de route), et le travail sur une aire de dépôt (découpe, tri, traitement de préservation). La France compte environ 6 700 entreprises de travaux forestiers, réunissant quelque 15 000 salariés. En général, ces entreprises interviennent dans un rayon de 100 km[22], révélant un enjeu fort de répartition territoriale de ces activités.

Nous souhaitons localiser les entreprises de travaux forestiers, via les données disponibles (ex cartographie FNB) ou des entretiens avec les experts, afin d'identifier les territoires sous-dotés en activités d'exploitation forestière. Nous souhaitons aussi étudier l'évolution du nombre de sylviculteurs au cours des dernières décennies, idéalement à l'échelle de chaque région.

[22] *Baromètre des entrepreneurs de travaux forestiers*, FranceBoisForêt, 2019

Rapport intermédiaire

Le sous-effectif et l'inégale répartition des sylviculteurs explique pour partie la moindre exploitation de la ressource forêt-bois en France par rapport aux pays voisins.

Une ressource partiellement stockable

Par rapport à d'autres ressources, le bois présente la qualité d'être stockable. Cette stockabilité est un atout significatif sur le plan technique[23]. Par exemple, lors des afflux de bois de crise (suites à des tempêtes, des attaques de ravageurs), le stockage permet de lisser l'écoulement du bois. Le stockage est néanmoins conditionné par l'existence d'infrastructures permettant leur conservation (éviter le développement des champignons et insectes nuisibles).

Le bois doit ensuite être séché avant transformation, notamment son broyage pour un usage énergétique. L'absence de plateforme de séchage est une difficulté régulièrement rencontrée dans les territoires pour le développement du bois-énergie, et un outil dans lequel les collectivités territoriales investissent de façon croissante.

C. Une filière forêt-bois en crise, de plus en plus dépendante des importations de bois

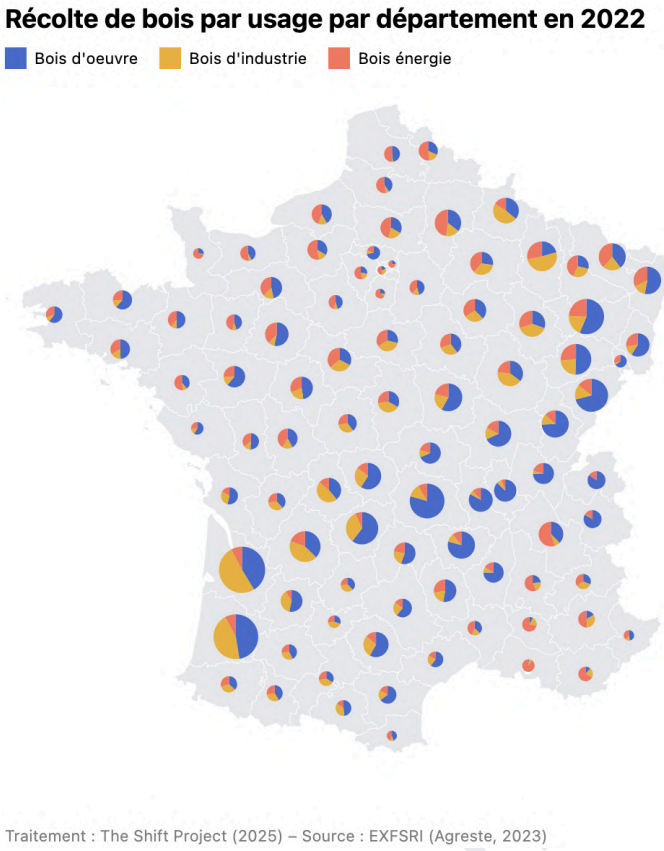
Territoires producteurs, territoires consommateurs : une diagonale forestière au service des territoires urbains

Les grandes métropoles et territoires urbains, grands consommateurs de bois, sont fortement dépendants des territoires producteurs plus ou moins éloignés. La Gironde fait figure d'exception car Bordeaux dispose d'un grand bassin de production à proximité immédiate.

La récolte de bois révèle la situation de dépendance pour environ deux tiers des départements, ruraux comme urbains, vis-à-vis des départements producteurs nets de la "diagonale forestière".

Rapport intermédiaire

[23] Sans préjuger ici des incidences économiques potentiellement élevées du stockage.



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : EXFSRI (Agreste, 2023)

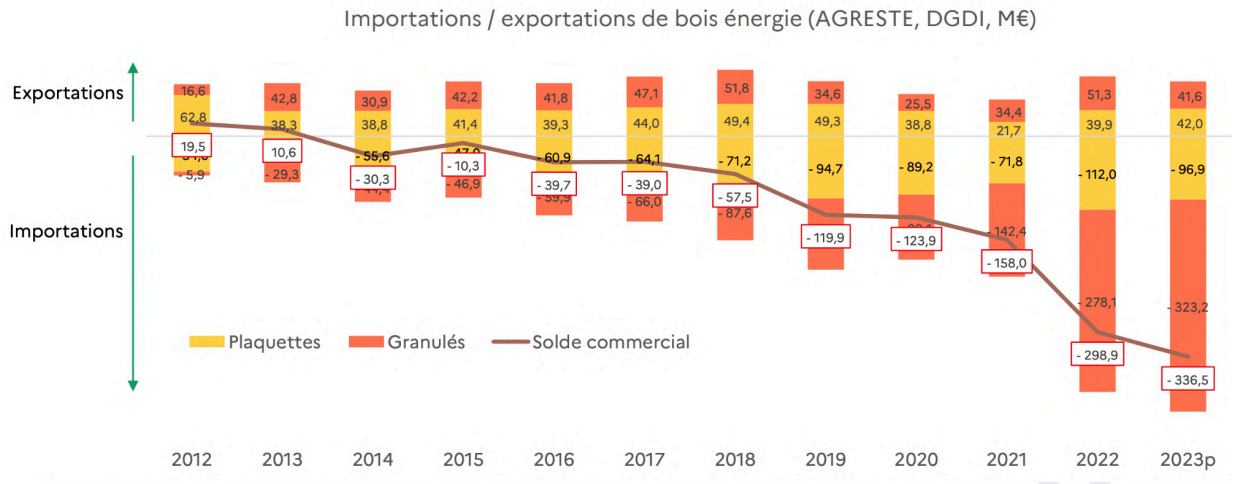
La dépendance forte et croissante vis-à-vis des importations de bois

A l'échelle de l'Union Européenne, la France est le 4ème plus gros producteur de bois ronds, mais présente la particularité de présenter une balance commerciale déficitaire : elle exporte du bois brut et importe des produits intermédiaires ou finis (bois sciés, panneaux, bois-énergie, charpentes, meubles…). Ces dernières années, la presse s'est régulièrement faite l'écho de l'exportation de 20 % de la récolte de chêne vers la Chine, alors que ce pays a décidé de préserver ses forêts. Ces grumes sont ré-importés ensuite sous forme de produits transformés.

Le situation importatrice française est structurelle dans la mesure où elle concerne tous les produits bois, à tous les maillons de la chaîne de valeur de la transformation.

Les déséquilibres volumétriques et monétaires s'accroissent, notamment en raison d'une transformation du bois-énergie, historiquement autoconsommé sous forme de bois-bûche, et désormais de plus en plus commercialisé sous forme de granulés ou de plaquettes. Les exportations de bois brut conduisent notamment à se priver des connexes issus de la transformation, utiles pour les filières de l'énergie et de l'industrie. La dépendance vis-à-vis des importations s'accroît à mesure que cette demande en bois énergie se développe.

Rapport intermédiaire



Évolution de la balance commerciale du bois, 2012-2023. SGPE, 2023

La situation actuelle de dépendance vis-à-vis de l'étranger est est préjudiciable à double titre : il s'agit d'une dépendance de la filière aval et des territoires consommateurs vis-à-vis des importations de produits transformés, mais aussi d'une dépendance de la filière amont et des territoires producteurs vis-à-vis des débouchés pour le bois brut.

La décorrélation entre production et consommation est particulièrement forte dans le cas du bois d'industrie, qui est à 60 % importé, alors même que le potentiel technique actuel de récolte française (14 Mt) est proche de la consommation finale française (16,4 Mt)[24]. Cela traduit la grande ouverture aux échanges internationaux de la filière bois-industrie tant en importation qu'en exportation, notamment sous l'impulsion des industriels papiers et cartons, mais aussi probablement le déficit de gouvernance et de planification nationale, qui conduit à un déficit de souveraineté pour une ressource stratégique dans la transition énergie-climat.

Le développement du bois-énergie sous forme de chaufferies ou de réseaux de chaleur publics constitue néanmoins une opportunité de ré-interroger les enjeux d'autonomie territoriale. Les collectivités locales qui portent ces projets intègrent souvent une dimension locale au cahier des charges d'approvisionnement ou élaborent des plans d'approvisionnement territoriaux.

Montrer quelques exemples territoriaux ou des statistiques issues de publications. Par exemple, Dans une publication de l'ADEME "60 EXEMPLES D'INSTALLATION BIOMASSE EN COLLECTIVITÉS" (2018), xx % des exemples de projets publics présentés évoquent un approvisionnement local (dans un rayon max de 100 km) pour le bois consommé.

Une gouvernance du bois, entre multiplicité des mécanismes et impact limité

Peu de milieux naturels conjuguent autant d'usages que la forêt. Ceci explique sa longue histoire de codification et l'inscription au Code forestier des principes de « durabilité » et de « multifonctionnalité » dans la gestion des espaces forestiers, qui obligent les professionnels à assurer simultanément les différentes fonctions de la forêt dans un même espace. La

[24] Cf. *Chiffres clés - Filières d'usage*. Veille Économique Mutualisée Filière Forêt-Bois, 2022.

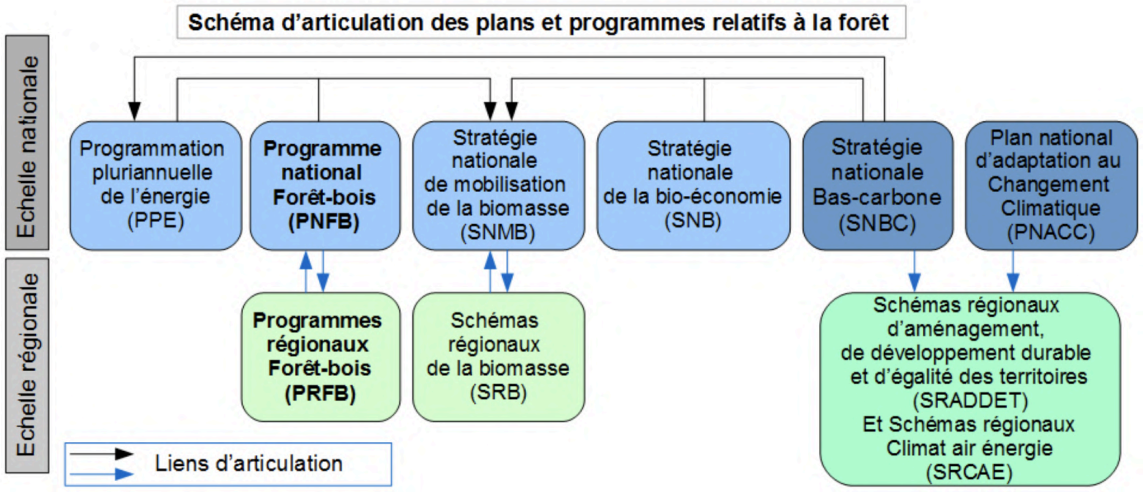
diversité et la juxtaposition de ces activités au sein de l'espace forestier expliquent aussi la forte conflictualité potentielle autour de cette ressource.

Malgré cet historique et ces enjeux, et malgré l'existence de nombreux documents de planification et instances collégiales, la gouvernance de la ressource forêt-bois laisse une impression d'une certaine atonie.

La forêt, en tant que ressource stratégique, est depuis longtemps une compétence régalienne, mais elle semble avoir été délaissée au cours du dernier siècle. Le partage de la politique forestière entre deux ministères (Transition Écologique et Agriculture - Alimentation), auxquels est venu dernièrement se greffer le SGPE du Premier Ministre chargé de la planification écologique globale, suscite une complexité et un manque de clarté. Le bois est ainsi traité dans une diversité de plans et programmes nationaux. En 2017, le Programme National Forêt-Bois (pNFB) est créé pour apporter une vision globale des orientations stratégiques liées à la forêt (dans ses dimensions économiques, environnementales et sociales).

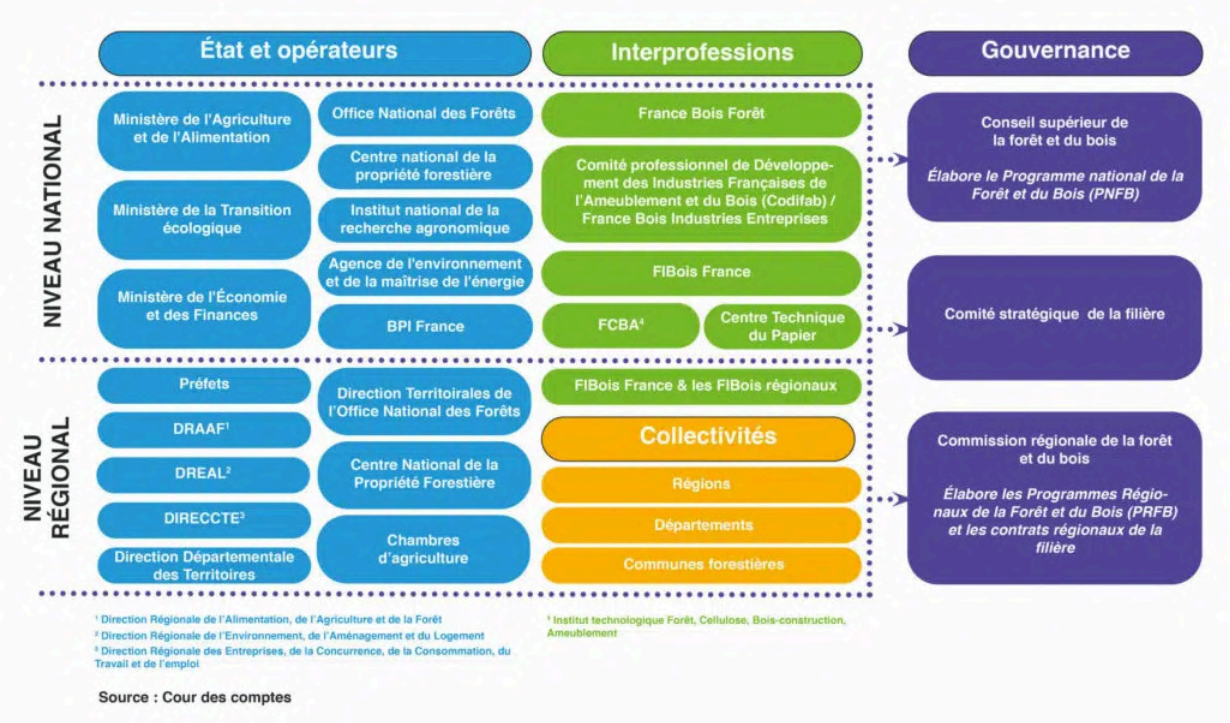
Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions avoir le regard des experts de l'écosystème sur les résultats de la création du PNFB, ses impacts et ses lacunes.



Source Gouvernement

Les ministères doivent ensuite s'articuler avec une multitude d'acteurs privés et publics, qui interviennent aux différents maillons de la chaîne de valeur de la filière forêt-bois.



Trois instances de gouvernance ont vocation à associer l'ensemble des parties prenantes à la politique publique forêt-bois :

Nous avons besoin de vous !

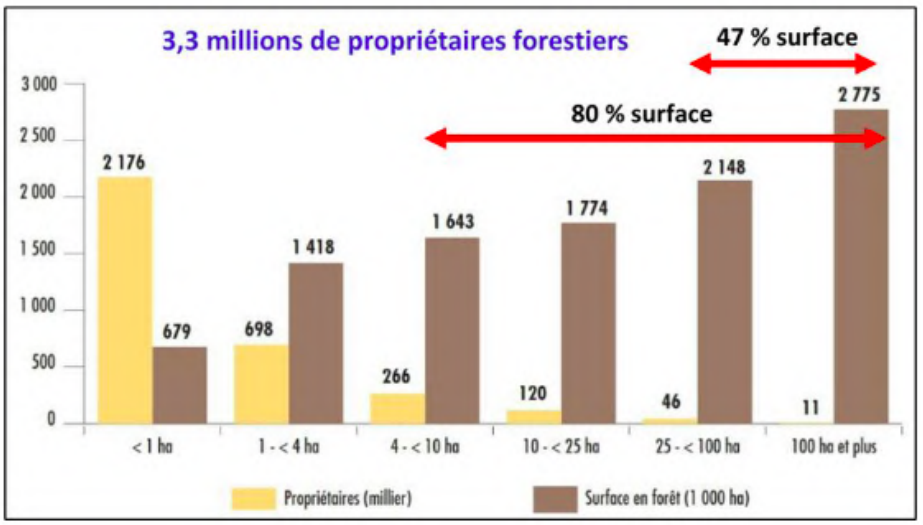
Pour la suite de nos travaux, nous souhaitons recueillir l'avis des experts de l'écosystème sur le rôle et l'impact de chacune de ces 3 instances. Sont-elles représentatives des parties prenantes ? Fonctionnent-elles efficacement ? Sont-elles reconnues légitimes et leurs contributions sont-elles suivies d'effets ? Quelles critiques leur sont-elles opposées ?

Le *Conseil Supérieur de la Forêt et du Bois* (CSFB, 2015) rassemble un grand nombre d'acteurs de l'écosystème[25] et est associé à l'élaboration et au suivi du Programme National de la Forêt et du Bois.

Le *Comité Stratégique Filière Bois* (CSF Bois, 2013) est un outil de la stratégie industrielle qui rapporte au Conseil National de l'Industrie (CNI) sous l'égide du Premier Ministre. Il regroupe 27 organisations professionnelles et interprofessionnelles représentant l'amont et l'aval de la filière forêt-bois, des représentants de l'Etat (4 ministères) des Régions, des organisations syndicales, des organismes publics (ADEME, BPI France, etc.). Son objectif est le développement des marchés du bois (matériau, fibres, molécules, énergie) et la contribution de la filière aux grands enjeux du climat. Ses engagements se concrétisent sous la forme de grands projets structurants et stratégiques, impulsés par les professionnels, et rassemblés dans un contrat stratégique de filière bois.

[25] Etat et administrations publiques, collectivités territoriales (Régions, Département, AMF, FN COFOR, FN PNR), propriétaires forestiers, professionnels de la forêt (experts, gestionnaires, exploitants).

Les *Commissions Régionales de la Forêt et du Bois* ont la charge de la déclinaison régionale du PNFB.



Répartition des propriétés forestières privées, en surface et en nombre de propriétés
SGPE, 2023

II. Des risques croissants de conflits d'usage sur le bois sur les territoires à l'horizon 2050

A. Une ressource forêt-bois déjà confrontée à des tensions, sources de conflits d'usage

Les tensions sur les marchés internationaux révèlent le caractère stratégique de la ressource bois et les vulnérabilités de la filière française

Les prix des bois connaissant une hausse structurelle et ont atteint des sommets à la sortie de la crise sanitaire du covid-19 témoignant de vives tensions qui traversent le secteur, alimentées par plusieurs facteurs:

- Une demande en forte hausse structurelle, autant sur les usages bois-d'oeuvre que bois d'énergie, particulièrement aux Etats-Unis et en Chine
- L'arrêt des récoltes (en Chine) et / ou des exportations (en Russie) de bois
- Des difficultés logistiques et d'approvisionnement consécutives de la désorganisation a repris l'économie post-covid
- Un déficit en capacité de production en France et en Europe par rapport la demande

Rapport intermédiaire

- Une spéculation qui déséquilibre les prix et incite les sylviculteurs à exporter les grumes non transformés (tandis que les scieries françaises rencontrent des difficultés à se fournir)

La crise du bois de 2020-2022 a mis en lumière les faiblesses françaises : outils industriels en sous-effectif et vieillissants, faible régulation sur les exportations, faible attractivité des métiers de la transformation, frilosité des investisseurs, faibles synergies entres les activités de production et de transformation, peu de circuits courts territoriaux, etc. ,

La forêt croît moins vite, voire décroît localement du fait du changement climatique

Bien que la croissance forestière se poursuive, les gains annuels de bois en forêt se sont considérablement réduits depuis une dizaine d'années, résultant d'une triple tendance : la croissance biologique brute diminue, la mortalité augmente et les prélèvements sanitaires augmentent.

Baisse de la croissance biologique des arbres

La vitesse de croissance des arbres a chuté entre 2015 et 2020 de -10 %. Mesurée à l'hectare, la production annuelle brute moyenne est de 5,4 m³/ha/an, sur la période 2014-2022 (par rapport à 5,8 m3/ha/an sur la période 2005-2013). Les sylvoécorégions qui ont une production annuelle moyenne par hectare inférieure à la moyenne nationale sont les régions du pourtour méditerranéen ainsi que les Causses du Sud-Ouest[26].

Forte hausse de la mortalité causée par les pathogènes et les incendies

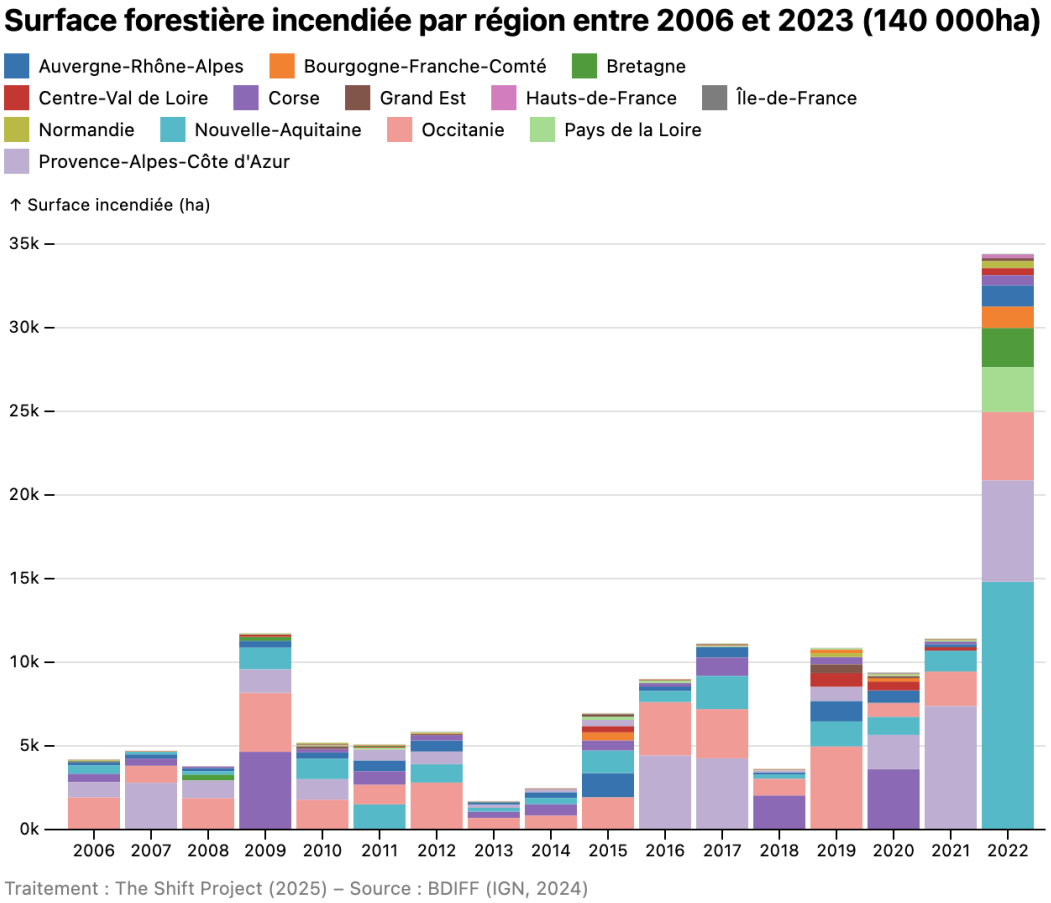
En France, la mortalité annuelle s'élève en moyenne à 15,2 millions de mètres cubes (Mm³/an) sur la période 2014-2022[27]. Cette valeur a doublé par rapport à la période 2005-2013 où elle s'élevait à 7,4 Mm³/an. Chaque année, 0,5 % du volume total de bois vivant sur pied est touché.

La surmortalité des arbres s'explique par deux types de facteurs :

- Un facteur biotique : les crises sanitaires liées en grande partie à des conditions climatiques difficiles pour les arbres (sécheresses et températures élevées), propices aux insectes xylophages et aux champignons. Plusieurs essences ont été très fortement attaquées, telles l'épicéa par les scolytes, le frêne par le chalarose, le châtaignier par la maladie de l'encre.
- Des facteurs abiotiques : les incendies, dont l'intensité et l'étendue sont accentuées par les sécheresses et températures élevées, mais aussi le dépérissement forestier[28] consécutifs des épisodes de sécheresse.

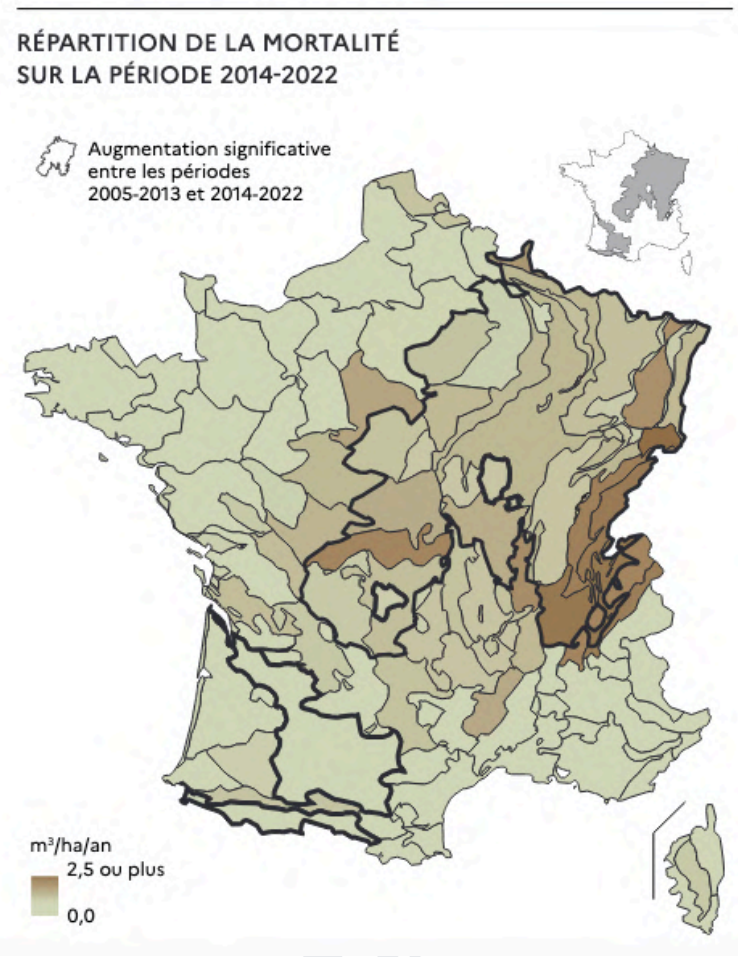
[26] cf. carte de la répartition de la production biologique brute par hectare. Memento IFN 2024, p38.
[27] Inventaire Forestier National 2024, IGN.
[28] Un peuplement est considéré dépérissant selon l'Inventaire Forestier National lorsque 20 % des arbres dominants (ayant accès à la lumière) sont morts depuis moins de 5 ans ou portent plus de 50 % de branches mortes dans la partie haute du houppier.

Rapport intermédiaire



Il ressort des cartes dressées par l'Inventaire Forestier National qu'au-delà des taux de mortalité à l'hectare élevé dans certains massifs (Nord des Alpes, Jura, Vosges, Nord du Massif Central), cette mortalité a significativement augmenté dans tous les territoires composant la "diagonale forestière", du Grand Est à l'Occitanie.

Rapport inte



Répartition de la mortalité par territoire entre 2014 et 2022, et mise en évidence des zones avec une augmentation significative entre les périodes 2005-2013 et 2014-2022. Source Mémento IFN 2024

Le stress hydrique favorise les crises abiotiques, c'est-à-dire les feux de forêt et les chutes d'arbres pendant les tempêtes.

Ces aléas peuvent augmenter à court terme la récolte de bois, par collecte des bois morts (post-tempêtes, incendies, consécutifs d'une sécheresse) et par abattages sanitaires préventifs afin d'éviter la propagation de parasites. Mais à moyen-long terme, ils risquent de réduire la disponibilité de bois, voire de mener à la destruction de forêts entières. De même, le dépérissement des arbres, causé par le changement climatique et les maladies, peut affecter la qualité et la disponibilité du bois.

Augmentation des prélèvements sanitaires de bois

Un des facteurs explicatifs de la hausse des prélèvements de bois au cours des 20 dernières années est l'augmentation des coupes sanitaires d'arbres, suite aux tempêtes et aux sécheresses, notamment dans les grandes régions forestières des Landes et de l'Est. L'épidémie de scolytes depuis 2018 a provoqué de très nombreuses coupes sanitaires dans les Vosges, le Jura et les Ardennes.

Rapport préliminaire

A cette tendance de fond s'ajoute une hausse des prélèvements économiques (hors sanitaires). Finalement, les gains en forêt ont été divisé par 2 entre les périodes 2005-2013 et 2012-2020[29]. Cette évolution affecte particulièrement plusieurs sylvoécorégions, pour lesquelles le bilan des flux nets (production biologique - mortalité - prélèvements totaux) devient faible, voire négatif[30] dans les Ardennes, les plateaux du Nord-Est, le Jura, le Morvan, la Saône, les Marches et plateaux granitiques du Massif Central[31].

Le choix d'une intensification de l'exploitation forestière, source de conflits

Dans le contexte de crise de surmortalité et de réflexion sur la meilleure stratégie d'adaptation des forêts au changement climatique, deux visions se structurent et proposent des modes de gestion diamétralement opposés des forêts. D'une part, la stratégie de l'extensification suggère une moindre exploitation et un stockage accru de carbone en forêt. D'autre part, la stratégie de l'intensification vise une exploitation accrue et une gestion productive de la forêt, accompagnée d'un stockage de carbone dans des matériaux à durée de vie longue[32].

C'est actuellement l'orientation de l'intensification qui a été retenue, dans la SNBC-2. Considérant un certain nombre de peuplements comme dégradés, vulnérables ou économiquement pauvres, le programme de renouvellement forestier dit "*Un milliard d'arbres en 10 ans*" prévoit de "renouveler 10 % de la forêt française" par des plantations massives, souvent après coupe rase, d'essences évaluées comme plus résistantes au changement climatique.

Cette stratégie suscite de fortes controverses entre les acteurs. Les principales critiques portent sur la validité du critère de la pauvreté économique des peuplements pour leur remplacement, non justifié d'un point de vue climatique et très peu sélectif (une vaste majorité de la forêt française remplit ce critère), sur l'alibi que représenterait le réchauffement climatique pour remplacer, après coupe rase, d'anciennes forêts feuillues diversifiées par des monocultures résineuses (les plantations après coupes rases ont représenté 89 % de la surface totale replantée[33]), et plus globalement sur la mal-adaptation que représente cette stratégie : les coupes rases ont effets négatifs sur la structure, la fertilité et le stockage de carbone des sols, la biodiversité, l'érosion ou encore la qualité des cours d'eau[34], et les plantations en plein ont un taux de survie fortement inférieur à la moyenne.

Les grands projets de valorisation énergétique du bois suscitent la controverse

De nouveaux usages énergétiques du bois émergent pour la production d'électricité, de biocarburants ou de biogaz et engendrent des tensions, notamment en raison de la taille des

[29] cf. France Stratégie, *Vers une planification de la filière forêt-bois*, 2023.
[30] Tableau des flux nets par région disponible dans l'Inventaire Forestier National 2024.
[31] cf Bilan des flux de bois par sylvoécorégion, Mémento IFN 2024.
[32] cf. France Stratégie, *Vers une planification de la filière forêt-bois*, 2023.
[33] cf. Conseil Supérieur de la Forêt et du Bois, *Mesure du renouvellement forestier*, Bilan 2021-2023.
[34] CRREF – Rapport d'expertise, Ecofor, 2023

Rapport intermédiaire

projets, de leur rayon d'approvisionnement et des accusations de sur-exploitation des forêts. Le cas emblématique de la centrale électrique de Gardanne illustre ces controverses : convertie du charbon à la biomasse, elle a été critiquée pour son impact sur la ressource forestière locale et internationale, et son manque de cogénération, jusqu'à son arrêt en 2023.

D'autres projets alimentent également les débats, comme celui d'Elyse Energy dans les Pyrénées-Atlantiques, qui prévoit la consommation massive d'eau et de biomasse pour produire des carburants de synthèse, soulevant des inquiétudes sur la disponibilité des ressources locales. Des projets non énergétiques, comme la méga-scierie de Lannemezan portée par le groupe Florian, posent aussi problème en raison des volumes d'exploitation envisagés, jugés incompatibles avec la durabilité des massifs et les capacités des filières locales. Ces conflits montrent les limites de l'acceptabilité sociale de certains projets bois, et soulignent l'intérêt d'une cartographie des tensions territoriales autour de l'exploitation forestière, qu'elle soit à vocation énergétique ou industrielle.

Des conflits récurrents entre usages économiques et non-économiques de la forêt

Depuis les années 2010, les conflits autour de la préservation des arbres, tant en ville qu'en forêt, se multiplient, révélant une sensibilité accrue de la société aux enjeux écologiques et au rôle des forêts dans la régulation climatique. Face aux îlots de chaleur urbains, les citoyens s'opposent de plus en plus vivement à l'abattage d'arbres, et les projets d'aménagement impliquant des coupes suscitent des mobilisations souvent radicales. Bien qu'aucun inventaire complet des conflits forestiers ne soit disponible, leur fréquence semble plus élevée dans les zones densément peuplées, comme en Île-de-France, où les forestiers font état de tensions croissantes. Ceux-ci dénoncent un paradoxe : alors que la demande en produits bois augmente, la population valorise les forêts non exploitées, révélant des attentes contradictoires face à la gestion de ces espaces[35].

B. Des besoins de bois supplémentaires de l'ordre 10 à 15 Mm3 pour répondre aux usages de 2050

Un risque de déficit de ressource bois-énergie pour répondre aux besoins à 2030

Le SGPE a évalué dans le cadre de la planification les besoins de bois supplémentaires, tous usages confondus, d'ici 2030, mais l'exercice n'a pas été réalisé à horizon 2050. Pour 2030, le SGPE évalue une consommation globale de bois de 63 Mm3. Le principal besoin concerne l'usage énergétique (+10 Mm3). Au total, cette borne haute des besoins supplémentaires en 2030 représentent environ 30 % de la récolte annuelle de bois d'aujourd'hui.

	2020	2030	Différentiel (%)
Bois-énergie	39 Mm3	46 Mm3	+ 7 Mm3 (+18 %)

[35] *En forêt comme en ville, pourquoi les Français s'attachent aux arbres*, Le Monde, 2024.

Rapport intermédiaire

Bois-biogaz	0 Mm3	3 Mm3	+ 3 Mm3
Bois-matériau	13 Mm3 (dont 4 Mm3 importés)	16 Mm3	+ 6 Mm3 (+46 %)
Total	50-57 Mm3 selon les années	63 Mm3	

Source SGPE, 2023

En matière de besoins énergétiques à 2030, le SGPE projette une progression des consommations de bois-énergie de 10 à 20 TWh, pour atteindre environ 138 TWh[36]. Cette progression est portée essentiellement par le besoin de chaleur dans les réseaux de chaleur urbains (x4) et dans l'industrie (x2,4). Le projet de PPE-3 va aussi dans ce sens, en positionnant la chaleur industrielle haute température et les réseaux de chaleur comme des usages "à considérer en priorité" du bois-énergie.

Les besoins devraient en revanche diminuer (de 24 %) dans le secteur résidentiel grâce à la rénovation thermique et le remplacement des équipements bois actuels peu performants par des pompes à chaleur ou des poêles et inserts bois performants.

Le SGPE alerte sur un déficit de 12 TWh de ressources bois-énergie pour répondre à ces besoins en 2030, malgré une hausse projetée de la production de bois-énergie de 8 %[37]. Cet écart donne une indication sur les risques de conflits d'usage autour du bois-énergie et interroge sur les leviers à mobiliser pour le combler : Augmenter plus significativement la production ? Accroître les importations ?

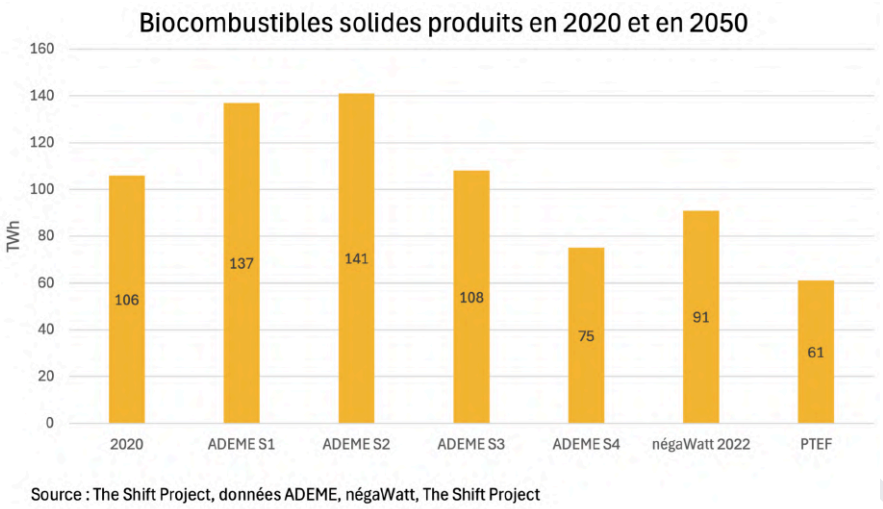
De grandes incertitudes sur les consommations futures de bois-énergie en 2050

A horizon 2050, différentes estimations de quantité de combustible solide disponible pour des usages énergétiques en 2050 sont proposées, avec des scénarios de baisse (PTEF, Négawatt, ADEME S4), de stabilité (Académie des Sciences, ADEME S3) ou de hausse (IGN-FCBA, France Stratégie, ADEME S1 et S2) par rapport à aujourd'hui selon une fourchette allant de 61 à 150 TWh. La part de la biomasse forestière parmi ces biocombustibles solides n'est pas précisée, et ces chiffres sont rarement convertis en volumes de biomasse nécessaires (Mm3), à l'exception de l'étude IGN-FCBA qui évoque le chiffre de 46 à 47Mm3 correspondant à 150 TWh. L'étude Bois-Energie de l'association Canopée indique une consommation de 18 à 42 Mm3 en combustion?

Rapport intermédiaire

[36] Ce chiffre est obtenu à partir du besoin estimé par le SGPE de 152 TWh de biomasse solide énergétique en 2030. La part du bois-énergie dans ce total n'est pas indiquée, mais est calculable en conservant les mêmes ratios qu'aujourd'hui (Total selon SGPE 132 TWh, dont : 121 TWh issus du bois récolté sur le territoire hexagonal, 6 TWh issus de biomasse importée et 4 TWh issus de biomasse agricole).

[37] *Forêt : synthèse de la mise en œuvre du plan*. SPGE, 2024



Besoins de biomasse solide à vocation énergétique (ie bois-énergie) en 2050 selon différents scénarios prospectifs. Source Comprendre2050

En 2030, les principaux consommateurs de bois-énergie seront urbains et industriels

Considérant que les deux principaux facteurs de hausse de la consommation de bois-énergie sont l'industrie et les réseaux de chaleur urbains, il est possible de territorialiser ces consommations de bois-énergie en 2030 à partir de ces deux hypothèses de répartition :

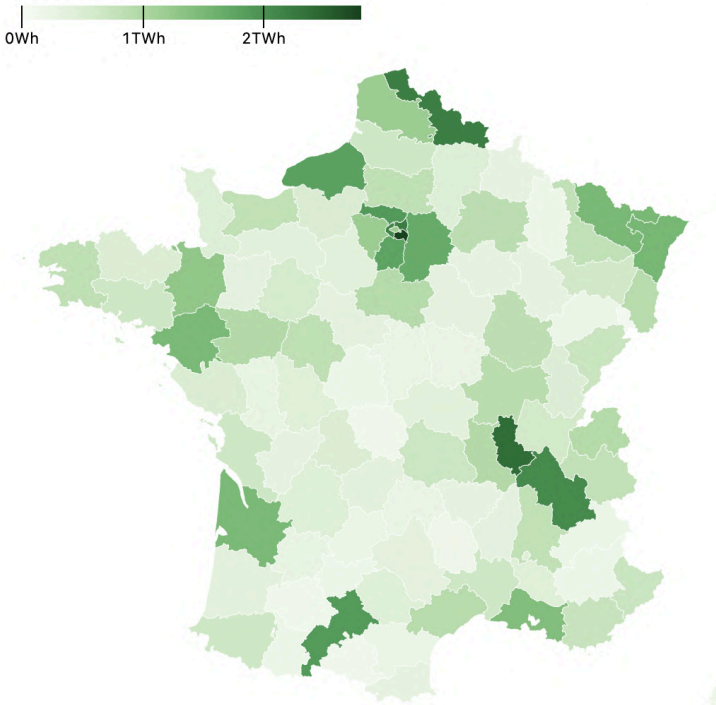
- Réseaux de chaleur urbains : répartition par la puissance des réseaux de chaleur existants (toute filière confondue)
- Production de chaleur industrielle : répartition par nombre d'établissements des divisions consommatrices de bois énergie[38]

Rapport Intermédiaire

[38] industrie du bois (sciage, panneaux, utilisation directe des résidus pour la chaleur), industrie du papier et carton (procédés thermiques, cogénération bois), industrie agroalimentaire (cuisson, séchage avec chaudières biomasse) et fabrication de matériaux de construction (cimenteries, briqueteries : co-combustion biomasse))

Consommation de bois énergie par département d'après le SGPE en 2030 (77,7TWh)

Avec une répartition de 38TWh pour l'industrie (bois, papier, agroalimentaire et matériaux de construction) et 33,9TWh pour les réseaux de chaleur.



Source : The Shift Project (2025)

Le bois-énergie devrait se développer essentiellement dans les territoires urbains et industriels. Une majorité des principaux territoires concernés (Finistère, Seine-Maritime, Nord, Ile de France, Bouches-du-Rhône) est éloignée des territoires sylvicoles. Dans le cas des Bouches-du-Rhône, la ressource bois est conséquente dans les territoires proches, mais faiblement exploitées. Ces territoires sont les plus à risque en cas de conflits d'usage autour de la ressource bois-énergie. La situation est plus favorable pour quelques territoires proches de bassins sylvicoles : Gironde, Rhône-Alpes, Alsace-Moselle

Les projections de nouveaux usages du bois-énergie en biocarburant et biogaz, source potentielle de conflits d'usage

La production de biocarburants (par liquéfaction) et de biogaz (via pyrogazéification) à partir de biomasse solide sont envisagés par certains acteurs et intégrés dans la planification énergétique à 2030 du SGPE, sans clarification nette sur l'origine de cette biomasse (déchets, agricole, forestière).

Rapport intermédiaire

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions éclaircir les projections du SGPE à partir notamment de ce document : Combien de TWh prévus ? Quelles origines ? Les chiffres de 12 TWh de biocarburants (p13), et plus loin de 38 TWh à partir de biomasse agricole (p18) sont évoqués. Est aussi évoqué un objectif de 4 TWh de biogaz par pyrogazéification en 2030.

Globalement, ces usages ne font pas consensus, comme l'illustrent les conflits actuels autour de plusieurs projets. Le projet de PPE-3 propose pour la première fois un tableau de hiérarchisation des usages du bois, qui positionne la production électrique à partir de bois comme "à modérer" et la production de carburants comme "à développer raisonnablement et sous conditions". Il s'agit pour l'heure d'une proposition qui devra être confirmée dans l'avenir.

La réglementation européenne (REDIII) prévoit néanmoins l'incorporation de 29 % de carburants bas-carbone dans le secteur du transport en 2030 et la neutralité carbone en 2050, ce qui active l'intérêt pour les biocarburants. Dans le cas où ces usages se développaient, ils pourraient consommer de très grands volumes de bois. Le rapport de l'association Canopée estime à 70 Mm3 les volumes qui pourraient être orientés vers la production de biogaz et de biocarburants.

En 2024, une première bioraffinerie de bioéthanol à partir de résidus de bois a été inaugurée dans les Landes[39]. Ce projet ne semble pas avoir soulevé de critiques, dans la mesure où il ne fait que valoriser un sous-produit du bois. Le projet E-Cho, visant la production de biocarburant aérien à partir de biomasse forestière, suscite pour sa part de multiples oppositions.

La pyrogazéification permet de produire du biogaz à partir de biomasse ligno-cellulosique, a priori essentiellement des déchets de bois ultimes[40], mais potentiellement aussi de la biomasse forestière. Les différents scénarios 2050 évoquent une fourchette allant de 3 à 50 TWh, et un Appel à Manifestation d'Intérêt piloté par GRTgaz en 2022 à identifié 49 projets en développement ou à l'étude. A Gardanne, sur l'ancien site charbonnier, le projet Hynovera souhaite produire un "kérosène renouvelable" par pyrogazéification de plaquettes forestières puis ajout d'hydrogène vert, non sans susciter de controverse[41].

Les objectifs de décarbonation du secteur aérien à horizon 2030 et 2050 sont particulièrement ambitieux et nécessiteraient la mobilisation de 500 000 tonnes de carburants durables en 2030 et de 6 millions de tonnes en 2050. Quelle que soit la méthode

[39] L'entreprise américaine Ryam vise d'y produire 21 millions de tonnes de bioéthanol (soit la consommation annuelle de 2500 véhicules), à partir des sucres résiduels.
[40] Le scénario S4 de l'ADEME envisage néanmoins la mobilisation de 10 à 50 Mm3 de bois à horizon 2050 pour produire de biogaz par pyrogazéification. Source France Stratégie.
[41] https://vert.eco/articles/du-kerosene-pour-les-avions-a-partir-du-bois-des-forets-provencales-bonne-idee-ou-desastre-ecologique

Rapport intermédiaire

privilégiée, la recherche de l'atteinte de cet objectif induirait probablement de nombreux conflits d'usage.

Des besoins croissants de bois-matériau pour répondre à la demande de rénovation du bâti

Les acteurs publics (ADEME, SGPE, CSF Bois…) affichent une ambition pour le développement de l'usage “matière” du bois, notamment le bois d'oeuvre, dans les domaines de la rénovation-réhabilitation des bâtiments. A horizon 2030, la hausse des besoins en bois-matériau est proportionnellement significative (+46 %), bien que moindre en volume total (+6 Mm3), par rapport au besoin de bois-énergie.

A horizon 2050, les projections sont difficilement comparables, car les périmètres pris en compte sont très variables. Dans ce domaine, les prévisions de l'étude IGN-FCBA sont considérées comme faisant référence. Globalement, les projections établissent une progression entre 2019 et 2030, puis une stabilisation jusqu'en 2050.

> Pour la suite de nos travaux, nous souhaiterions approfondir les comparaisons entre les projections IGN-FCBA et SGPE, qui semblent différer sur certains aspects, afin de mieux comprendre les hypothèses

Secteur	Conso. 2019	Conso. 2050	Évolution 2019 à 2050	Facteurs d'évolution des usages
Bâtiment	6,6 Mm3	8,8 Mm3	+33 %	Baisse des surfaces de construction neuve de -41 % et croissance de la rénovation thermique avec des matériaux biosourcés
Ameublement	3 Mm3	3,87 Mm3	+29 %	Fondé sur une hypothèse de croissance future du revenu national brut par habitant, qui devrait renforcer la capacité de financement des ménages et des entrepreneurs, favorisant notamment l'achat de meubles de cuisine et de bureau.
Emballage bois	3,3 Mm3	3,9 Mm3	+18 %	Hypothèse de maintien de la dynamique économique de l'industrie française et du secteur tertiaire.
Pâte à papier			-5 %	Dynamique de marché est étroitement liée aux fluctuations du marché mondial de la pâte à papier. Demande potentielle future estimée à la

Rapport intermédiaire

Secteur	Conso. 2019	Conso. 2050	Évolution 2019 à 2050	Facteurs d'évolution des usages
				baisse, en grande partie en raison des préoccupations environnementales.
TOTAL hors BE			+16 %	

En 2050, les plus grands consommations de bois-matériaux sur les territoires urbanisés à fort taux de passoires thermiques et les territoires sylvo-industriels

Les hypothèses de répartition territoriale suivantes permettent de localiser les évolutions de consommation de bois-matériaux :

Le bois-construction sera principalement consommé pour les rénovations thermiques, qui concernent tous les territoires. Deux critères doivent néanmoins nous permettre de prioriser les consommations de bois à vocation de rénovation :

- d'une part les territoires avec de forts taux de passoires énergétiques (supérieur à 30 %)[42] : Orne, Aisne, Haute-Marne, Yonne, Nièvre, Cher, Indre, Allier, Creuse, Corrèze, Cantal, Gers.
- d'autre part les territoires avec le plus grand nombre de logements (supérieur à 400 000 logements[43]) et une part importante de maisons individuelles dans les résidences principales (supérieur à 65 %) : Nord, Pas-de-Calais, Finistère, Morbihan, Maine-et-Loire, Vendée, Charente-Maritime, Puy-de-Dôme, Calvados.

Le bois d'ameublement sera consommé de façon homogène dans tous les territoires.

Le bois d'emballage sera consommé quasi-exclusivement dans les territoires où seront installés des usines d'emballage bois en 2050, qui en règle générale exercent leur activité à proximité des territoires sylvicoles dont elles extraient la matière première nécessaire à leur production[44] : nous retiendrons ici le Top 10 des territoires les plus producteurs, soit la Gironde, les Landes, les Vosges, le Puy-de-Dôme, le Doubs, la Corrèze, la Dordogne, la Haute-Saône, la Meuse et la Nièvre.

Rapport intermédiaire

[42] Part des passoires énergétiques dans le parc de logements à l'échelle départementale. Territoires au Futur, Shift Project.
[43] Nombre de logements en 2021 par département. Observatoire des Territoires, ANCT.
[44] Fédération Nationale du Bois.

Le "puits de carbone forestier", bien que considéré prioritaire pour la décarbonation, risque de manquer sa cible

La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) prévoit de doubler le puits de carbone entre 2015 et 2050, de 45 Mt CO_2/an à 85 Mt CO_2/an[45]. Cette stratégie a été bouleversée par l'effondrement du puits carbone forestier entre 2015 et 2018,. Il semble s'être stabilisé autour de 20 Mt CO_2/an depuis 2020[46]. A horizon 2030, l'objectif national est désormais de maintenir ce niveau de séquestration annuelle. La séquestration carbone demeure toutefois un usage du bois "à considérer en priorité" selon la formulation du projet de PPE-3.

A horizon 2050, l'étude IGN-FCBA propose un éventail de scénario de puits de carbone forestier en 2050, qui s'échelonne de 5 à 70 $MtCO_2e$/an, en cumulant stockage et substitution[47].

Exercice de territorialisation des risques sur la consommation future de bois

Territoires en risque en raison d'une forte hausse des usages du bois 🔴	
Développement de la consommation de bois-énergie	Territoires dotés de réseaux de chaleur urbains et territoires dotés d'établissement consommation de la chaleur industrielle (hausse supérieure à + 4 TWh /an) : Seine-et-Marne, Val-de-Marne, Nord, Seine-Maritime, Finistère, Bouches-du-Rhône, Rhône, Isère
Hausse de la consommation de bois-construction pour la rénovation énergétique des logements	Territoires avec de forts taux de passoires énergétiques (supérieur à 30 %)[48]: Orne, Aisne, Haute-Marne, Yonne, Nièvre, Cher, Indre, Allier, Creuse, Corrèze, Cantal, Gers. Territoires avec le plus grand nombre de logements (supérieur à 400 000 logements[49]) et une part importante de maisons individuelles dans les résidences principales (supérieur à 65 %[50]) : Nord, Pas-de-Calais, Finistère, Morbihan, Maine-et-Loire, Vendée, Charente-Maritime, Puy-de-Dôme, Calvados.

[45] Ce doublement s'accompagnerait selon la SNBC d'un remaniement de la composition du puits de carbone français : le stockage des forêts actuelles se rétracterait considérablement, de 56 MT à 18 Mt. Il serait compensé à la fois par une très forte réduction des émissions liées au déboisement, à l'artificialisation et aux cultures, et par une hausse de tous les autres puits : prairies, produits bois, nouvelles forêts et stockage géologique.
[46] *Climat : la détérioration des forêts pèse sur les efforts de réduction des émissions de CO2*, Les Echos, 2024.
[47] Cf. étude IGN-FCBA.
[48] Part des passoires énergétiques dans le parc de logements à l'échelle départementale. Territoires au Futur, Shift Project.
[49] Nombre de logements en 2021 par département. Observatoire des Territoires, ANCT.
[50] *Panorama de l'évolution des conditions de logement en France depuis la fin des années 1960*, Virginie Dejoux, Morgane Valageas and Maryse Gaimard, 2019.

Rapport intermédiaire

Territoires en risque en raison d'une forte hausse des usages du bois 🔴	
Hausse de la production d'emballage bois	Top 10 des territoires les plus producteurs : la Gironde, les Landes, les Vosges, le Puy-de-Dôme, le Doubs, la Corrèze, la Dordogne, la Haute-Saône, la Meuse et la Nièvre.
Nécessité de maintenir ou d'accroître le puits de carbone forestier	Top 10 des territoires les plus boisés : les Landes, la Gironde, la Dordogne, les Alpes-de-Haute-Provence, le Var, la Drôme, la Côte d'Or, l'Ardèche, l'Isère et la Corse-du-Sud.

C. Une production de bois français dépendante du dérèglement climatique et des choix de gestion forestière

La disponibilité future de bois sera le résultat d'un double facteur : d'abord la disponibilité biologique du bois (celui qui pousse -et poussera potentiellement moins- dans la forêt), ensuite la disponibilité du produit bois issu des activités de récolte et de transformation. Ces deux facteurs de disponibilité sont soumis à de forts risques relatifs à :

- l'aggravation du dérèglement climatique
- les choix de planification écologique et leurs implications sur la récolte de bois
- la nécessité de la filière forêt-bois d'adapter son activité au contexte climatique et aux objectifs stratégiques de récolte

Le changement climatique fait planer une menace forte sur l'avenir de la forêt

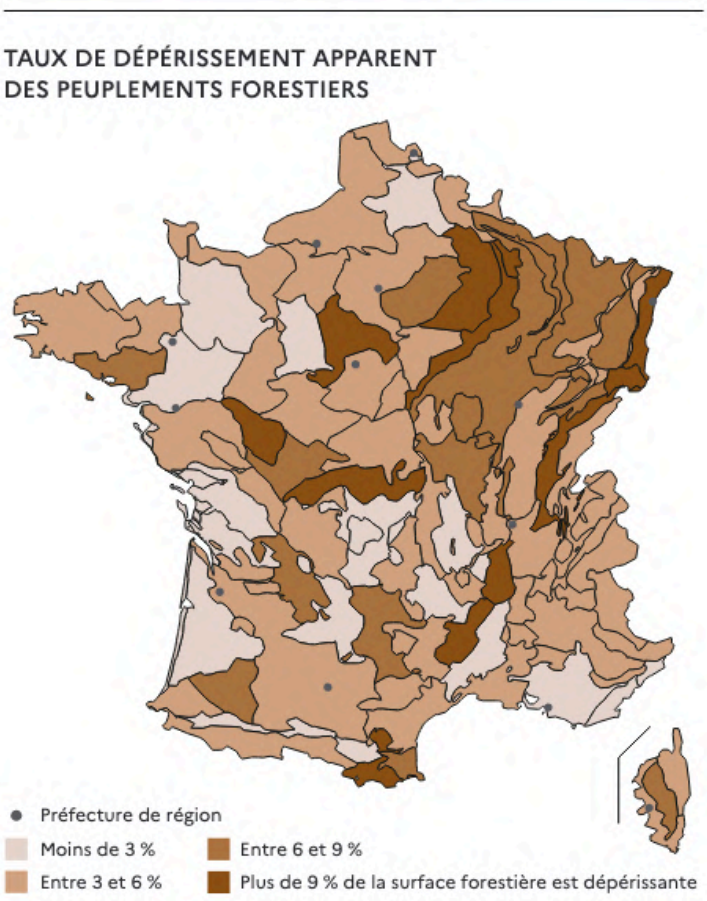
Les travaux prospectifs IGN-FCBA proposent, sans prendre position, trois scénarios de sévérité des impacts de sécheresse. Selon le scénario, le niveau de mortalité actuellement très élevé pourrait retrouver un niveau d'avant-crise, connaître une succession de crises espacées de quelques années, ou demeurer durablement élevé. Dans tous les cas, la tendance de la mortalité forestière est en hausse structurelle. Il est difficile aujourd'hui de déterminer quel scénario a le plus de probabilité d'advenir. Un regard conservateur invite à considérer le taux de mortalité des dernières années comme une nouvelle norme.

En raison des sécheresses en nombre et en intensité croissantes, une part importante des aires de peuplement actuels risque de devenir inhospitalières pour les principales essences françaises d'ici 2050 (ex: ⅔ de l'aire actuelle du hêtre, 90 % de l'aire actuelle de l'épicéa). Toutes les régions sont donc concernées par ce risque. Néanmoins, on peut faire l'hypothèse que là où les sécheresses seront les plus intenses, le risque de dépérissement forestier sera accru.

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions construire une carte double couche : Écart de jours annuel avec un sol sec par rapport à 2020 + - répartition des surfaces forestières, pour révéler le risque et le territorialiser.

Rapport intermédiaire

La carte des peuplements dépérissants donne une indication sur les territoires où la mortalité forestière pourrait potentiellement être en plus importante à l'avenir. Les peuplements dépérissants représentent actuellement une surface de 670 000 hectares et un volume de bois sur pied de 110 millions de mètres cubes, soit 4 % de la surface forestière et du volume de bois sur pied. Ils sont présents un peu partout sur le territoire mais sont plus fréquents dans la plaine d'Alsace, la Champagne crayeuse et la Beauce, les Corbières et les Pyrénées catalanes, ainsi que dans les Cévennes.



Carte des peuplements dépérissants. Source Memento IFN 2023 p15

La mortalité future sera aussi déterminée par la longévité des arbres plantés dans le cadre de la politique de renouvellement forestier actuellement mise en œuvre (jusqu'en 2032). Le taux de mortalité des jeunes pousses semble en effet particulièrement élevé, estimé à 38 % pour 2023, contre en moyenne 19 % sur la période 2007-2022.

L'accroissement de crises sanitaires induit une plus grande volatilité dans les afflux de bois, et un besoin associé de capacités de stockage. Il ne semble toutefois pas que ces besoins aient été chiffrés, encore moins répartis entre les territoires forestiers.

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions approfondir avec les experts de la filière la question des capacités de stockage, leur répartition actuelle entre les territoires, leurs perspectives de développement et leur adéquation potentielle avec la hausse des afflux de bois à l'avenir. L'absence de capacités de stockage peut être une limite forte dans la disponibilité future de bois.

Un objectif d'accroissement de la récolte de bois très risqué au regard des difficultés de la filière

La place conférée au bois dans la planification énergétique nationale implique d'accroître la production de bois. **Cette hausse de la récolte de bois est partagée par une majorité de scénarios prospectifs (ADEME, Négawatt, etc.) et est comprise entre 15 % et 40 %**. Elle se fonde sur la hausse des besoins de biomasse ligno-cellulosique pour réussir la décarbonation, et non sur la disponibilité réelle de bois.

En matière de prospective sur la disponibilité de la ressource, l'étude "*Projections des disponibilités en bois et des stocks et flux de carbone du secteur forestier français*", réalisée par l'IGN et le FCBA en 2024 fait référence. Les 36 scénarios développés pour combiner une diversité de paramètres donnent une indication quant à la complexité d'établir des projections quantitatives pour la forêt et le bois. L'étude conclut que, globalement, la disponibilité de bois pourrait osciller en 2050 entre 53 Mm3 (soit le niveau actuel) et 72 Mm3 (soit une hausse de 35 %)[51]. Ces chiffres ne permettent toutefois pas de juger de l'adéquation entre l'offre et la demande pour chaque type de bois et chaque usage.

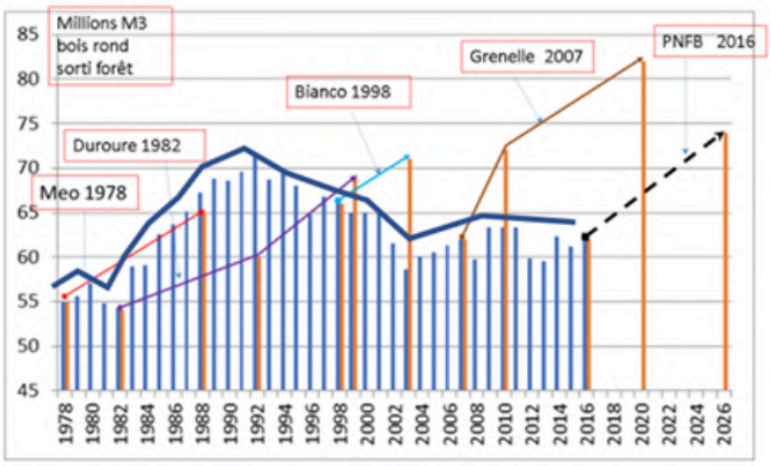
Ils n'évaluent pas non plus les potentiels obstacles à lever pour permettre à la filière d'être en capacité de récolter un tel volume (acteurs, compétences, investissements nécessaires à chaque étape de la filière, régulation, etc.). Dans une note de 2019, le think tank *La Fabrique Ecologique*[52] partage le constat d'une déconnexion persistante entre les objectifs nationaux de mobilisation du bois et l'évolution réelle de la récolte, au cours des dernières décennies. Celle-ci est restée globalement stable, malgré la réaffirmation régulière d'objectifs politiques de hausse des volumes. Par exemple, le PNFB fixe pour la période 2016-2026 un objectif d'accroissement des prélèvements annuels de bois de 12 Mm³, de façon à atteindre un taux de prélèvement de 65 % de la production biologique des forêts en 2026. Le taux de prélèvement est de 61 % sur la période 2010-2018.

Ce regard en arrière et les difficultés constatées de la filière forêt-bois interrogent sur le réalisme des projections de disponibilité en 2050 et la capacité de la filière à répondre aux besoins croissants de bois.

[51] Le scénario prospectif IGN-FCBA propose de convenir du niveau de récolte du bois en fonction de deux clés d'entrée : soit avec un objectif de taux de prélèvement (entre 70 % comme actuellement ou supérieur, jusqu'à 100 %), soit avec un objectif de volume de récolte (entre 53 Mm3 comme actuellement ou supérieur, jusqu'à 63 Mm3 dans le scénario IGN-FCBA et 83 Mm3 selon la SNBC en 2050).

[52] https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-33385-note.pdf

Rapport intermédiaire



Plans de mobilisation

Traits de couleurs et barres oranges : situation départ et objectifs.

Courbe bleu et trait noir : récoltes réelles.

Comparaison entre les objectifs de mobilisation de bois (en Mm3) et l'évolution réelle de la récolte, 1978-2016, La Fabrique Ecologique, 2019

Cinq leviers pour augmenter de la récolte de bois et réduire le risque de conflits d'usage

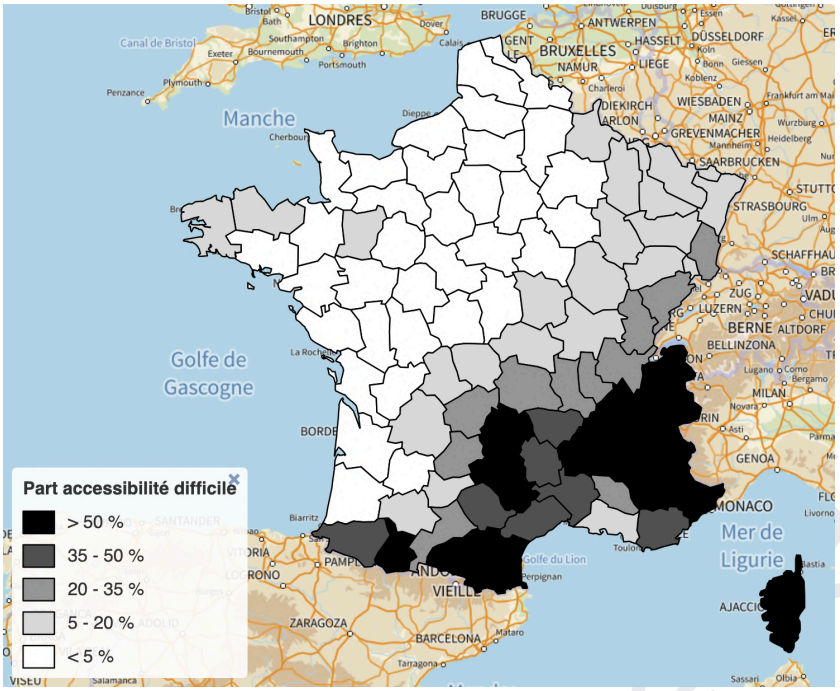
Améliorer l'accessibilité des territoires forestiers difficiles d'accès pour les mettre en exploitation

Globalement, les territoires très forestiers (taux de boisement supérieur à 45 %) qui sont peu producteurs le sont pour des raisons d'accessibilité. Ces difficultés d'accessibilité peuvent avoir deux origines : l'absence de desserte forestière et / ou la forte pente. A l'échelle de l'hexagone, les forêts plutôt difficiles d'accès représentent environ 25 % des surfaces. 1,6 millions d'hectares pourraient ainsi faire l'objet d'une gestion plus active si un développement de la desserte forestière y était réalisé ou si des systèmes de récolte en forte pente étaient installés[53].

Ces boisements difficiles accessibles sont situés majoritairement dans les territoires montagneux, les forêts privées (les taux de prélèvement sont déjà élevés en forêt domaniale, en revanche faute de chemins d'accès, 30 % à 40 % du massif forestier privé ne peut être exploité), et plutôt dans les peuplements feuillus.

Rapport intermédiaire

[53] Etude IGN-FCBA, p34.



Part de forêts en accessibilité physique plutôt difficile (difficile et très difficile, en % de la surface par région) Observatoire de la forêt, sur la base de statistiques IFN.

Il est important de noter que cette mise en accessibilité technique ne tient pas compte ici d'autres considérations, notamment les investissements nécessaires et les calculs de rentabilité associés, les zones protégées et la protection de la biodiversité, l'enjeu de maintenir ou accroître la séquestration carbone.

Augmenter le taux de prélèvement en forêt privée

L'abaissement récent du seuil des plans simples de gestion obligatoires (PSG) de 25 ha à 20 ha en 2023 concerne environ 500 000 ha de forêt privée, qui pourraient être mis en gestion. Selon l'étude IGN-FCBA, ce sont même jusqu'à 7 millions d'hectares qui pourraient voir leur gestion et exploitation améliorée[54]. Cette intensification des prélèvement concerne essentiellement des forêts pour le moment globalement moins gérées, c'est-à-dire les peuplements feuillus des régions du Sud-Est de la France et, dans une moindre mesure, de la façade atlantique.

Freins : une telle intensification des prélèvements présuppose la mise en place d'un plan de reboisement massif, et des évolutions majeures dans la gestion des forêts privées, avec la levée de nombreux freins à la mobilisation des bois, tant économiques ou techniques que sociaux : accessibilité physique des peuplements, morcellement des propriétés forestières, liberté de choix et de priorités des propriétaires, prix des bois, acceptabilité sociale des coupes, etc., qui jouent un rôle prépondérant dans la mise en gestion des forêts privées.

[54] Extrait du rapport IGN-FCBA : "mise en gestion d'une part très importante de la surface actuellement pas ou peu gérée (passage de 24 % à 7 % de la catégorie de gestion “faible” en forêt privée entre aujourd'hui et la période 2035- 2050, soit plus de 3 millions d'hectares, cf. figure 14) et intensification de la gestion dans des forêts déjà un peu gérées (passage de 11 % à 30 % de la catégorie gestion “forte” en forêt privée entre aujourd'hui et la période 2035-2050, soit près de 4 millions d'hectares". page 35

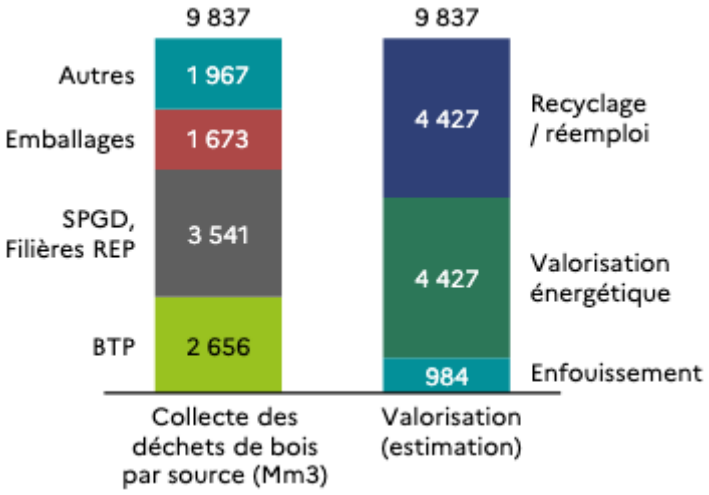
Rapport intermédiaire

Valoriser les produits accidentels

Ces dernières années ont été marquées par une très forte augmentation des produits accidentels et sanitaires dans la récolte de bois, de l'ordre de 7 % du volume récolté en moyenne. Compte-tenu de l'aggravation de la mortalité, les volumes concernés pourraient augmenter à l'avenir. La valorisation de ces produits accidentels et sanitaires suppose une organisation réactive, voire préventive, de la filière amont, pour extraire rapidement ces bois de crise tout en adaptant le prélèvement prévus ailleurs pour éviter une saturation du marché.

Maximiser la mobilisation des gisements secondaires

Le SGPE estime, sur la base d'une étude ADEME de 2019, à 9 Mm3 le gisements de déchets de bois qui pourrait être valorisé, issus principalement de la collecte des déchets, des emballages, du BTP. Ils pourraient être revalorisés en bois-industrie ou en bois-énergie.



Gisements secondaires de bois mobilisable, SGPE, 2023[55]

Développer l'exploitation de nouvelles ressources hors forêt : haies, vergers, agroforesterie

Les bosquets, les landes et les haies bocagères ne font pas partie de la forêt et sont donc exclus du champ de l'étude IGN-FCBA. Selon le SGPE, les prélèvements de bois hors forêt pourraient augmenter de 16 %, soit +2 Mm3[56]. Nous manquons de données quant à la répartition de ce gisement sur le territoire hexagonal.

Exercice de territorialisation des risques sur la disponibilité future de bois

La territorialisation de chaque tendance, à partir des observations actuelles, doit permettre de formaliser une carte des risques et opportunités pour la production de bois à horizon 2050. Ce travail propose volontairement des critères assez radicaux afin de mettre en évidence les territoires les plus à risques : par exemple, seuls les territoires "très forestiers", c'est-à-dire présentant un taux de boisement supérieur à 45 %, sont considérés.

[55] La planification écologique pour la forêt, France Nation Verte
[56] Bouclage biomasse : enjeux et orientations, France Nation Verte (page 19)

Facteurs de risques pour l'évolution de la disponibilité de bois 🔴	
Baisse de la croissance biologique	Départements très forestiers du bassin méditerranéen : Haute-Corse, Corse-du-Sud, Alpes-maritimes, Var, Alpes-de-Haute-Provence, Hautes-Alpes, Drôme, Ardèche, Vaucluse, Gard, Hérault, Aude, Pyrénées Orientales.
Hausse de la mortalité par les incendies	Départements très forestiers de la moitié Sud de la France : Gironde, Landes, Dordogne, Corrèze, Lot, Ariège, Pyrénées Orientales, Aude, Hérault, Lozère, Gard, Ardèche, Drôme, Haute Loire, Vaucluse, Var, Alpes Maritimes, Isère, Alpes-de-Haute-Provence, Hautes Alpes, Corse du Sud, Haute Corse[57].
Hausse de la mortalité par les crises sanitaires	En priorité les peuplements monospécifiques : massif landais (Gironde et Landes) et départements très forestiers et monospécifiques[58] d'Occitanie : Lot, Lozère
Hausse de la mortalité par dépérissement consécutifs de sécheresses	Départements forestiers (taux > 35 %) présentant un taux de dépérissement apparent > 9 % de la surface forestière : Haut-Rhin, Bas-Rhin, Loir-et-Cher, Aude, Pyrénées Orientales, Lozère, Ardèche, Gard
Facteurs d'opportunités pour l'évolution de la disponibilité de bois 🟢	
Mise en exploitation de territoires forestiers peu accessibles	Départements très forestiers dont la part des peuplements en accessibilité difficile est supérieure à 50 % : Ariège, Pyrénées Orientales, Ardèche, Drôme, Alpes-de-Haute-provence, Alpes Maritimes, Corse du Sud, Haute Corse
Augmentation du taux de prélèvement en forêt privée	Départements très forestiers dont la part de forêts privées est supérieure à 90 % : Corrèze, Lot, Ardèche

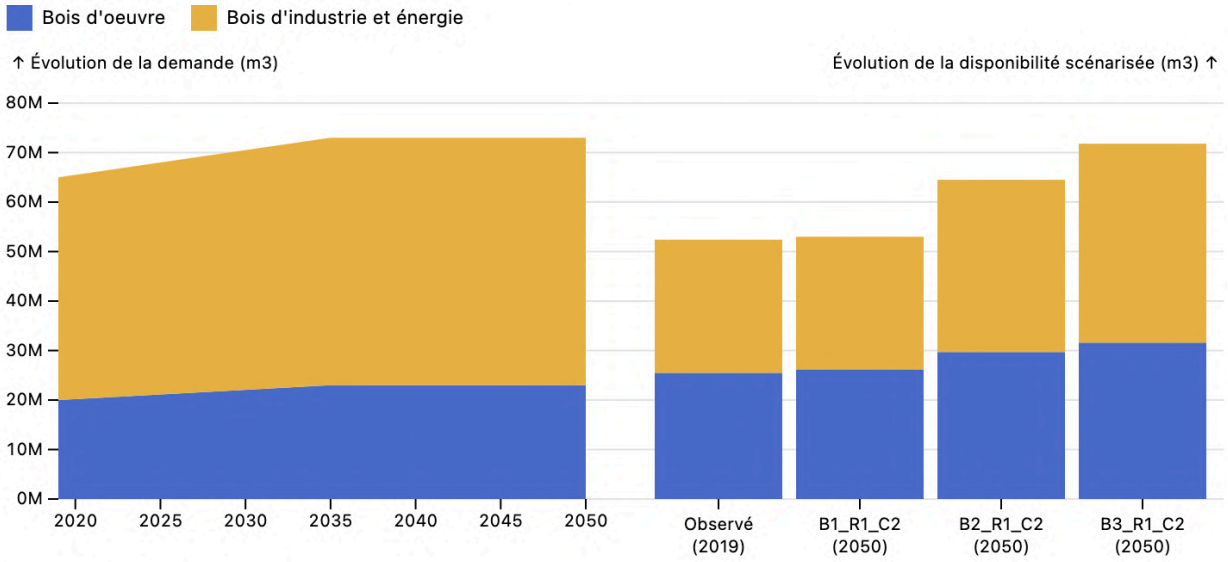
D. Les risques de déséquilibre offre/demande de bois en 2050 concernent surtout les territoires sylvo-industriels

Un scénario optimiste suggère un équilibre théorique possible entre besoins et disponibilités de bois : pour répondre à une demande 2050 établie autour de 73 Mm3, il serait possible de compter sur 72 Mm3 de bois disponible à cet horizon.

[57] Carte des taux de boisement par département, IFN
[58] cf. diversité des peuplements par région. Inventaire Forestier National.

Rapport intermédiaire

Évolution de la demande et de l'offre de bois scénarisée à horizon 2050 selon l'étude IGN-FCBA



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Projections des disponibilités en bois et des stocks et flux de carbone du secteur forestier français (IGN-FCBA, 2024)

Le SGPE alerte aussi, dans sa feuille de route planification écologique pour la forêt (2023)[59] sur des difficultés à répondre aux besoins de bois-énergie dès 2030, en raison d'un écart avec le potentiel mobilisable évalué à 9 TWh.

Concernant le besoin spécifique de bois-énergie, l'analyse de l'Académie des Sciences va dans le même sens : même si une hypothèse de gestion intensive permet d'envisager une disponibilité de bois-énergie à hauteur de 185 TWh en 2050, à mette au regard des besoins estimé dans la SNBC à 150 TWh, le rapport prévient que compte tenu des impacts négatifs potentiels du réchauffement climatique (mortalité croissante, productivité diminuée et réduction des puits de carbone) et de l'enjeu-clé de séquestration carbone, un autre scénario de gestion forestière plus extensive aboutit à une disponibilité de bois-énergie limitée à 90 TWh, inférieure aux besoins actuels (113 TWh).

Même dans le cas où les scénarios optimistes se réalisaient, il est à peu près certain que des tensions s'exprimeraient au niveau local dans certains territoires.

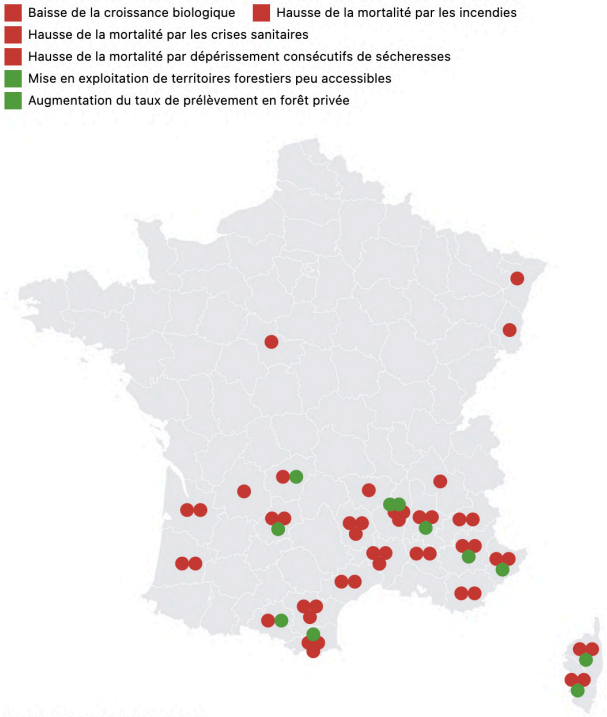
Exercice de territorialisation des risques sur les usages et la disponibilité de bois à horizon 2050

Le croisement des deux cartes de risques doit permettre de révéler les territoires les plus en risque à horizon 2050 :

[59] La planification écologique pour la forêt, France Nation Verte

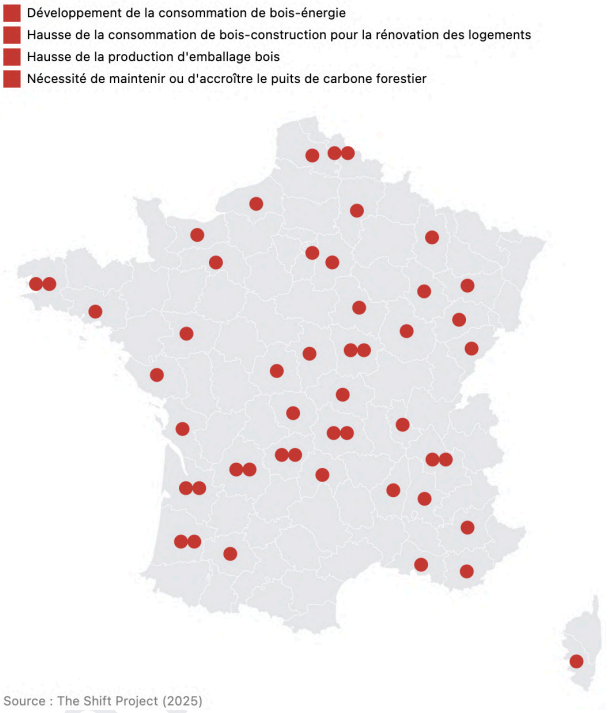
Rapport intermédiaire

Carte des risques et opportunités pour la disponibilité future du bois



Source : The Shift Project (2025)

Carte des risques en raison d'une forte hausse des usages du bois



Source : The Shift Project (2025)

→ Les territoires les plus en risque : Gironde, Landes, Dordogne, Ardèche, Drôme, Isère, Corse-du-Sud, Corrèze. Il s'agit avant tout de territoires forestiers sur lesquels se situent des activités sylvicoles et de transformation, en fort risque autant si la ressource s'amenuise que si les usages augmentent. Les territoires urbains, 1ers consommateurs à horizon 2050 (et encore plus particulièrement s'ils conjuguent des activités industrielles), présentent aussi un haut niveau de risque.

Ces représentations cartographiques sont à ce stade des ébauches que nous devons fortement affiner, notamment via une pondération des risques aujourd'hui inexistante.

Nous souhaitons aussi connaître les réactions des acteurs de l'écosystème sur cette approche de répartition territoriale des risques. Pour le Rapport Final, nous souhaitons affiner ces cartes de risques, pour mieux les distinguer et les pondérer.

Le peu de prise en compte des enjeux de souveraineté dans les études actuelles

Ces considérations n'intègrent pas le fait qu'actuellement, la France est extrêmement dépendante de l'étranger pour ses besoins de bois, alors qu'elle représente un des plus grands stocks de bois d'Europe. Dans le cas où les autres pays engageaient une politique de relocalisation de l'économie forestière et de sécurisation stratégique de la ressource bois, la filière bois-forêt française serait extrêmement perturbée et tous les usages finaux de bois manqueraient de ressource.

La restructuration et le développement des filières aval doit donc être une priorité stratégique nationale. Elle permettrait en outre de valoriser en France les bois actuellement exportés. Le SGPE estime que les 3,5 Mm3 de bois actuellement récoltés et exportés pourraient être réorientés en France.

Rapport intermédiaire

III. Les réponses actuelles à ces tensions ou risques à toutes les échelles territoriales

A. Les réponses de l'Etat aux crises récentes (incendies de 2022, pathogènes depuis 2018)

Les Assises du bois et de la forêt

En 2021-2022, les Assises du bois et de la forêt ont impliqué 480 participants, dont des élus, des représentants de la filière, des scientifiques et des ONG, avec pour objectif d'adapter la gestion forestière aux évolutions climatiques pour renforcer la résilience des forêts. Les Assises nationales ont abouti à la publication d'une feuille de route "forêt-bois" pour la planification écologique, composée de 25 actions. La plupart de ces actions ont une portée opérationnelle, mais la 1e et le 25e mesure s'intéressent à la gouvernance de la filière:

La 1e mesure concerne le **renforcement du CSFB, principale instance de gouvernance partagée à l'échelle nationale** : elle a été élargie à 23 nouveaux membres, et des vices–présidences ont été créées pour mieux associer les ministères chargé de l'environnement et de l'industrie. Par la suite, il est difficile de savoir si le CSFB a été mis à profit pour enrichir le dialogue inter-acteurs et orienter les politiques publiques. Il s'est réuni une seule fois par année en 2022 et 2023, et n'a publié qu'un rapport de bilan des Assises[60], en 2023. Il semblerait toutefois avoir été plus utilisé en 2024, avec 10 réunions et le lancement de nouveaux travaux (non publiés à date).

Nous avons besoin de vous !

Nous aimerions connaître le regard des experts de l'écosystème sur le fonctionnement et l'impact de cette instance.

Quelle a été l'articulation entre la FDR "forêt-bois" et la démarche des COP territoriales portée par le SGPE ?

Le Ministère de l'Agriculture et la Souveraineté Alimentaire a aussi lancé, en application de la dernière mesure des Assises visant à favoriser le dialogue forêt-société, un A**ppel à Manifestation d'Intérêt « Démarches de concertation territoriale pour valoriser la multifonctionnalité des forêts »**. 11 projets territoriaux ont été sélectionnés, pour un montant total d'1,35 M€. Certains ont fait l'objet de publications, notamment dans le cadre du programme "Tronc Commun" de la 27e Région.

[60] Assises de la forêt et du bois - Bilan d'avancement, France Nation Verte

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions récolter des informations sur les résultats (éventuellement provisoires) de ces démarches: en quoi ont-elles permis d'imaginer de nouvelles formes de dialogue, de coopération, de gouvernance autour de la ressource bois ?

L'Etat a par ailleurs créé un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) biomasse en 2024, composé de l'ADEME, L'IGN, FranceAgriMer, l'INRAE pour éclairer les pouvoirs publics sur la production et l'utilisation de la biomasse dans le cadre de la transition écologique.

Enfin, le PNFB prévoyait en 2016 la création de commissions régionales prospectives sur l'approvisionnement de la première transformation, afin de partager et d'améliorer l'adéquation entre les besoins de la filière aval et les capacités de production de la filière amont. Ces commissions n'ont pas ou très peu été mises en place ou sinon au sein des interprofessions.

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous aimerions connaître les regards des experts de l'écosystème sur la réalité de ces commissions, leurs productions, leurs impacts en matière de gouvernance de la filière..

Des mesures orientées vers l'intensification de la récolte et des usages de la ressource

- **Plan de renouvellement forestier "Un milliard d'arbres"**
- **Plan national d'actions « scolytes et bois de crise »** en 2024, visant à mieux anticiper les crises, à soutenir les exploitants forestiers dans les opérations sanitaires d'écorçage, à favoriser la consommation des bois de crise et à accélérer le remplacement des peuplements sinistrés.
- Plan de relance industrielle **France 2030** et lancement d'**appels à projets à vocation industrielle** ayant pour objectifs la mobilisation supplémentaire de bois et son orientation vers les filières privilégiées (autonomie énergétique des industries du bois, produits bois de construction, filière granulés à partir de feuillus, valorisation des bois secondaires, flexibilités des outils de transformation, liens entre l'amont et l'aval forestier)

L'Etat défend une vision de la forêt à la croisée de l'adaptation au changement climatique et de la réindustrialisation. Cette culture peut expliquer le choix stratégique d'une intensification des usages de la forêt et du bois.

Malgré l'organisation d'Assises nationales et les deux mesures relatives à la gouvernance et à la concertation, l'Etat ne semble pas mettre la priorité sur les questions de gouvernance de

Rapport intermédiaire

la ressource. (En témoigne la proposition de suppression du CSFB en commission législative en Avril 2025[61]). Bien qu'il ait été missionné sur l'élaboration de la feuille de route « forêt » de la planification écologique, le CSFB n'a pas fait pour l'heure la preuve du rôle qu'il peut tenir dans la planification et la gouvernance de la ressource forêt-bois, le sujet restant largement porté par le SGPE (sous un prime élargi de la biomasse[62]). Les quelques projets de dialogue forêt-société demeurent par ailleurs une goutte d'eau par rapport à la conflictualité potentielle autour des usages futurs de la ressource. L'association des territoires s'est limitée aux COP territoriales, sous un prisme énergie-carbone, et avec une approche descendante sujette aux critiques des collectivités territoriales.

B. Des expérimentations locales en matière de gouvernance et de gestion de la ressource forêt-bois

La perception par un nombre croissant d'acteurs publics, privés et citoyens des risques de conflits d'usage autour de la ressource forêt-bois se traduit par des projets multilatéraux variés, tant stratégiques qu'opérationnels, sur chaque maillon de la chaîne de valeur du bois.

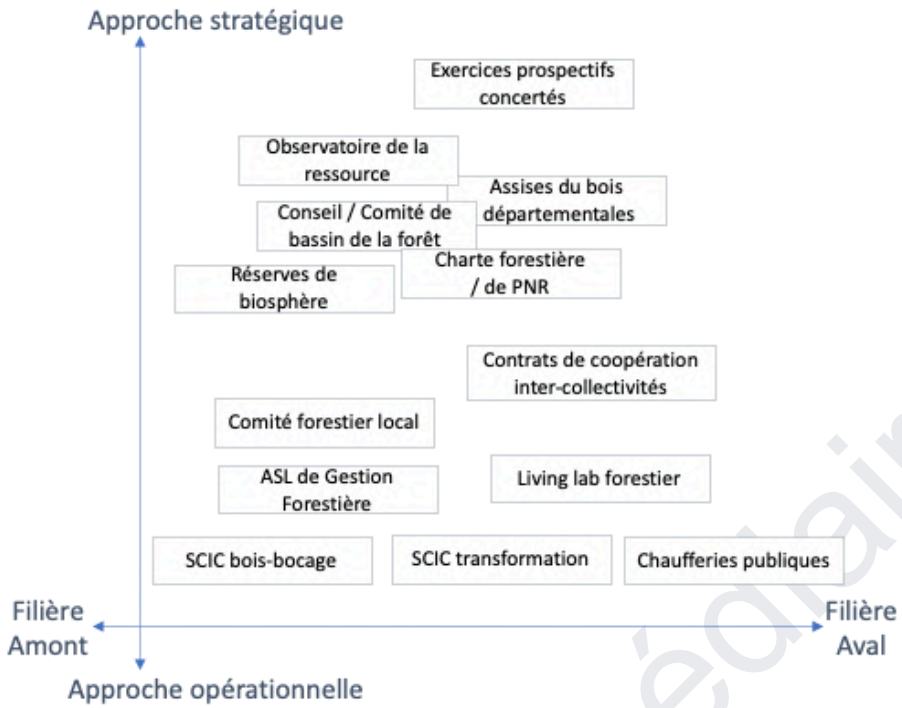
Ces acteurs innovent sur le plan juridique et organisationnel pour contourner un déficit de compétence ou de légitimité pour intervenir dans ce secteur.

Parmi ces acteurs, les intercommunalités sont souvent motrices. Bien que dépourvues en compétence juridique "forêt-bois", elles sont de plus en plus nombreuses à intégrer cette dimension dans les documents de planification SCOT (en direct ou via le syndicat mixte dédié) et PLUi, via un diagnostic forestier. Les PCAET et PAT incluent aussi des actions de soutien à la structuration de filières bois locales. Le territoires de projet (PETR, PNR, SM SCOT) sont souvent aussi des structures volontaristes sur ces enjeux, avec une culture de la coopération propice à l'animation d'une démarche stratégique collective. A défaut, ce sont parfois les départements qui se saisissent du sujet. Les communes interviennent généralement avec une approche plus opérationnelle, par exemple via la création de chaufferies bois pour soutenir la demande ou la valorisation du bois des haies pour soutenir l'offre (en lien avec les départements en tant que premiers gestionnaires du réseau viaire). Les collectivités urbaines contractualisent ou coopèrent avec des territoires forestiers proches pour bénéficier d'un bois local pour leurs projets énergétiques ou de construction, en échange de quoi les collectivités rurales peuvent bénéficier d'un soutien technique ou financier pour structurer leur filière bois.

Les citoyens ne sont généralement pas en reste et fourmillent d'initiatives pour se réapproprier leur patrimoine forestier, sous forme de groupes bénévoles d'observation ou de veille (biodiversité, feux de forêt), ou de projets citoyens bois-énergie.

Rapport intermédiaire

[61] Cf échanges parlementaires du 10 avril 2025, Assemblée Nationale.
[62] Bouclage biomasse : enjeux et orientations, France Nation Verte



Caractérisation d'une diversité d'initiatives de gouvernance collecte de la forêt-bois

Pour la suite de nos travaux, nous souhaitons explorer et mettre en avant des exemples qui démontrent la possibilité de réduire les risques sur les usages et la disponibilité exposés dans la partie II.

C. Les limites et enjeux dans la gouvernance et la gestion

Pour la suite de nos travaux, nous souhaitons approfondir avec les experts de l'écosystème notre lecture critique de la gouvernance de la ressource bois-forêt et des initiatives bottom-up d'appropriation de ces enjeux.

Data - connaissance - diagnostic

Les incertitudes fortes qui demeurent sur les bénéfices et limites des stratégies d'extensification ou d'intensification sont pointées dans tous les travaux de recherche. Elles appellent une déclinaison des travaux et des choix stratégiques en fonction des contextes territoriaux et des peuplements forestiers.

Rapport intermédiaire

Pour la suite de nos travaux, nous souhaitons nous exprimer sur d'autres enjeux de la gouvernance :

- **Vision - stratégie - planification**
- **Mise en oeuvre opérationnelle - ingénierie** (Suivi des effets des mesures du PNFB et des PRFB)

Conclusion en cinq risques majeurs pour l'avenir de la ressource Bois

L'avenir de la ressource "forêt-bois" est empreint de fortes incertitudes. Ces incertitudes pèsent sur l'évolution de ces usages, malgré des premiers efforts de planification, qui gagneraient à être confrontés et harmonisés entre les acteurs de la prospective et de la planification, particulièrement concernant le partage et les interactions entre l'usage matériaux et l'usage énergétique.

Malgré des exercices prospectifs se voulant rassurants, la seule vérité pour l'avenir de la ressource est sa volatilité. Les crises récentes et leurs effets sur la filière, notamment la pénurie de bois d'œuvre post-Covid, illustrent parfaitement les interdépendances géo-économiques mondiales. Si l'objectif de souveraineté sert la transition énergie-climat et la préservation de la ressource forestière française, force est aujourd'hui de constater que le bois demeure un produit marchand globalisé qui, bien que stratégique, dispose d'une faible gouvernance en France.

L'Etat a pour l'heure une faible influence sur les 75 % de ressources privées, les collectivités territoriales sont désarmées pour intervenir de façon directe et contraignante, et la stratégie d'intensification ne semble laisser que peu de marge pour imaginer une nouvelle gouvernance forestière.

1. Risque des effets du changement climatique sur la ressource forêt-bois

Usages →	Disponibilité - - -

Hypothèse : L'aggravation du changement climatique met en péril la forêt française. Des chocs tels que les tempêtes et incendies détruisent de façon soudaine des forêts, tandis que des stress chroniques tels que des sécheresses traumatisent les forêts et provoquent leur fragilisation ou leur dépérissement. Il en résulte une moindre croissance biologique (5,4 m3/ha/an, -10 % en 10 ans) et une forte progression de la mortalité (15,2 Mm3/an, x2 en 10 ans). Ces deux paramètres pourraient croître dans les prochaines décennies.

Conséquences : Les aléas climatiques peuvent momentanément augmenter la disponibilité de bois, mais sur le long terme elles provoquent une diminution non souhaitée de la ressource, engendrant des tensions voire des conflits sur son partage.

Rapport intermédiaire

Répartition territoriale du risque : L'ensemble des territoires forestiers seront concernés par ce risque. Parmi eux, les territoires les plus en risque seront ceux les plus exposés au risque incendie (notamment les plus incendiés au cours des 10 dernières années) et les territoires les plus affectés par les sécheresses. Certains massifs forestiers pourraient être plus sensibles, notamment les peuplements en mono-essences (qui sont plus facilement affecté par un même pathogène) et les parcelles privées de petite taille (qui ne bénéficient d'aucun document de gestion durable).

2. Risque de manque de bois-énergie face aux besoins de chaleur renouvelable

Usages bois-énergie +++	Disponibilité →

Hypothèse : Dans un objectif de sortie des énergies fossiles, la filière bois-énergie est particulièrement soutenue et des cibles très ambitieuses sont définies, non seulement pour un usage de chaleur mais aussi pour la mobilité. L'usage combustion progresse fortement et passe d'environ 30 Mm3 à 42 Mm3, partagé entre les usages domestique et collectif. Les usages mobilité explosent, sous forme de biocarburant et de biogaz, et représentent jusqu'à 70 Mm3[63].

*Conséquences :*En l'absence de de modification structurelle du secteur forêt-bois, la disponibilité de bois-énergie ne parvient pas à suivre la demande. Le prix du bois-énergie augmente, mettant à mal l'organisation des usages en cascade. Les importations augmentent. Le bois-énergie est transporté sur de grandes distances entre le lieu de sa récolte et celui de son usage final, représentant des coûts et un poids carbone conséquents, entravant la décarbonation de l'activité forêt-bois et du chauffage domestique.

Répartition territoriale des risques : La hausse de la consommation de bois-énergie concerne avant tout l'industrie et les réseaux de chaleur urbains. Ces territoires seraient donc les plus affectés par une sous-disponibilité de bois-énergie.

3. Risque de manque de bois-matériau face aux besoins pour la rénovation thermique et la construction neuve

Usages bois-matériau +++	Disponibilité →

Hypothèse : L'objectif de décarbonation du secteur du bâtiment conduit à fixer des cibles très élevées de recours au bois-matériau pour la construction neuve et la rénovation énergétique des bâtiments. Un exercice prospectif d'évaluation de la la demande finale du bois dans la construction, la rénovation et l'aménagement des bâtiments à horizon 2050 (CODIFAB, 2019)[64] montre que la demande de produits bois pourrait plus que doubler (+138) en 2050, passant de 4,5 Mm3 aujourd'hui à 10 Mm3 en 2050. Cette croissance de + 5,5 Mm3 est bien supérieure à celle attendue dans le scénario de référence de l'étude IGN-FCBA, qui suggère un accroissement des besoins bois-matériaux de 3 Mm3.

[63] Rapport Bois-Energie, Canopée, 2023.
[64] Evolution de la demande finale de bois dans la construction, la rénovation et l'aménagement des bâtiments, 2019.

Rapport intermédiaire

Conséquences : L'étude du CODIFAB met en exergue un décalage croissant, dans le cas d'un scénario de fort développement de l'usage du bois en construction-rénovation, entre les besoins et la disponibilité de bois. Bien que l'horizon 2050 ne soit pas représenté par manque de données, l'horizon 2035 fait d'ores et déjà apparaître des tensions sur le bois d'oeuvre.

Répartition territoriale du risque : Dans le cas de tensions d'approvisionnement en bois-matériaux, les territoires avec un historique en matière de construction-rénovation bois, qui sont aussi les territoires de proximité avec la ressource forestière, devraient être en meilleure capacité de s'approvisionner. En revanche, les territoires pour lesquels la filière de construction-rénovation bois est plus faible, notamment les grands territoires urbains éloignés des régions forestières, le risque d'approvisionnement sera plus élevé.

4. Risque d'épuisement de la ressource par sur-exploitation

Usages +++	Disponibilité +++ puis - - -

Hypothèse : L'objectif de planification écologique est de maximiser les usages du bois, et d'y répondre par un fort développement de la production de bois. La filière forêt-bois bénéficie d'un fort soutien public et se développe significativement. De nombreux équipements de production de bois sont installés avec l'appui de subventions publiques. La stratégie d'intensification de l'exploitation forestière poussée à son maximum, tous les leviers disponibles pour augmenter les prélèvements et la transformation sont activés. Les autres fonctions de la forêt sont dé-priorisés.

Conséquences : La production de bois croît très fortement, parallèlement aux usages. Les équipements installés pour gérer les afflux de bois consécutifs des chocs et stress (par exemple des gisements de bois scolytés) crée un verrouillage du système : une fois le gisement épuisé, ces usines chercheront à perdurer en s'approvisionnant plus loin ou en sur-exploitant les peuplements. A moyen terme, le taux de prélèvement dépasse la production biologique nette de la forêt et par conséquent, la forêt diminue en volume et en superficie jusqu'à conduire potentiellement à son épuisement.

La forêt devient émettrice nette de CO2 malgré la hausse de l'usage des produits bois. La biodiversité est mise en péril et les usages récréatifs sont malmenés.

Répartition territoriale du risque : Les prélèvements de bois augmentent dans tous les massifs forestiers. Dans un premier temps, ils épuisent la ressource dans les territoires où la filière est déjà présente. Dans un second temps, la filière se développe et sur-exploite les autres massifs jusqu'à présent moins exploités.

5. Risque d'une forte réduction des importations de bois sur les capacités de la filière à faire face aux besoins

Hypothèse : Malgré de nombreuses déclarations d'intention et de plans nationaux, la filière forêt-bois peine à se structurer et à se développer, autant sur l'amont forestier (mise en exploitation de boisements, gestion-exploitation) que sur l'aval (1e et 2 transformation), pour augmenter la production de bois et répondre à la progression de la demande (tous usages confondus). La dépendance déjà forte vis-à-vis de l'étranger augmente. Or, les impacts

Rapport intermédiaire

globaux du changement climatique incitent les Etats à considérer leurs forêts comme une ressource stratégique et à développer des stratégies de souveraineté nationale en ce domaine[65]. Les échanges internationaux dévissent, les importations de bois en France sont divisées par deux.

Conséquence : Les usages seraient impactés en proportion de leur dépendance vis-à-vis des importations : en premier lieu les activités et territoires consommateurs de bois-industrie (aujourd'hui à 60 % importés) et dans une moindre mesure ceux consommateurs de bois d'œuvre et de bois-énergie (aujourd'hui respectivement à 35 % et 20 %importés).

Les exploitants forestiers et producteurs de bois brut, dans une situation de dépendance vis-à-vis de débouchés étrangers pour exporter les bois bruts, seraient aussi fortement impactés.

Répartition territoriale du risque : Le risque concerne tout d'abord les territoires de transformation industrielle du bois. Les territoires producteurs seraient aussi en risque s'ils ne parviennent plus à trouver de débouchés internes pour leurs grumes. Il est probable que les territoires qui comptent à la fois des acteurs sylviculteurs et transformateurs développeraient progressivement des coopérations pour répondre à leurs besoins respectifs, réduisant progressivement le risque, au prix potentiellement d'un sous-optimum économique.

Parmi les territoires consommateurs de bois, ceux situés à proximité des territoires de récolte et de transformation de bois seraient privilégiés pour leur approvisionnement, tandis que les territoires plus éloignés connaitraient un risque plus fort de rupture d'approvisionnement. C'est notamment le cas d'une majorité des métropoles.

Rapport intermédiaire

[65] La Russie a ainsi annoncé stopper toute exportation de bois depuis 2022. La Chine a mis en pause ses récoltes intérieures de bois pour 99 ans en 2020.

Rapport intermédiaire
Livret Ressource

05

BIOMASSE AGRICOLE

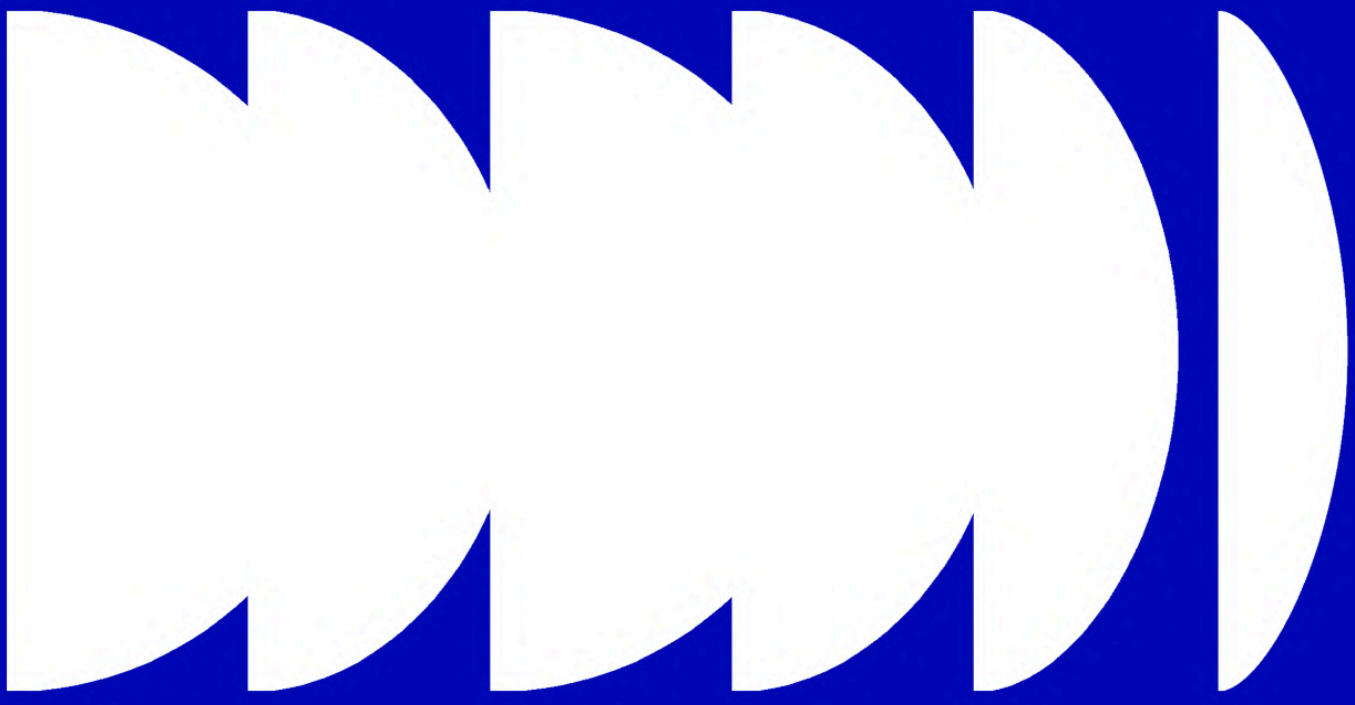


Table des matières

Table des matières **2**
Introduction : la biomasse agricole, enjeu majeur de la transition climatique **5**
La biomasse agricole, de quoi parle-t-on? 5
Diversité des productions, spécialisation territoriale et sensibilité aux conditions climatiques 5
Une inextinguible et inatteignable demande d'usages énergétiques? 6
Des risques de conflits d'usage entre alimentation, énergie, matériaux et retour au sol 6
Cinq risques clés 6
I. Des activités sur nos territoires très dépendantes de la biomasse agricole **7**
A. Alimentation humaine, biodiversité et énergies : les nombreux usages de la biomasse 8
Elevage, retour au sol et exportations, les principaux usages actuels de la biomasse agricole 8
Entre priorité à l'alimentation humaine et forte demande énergétique 9
B. Une production de biomasse sensible aux conditions pédoclimatiques et aux pratiques agricoles des territoires 9
Les productions de biomasse en France 9
Une production de biomasse totalement dépendante à la disponibilité de l'eau 10
La qualité des sols et les pratiques agricoles, autres facteurs déterminants 11
Un développement encore limitée de l'agroécologie 11
Une biomasse agricole dépendante des énergies fossiles et de l'électricité 12
C. Une spécialisation territoriale, synonyme d'interdépendances 13
Des spécialisations régionales de la production de biomasse agricole 13
Des dépendances extra territoriales pour l'alimentation animale 13
Les élevages français sont dépendants des importations de soja 14
Des dépendances entre territoires pour la fertilisation organique 14
Le besoin de réseaux de transport performants 16
La dépendance aux infrastructures de transformation et de stockage 16
Une gouvernance complexe de la biomasse agricole, un sujet nouveau pour les collectivités 18
II. Des risques croissants de conflits d'usage à l'horizon 2050. **19**
A. Des tensions et des conflits d'usage déjà bien présents sur la biomasse agricole 19
Une répartition inégale de l'élevage qui crée des tensions locales [risque clé n°1] 19
Des conflits d'usage autour de la méthanisation agricole, et des compétitions croissantes entre cultures alimentaires et énergétiques [risque clé n°2] 19
La difficulté à trouver des terres pour la relocalisation des activités [risque clé n°3] 20
Un changement climatique qui se fait déjà sentir [risque clé n°4] 20
Une baisse avérée de la fertilité des sols [risque clé n°5] 20
B. Des risques croissants selon l'évolution de l'usage de la biomasse agricole 21
Risque n°1 : les risques de conflits d'usage liés à l'évolution de l'élevage 21
Un premier enjeu pour l'agriculture, réduire les émissions de GES de l'élevage 21
Une compétition accrue du fait de la forte demande en produits issus de l'élevage 21

Rapport intermédiaire

Un besoin de renouvellement important des formes d'élevage : extensification, redistribution et amélioration du traitement des animaux 22
Une concentration des élevages et une baisse du cheptel bovin 22
Renouveler l'activité d'élevage en privilégiant l'élevage à l'herbe 23
Risque 2: les risques de conflits d'usage liés à la course aux bioénergies 23
Un triplement des usages énergétiques de la biomasse agricole attendu à 2050 24
Multiplier par 4 la production de biogaz injectée dans le réseau d'ici 2030 24
Entre usages énergétiques et usages agronomiques 25
Des inégalités d'accès à la valorisation de sa biomasse en bioénergies 25
La contribution de la biomasse à la décarbonation d'autres secteurs 26
Des objectifs très ambitieux de puits de carbone des sols agricoles à 2050 26
Risque 3: les risques de conflits entre relocalisations et exportations agricoles 27
A l'heure des relocalisations, le solde exportateur en débats 27
Les besoins fonciers d'une relocalisation de nos importations de soja, de fruits et légumes et de légumineuses… 28
Et si on relocalisait de quoi doubler la production de biodiesel et de bioéthanol… 28
Combien de surfaces à réorienter pour davantage de biocarburants sur le sol français? 29
Dans le scénario fictif de relocalisation, renforcer la souveraineté alimentaire et énergétique implique de réorienter, au moins, 17 % de la SAU actuelle 29
Un exemple fictif: trois façons de relocaliser la production de biocarburants 30
Un même objectif national, une ampleur différente des surfaces à mobiliser 33
Une répartition territoriale des efforts dépendante de l'option choisie 34
C. Des risques croissants à 2050 sur l'évolution de la disponibilité de la biomasse agricole 34
Risque 4. Des risques liés au changement climatique pour les productions les plus sensibles à la baisse des rendements 34
Déjà un plafonnement voire une tendance à la baisse des rendements 34
Une production de biomasse agricole menacée par des événements extrêmes 36
L'irrésistible évolution des aires biogéographiques des cultures 37
L'agriculture française doit pouvoir s'adapter en déplaçant certaines productions sensibles vers de nouvelles zones de répartition potentielles d'ici 2050. 38
Le développement de ravageurs et de maladies avec le réchauffement climatique 38
Risque 5: les risques de conflits d'usage liés à la perte de fertilité organique des sols 39
Des sols agricoles pauvres en matière organique, menacés par l'artificialisation 39
Une productivité agricole conditionnée par les engrais de synthèse 39
Maintenir la fertilité organique sans engrais de synthèse 39
L'impossible sevrage aux engrais de synthèse selon les prospectivistes 40
Des agriculteurs prêts à plus de fertilisation organique et moins d'engrais 40
[Une Expérience de pensée]: le recyclage des effluents d'élevage pour compenser les engrais fossiles 41
Une grande quantité d'azote potentiellement récupérable des effluents d'élevage 41
Une représentation territoriale de l'azote organique récupérable 42
Une valorisation complexe de ce gisement pour l'agriculture biologique 42

Rapport intermédiaire

Des gisements propices au développement du bio dans les régions d'élevage en bâtiment, mais l'azote produit en élevage intensif n'est pas toujours mobilisable 43
La redistribution des élevages, un des leviers de la transition agroécologique des territoires 44
Le recours aux effluents pour la méthanisation en concurrence avec son usage pour la fertilisation? 44
D. Des territoires et des activités particulièrement exposées aux risques de tensions sur cette ressource 45
Cinq risques clés, qui se répercutent différemment sur les territoires 46
Les espaces ruraux et périurbains à forts enjeux 46
Les territoires d'accueil des projets d'installations énergétiques ou industrielles 46
L'agriculture au coeur des tensions 46
L'urbanisme et l'aménagement du territoire 46
III. La réponse actuelle à ces risques à toutes les échelles territoriales 48
A. Des politiques nationales et sectorielles au défi de la transition climatique 48
La hiérarchie historique des usages de la biomasse agricole bouleversée 48
Des syndicats divisés sur la place des bioénergies et l'appui des pouvoirs publics 48
L'autonomie agricole et alimentaire à 2050, la priorité des agriculteurs 49
Une majorité des agriculteurs, peu intéressée par la méthanisation 49
B. Des expérimentations locales 50
[Expérimentation en réponse à : 1. Risques de conflits d'usage liés à l'évolution de l'élevage] 50
[Expérimentation en réponse à : 2. Risques de conflits d'usage liés à la course aux bioénergies] 51
[Expérimentation en réponse à : 3. Risque de conflits entre relocalisations et exportations agricoles] 51
[Expérimentation en réponse à : 4. Risques liés à la baisse des rendements des productions les plus sensibles au changement climatique] 51
[Expérimentation en réponse à : 5. Risques de conflits d'usage liés à la perte de fertilité organique des sols] 52
C. Une gouvernance faible et fragmentée de la biomasse agricole 52
Un manque de cadre juridique contraignant et de coordination nationale forte 52
Un Observatoire national des Ressources en biomasse (ONRB) à portée limitée 52
Une gouvernance territoriale faible et un manque de dialogue 52
Des capacités limitées de hiérarchisation et de priorisation des usages 52
Des enjeux environnementaux insuffisamment pris en compte 53
Des critiques spécifiques à la méthanisation 53
Conclusion en cinq risques de conflits d'usage sur la biomasse agricole 53
1. Risques liés à l'évolution tendancielle de l'élevage 53
2. Risques liés à la course aux bioénergies 53
3. Risques de conflits entre relocalisations et exportations agricoles 54
4. Risques des effets du changement climatique sur la baisse des rendements des productions les plus sensibles 54
5. Risques liés à la perte de fertilité organique des sols agricoles 55

Rapport intermédiaire

Introduction : la biomasse agricole, enjeu majeur de la transition climatique

La biomasse agricole, de quoi parle-t-on?

La biomasse agricole est la matière organique biodégradable issue des systèmes agricoles et des industries agroalimentaires associées. Elle inclut les matières produites par les activités de production agricole et de transformation agroalimentaire, telles que les cultures, l'herbe, les résidus de culture et les effluents d'élevage. La biomasse agricole, une ressource multifonctionnelle à la croisée des enjeux

On demande aux systèmes agricoles, dans un contexte de transition, à la fois, de satisfaire de multiples fonctions et désormais de renforcer certaines d'entre elles :

- Satisfaire les **besoins alimentaires** de la population française ainsi qu'une partie de **l'export** ;
- Contribuer au développement des **usages non-alimentaires**, en forte augmentation, notamment en matière de matériaux biosourcés et surtout d'énergie ;
- Garantir et assurer de nombreux **services environnementaux** pour lesquels l'agriculture d'aujourd'hui tend à « sous-performer » : contenir les émissions de GES, renforcer le stockage de carbone, préserver la biodiversité, la ressource en eau, les sols, la qualité de l'air, etc.

Diversité des productions, spécialisation territoriale et sensibilité aux conditions climatiques

La France se caractérise par la grande diversité de ses productions agricoles, influencée par la variété de ses terroirs et leurs spécificités pédoclimatiques. Cette diversité se manifeste tant au niveau des types de cultures végétales que des élevages, et leur répartition sur le territoire est marquée par de fortes spécialisations régionales.

Les aléas climatiques (vagues de chaleur, stress hydriques, excès d'eau ou tempêtes) généreront des pertes de rendement pour de nombreuses productions agricoles et sylvicoles. Voici **des projections spécifiques pour la France à l'horizon 2050**[1] :

- Avec un réchauffement planétaire de l'ordre de 2 °C, les cultures actuelles en France seraient exposées à des pertes moyennes de rendement de plus de 10 % par rapport aux rendements moyens actuels pour la plupart des cultures
- Les pertes de récoltes pour les prairies dues aux sécheresses sont évaluées à 25 % en climat futur à l'horizon 2050
- Les pertes pour le blé tendre d'hiver sont évaluées à 7 %
- Les pertes pour l'orge d'hiver sont évaluées à 10 %

[1] HCC 2024 agriculture alimentation

Rapport intermédiaire

- Pour le maïs, sans adaptation, les baisses de rendement sont très fortes, de -10 à -30 qx/ha

Une inextinguible et inatteignable demande d'usages énergétiques?

Si la quantité de biomasse agricole à usage énergétique est encore limitée, la transition énergétique prévoit d'accroître cet usage pour se substituer aux énergies fossiles. Selon les prévisions de la SNBC, la production d'énergies à partir de la biomasse devrait être 2,5 fois supérieure à celle d'aujourd'hui en 2050[2].

Pourtant, selon France Stratégie[3] et le Secrétariat général à la planification écologique, les disponibilités en biomasse agricole resteront inférieures aux besoins affichés pour 2050 en matière de bioénergies. *"Le SGPE prévoit approximativement à horizon 2040 un doublement de la quantité de biomasse nécessaire aux usages énergétiques, ce qui équivaudrait à mobiliser 40 MtMS de plus à l'horizon 2040 et à atteindre 100 à 150 MtMS en 2050, soit près de la moitié du total, contre 10 % aujourd'hui"*[4]

Des risques de conflits d'usage entre alimentation, énergie, matériaux et retour au sol

La biomasse agricole est une ressource limitée dont la production est très sensible au changement climatique. Son utilisation accrue peut engendrer des conflits d'usage entre l'alimentation, l'énergie, les matériaux et le retour au sol (essentiel à la fertilité et au stockage carbone des sols). Les volumes de biomasse produits ne sont pas suffisants pour répondre à tous les besoins projetés actuellement. La question de la priorisation des usages est donc cruciale.[5] Par ailleurs, **l'évolution vers des pratiques agroécologiques et biologiques, souhaitables pour des raisons environnementales et sanitaires, peut impacter les rendements et la disponibilité de la biomasse**. Enfin, **la France importe une part significative de sa biomasse** agricole, notamment pour l'alimentation animale (tourteaux de soja), au détriment de la souveraineté et de son empreinte environnementale (déforestation occasionnée) **tandis qu'elle en exporte une autre part également significative** (céréales, sucre, lait et viande…)

Cinq risques clés

Dans ce chapitre, nous mettrons l'accent sur cinq facteurs de risques importants d'ici à 2050.

- **Risque clé 1 : La non évolution de l'élevage**. L'évolution actuelle de l'élevage risque de maintenir une forte compétition localisée et/ou sectorielle pour les terres et la biomasse agricole (alimentation animale vs énergie/matériaux/agronomie), en compliquant la gestion durable des effluents et des résidus de culture, et freinant l'adoption de pratiques plus intégrées.

- **Risque clé 2 : La course aux bioénergies**. La concurrence, entre usages alimentaires et énergétiques, est directe pour l'utilisation de la biomasse et des terres

[2] Etude France Stratégie Biomasse 2021
[3] Etude France Stratégie BIomasse 2021
[4] Source Avis CESE Biomasse
[5] Rapport Agriculture, The Shift Project, 2024

Rapport intermédiaire

agricoles à travers les cultures dédiées ou les infrastructures (méthaniseurs, agrivoltaisme).

- **Risque clé 3 : Le match relocalisations vs exportations agricoles**. Vouloir améliorer simultanément la souveraineté alimentaire et énergétique par la relocalisation massive des productions importées, et maintenir un rôle significatif à l'exportation, exerce une pression forte sur les ressources en biomasse et en foncier agricole.

- **Risque clé 4 : Les effets du changement climatique sur les rendements des productions les plus sensibles.** Une baisse des rendements agricoles, face à une demande croissante pour tous les usages (alimentaires, bioénergies, biomatériaux, stockage de carbone), aggrave les risques de conflits d'usage de la biomasse agricole…

- **Risque clé 5 : La perte de fertilité organique des sols**. La perte de fertilité organique des sols, en réduisant la capacité de production de biomasse agricole, intensifie les tensions autour des pratiques agricoles (pratiques agroécologiques, stockantes de carbone et limitant les engrais de synthèse) et de l'allocation spatiale des activités nécessaires pour maintenir ou restaurer cette fertilité (relocaliser des légumineuses et des élevages, optimiser la valorisation des digestats de méthanisation agricole).

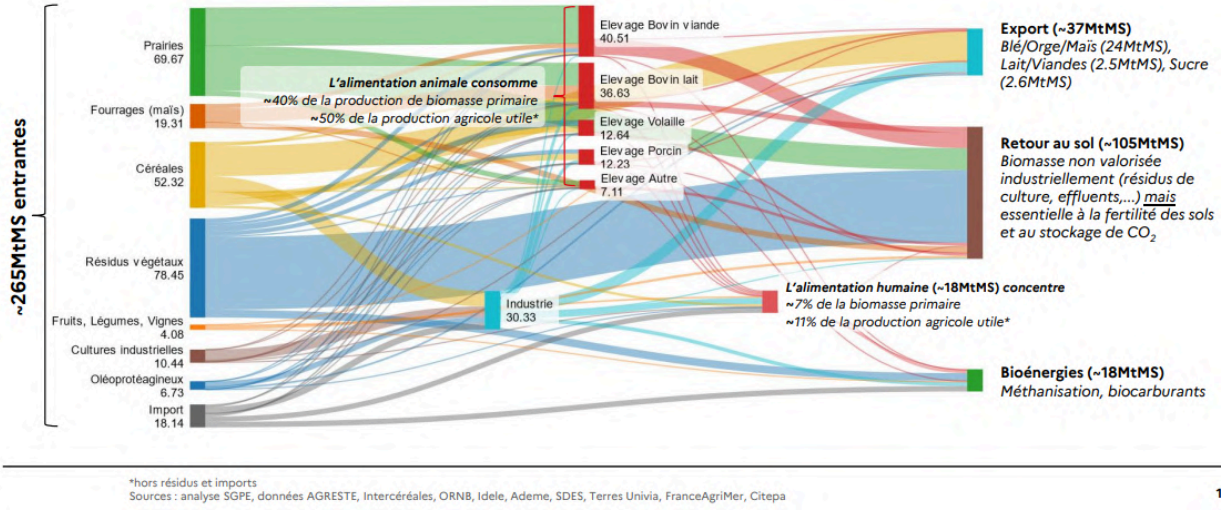
Rapport intermédiaire

I. Des activités sur nos territoires très dépendantes de la biomasse agricole

A. Alimentation humaine, biodiversité et énergies : les nombreux usages de la biomasse

Elevage, retour au sol et exportations, les principaux usages actuels de la biomasse agricole

Le SGPE[6] estime que 245 millions de tonnes de matière sèche (MtMS) de **biomasse agricole** ont été produites en 2020, auxquelles s'ajoutent environ 20 MtMS de biomasse importée.



Cartographie des flux actuels de biomasse agricole (en MtMS), SGPE

La production de biomasse pour l'alimentation animale représente 140 MtMS, soit 45 % de la biomasse produite. Cela concerne essentiellement des productions non utilisables pour l'alimentation humaine (herbe, fourrages, tourteaux de soja…) mais aussi une partie de céréales comestibles pour l'Homme, parmi lesquelles le blé (environ 15 % des volumes produits), l'orge ou l'avoine (à hauteur de 70 % des volumes produits).

La biomasse agricole non récoltée (estimée à 105 MtMS, soit 40 % de la biomasse produite), principalement les résidus de cultures, ou retournée au sol via les effluents d'élevage (lisiers, fumiers), contribue au maintien de la fertilité des sols, voire au stockage de carbone si les apports en matière organique sont supérieurs aux pertes par minéralisation.

La France exporte aussi une partie de la biomasse produite (37 MtMS, soit 15 % de la biomasse produite). Ces exportations concernent essentiellement les céréales (blé, orge, maïs), et dans une moindre mesure, le sucre, le lait et la viande. Elles ont une dimension stratégique et géopolitique et font l'objet de débats réguliers compte tenu des surfaces agricoles qu'elles mobilisent face aux objectifs de relocalisation de certaines productions importées.

[6] Secrétariat Général à la Planification Ecologique Bouclage biomasse, juillet 2024

Entre priorité à l'alimentation humaine et forte demande énergétique

Si l'alimentation humaine constitue l'usage prioritaire de la biomasse agricole, elle ne représente que 7 % de la biomasse primaire produite. Ces productions alimentaires sont principalement issues de grandes cultures, de cultures permanentes et de surfaces maraîchères et fruitières.

La production de biomasse à vocation énergétique (estimée par le SGPE à 18 MtMS, soit 7 % de la biomasse produite) était équivalente à celle destinée à l'alimentation humaine en 2020. La production de bioénergies d'origine agricole (biogaz, biocarburants liquides, biocombustibles solides) était estimée à 39 TWh par l'ADEME en 2017, en forte augmentation depuis cette date du fait du développement accéléré de la méthanisation agricole.

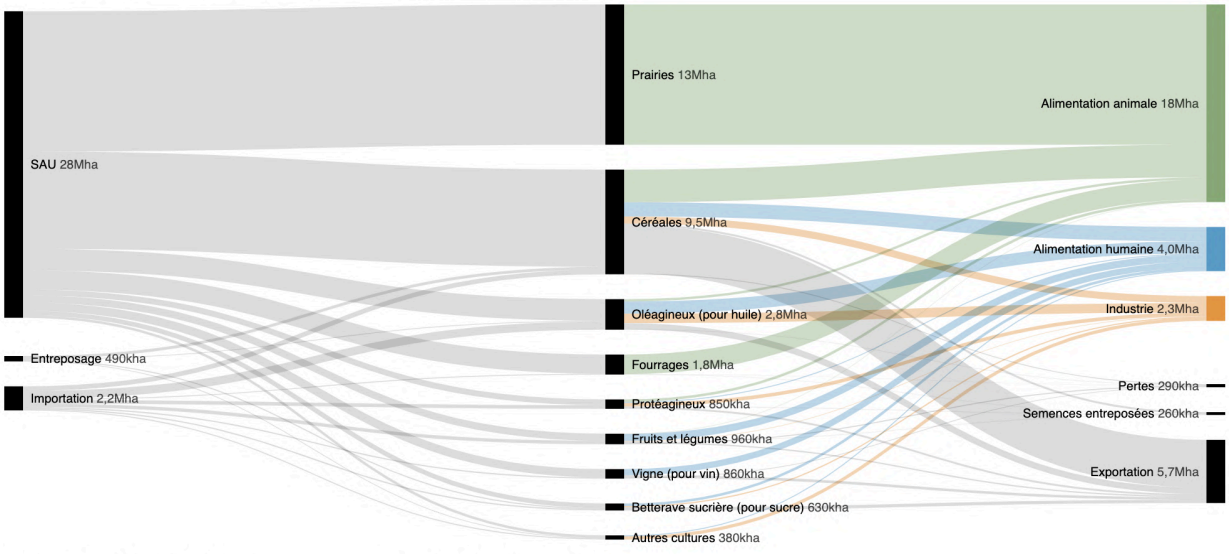
Si les usages de la biomasse agricole sous forme de produits biosourcés (biomatériaux, textile, chimie verte…) restent actuellement marginaux, ils sont appelés à se développer fortement, sans toutefois que les scénarios de prospectives n'aient fixé d'objectifs chiffrés.

B. Une production de biomasse sensible aux conditions pédoclimatiques et aux pratiques agricoles des territoires

Les productions de biomasse en France

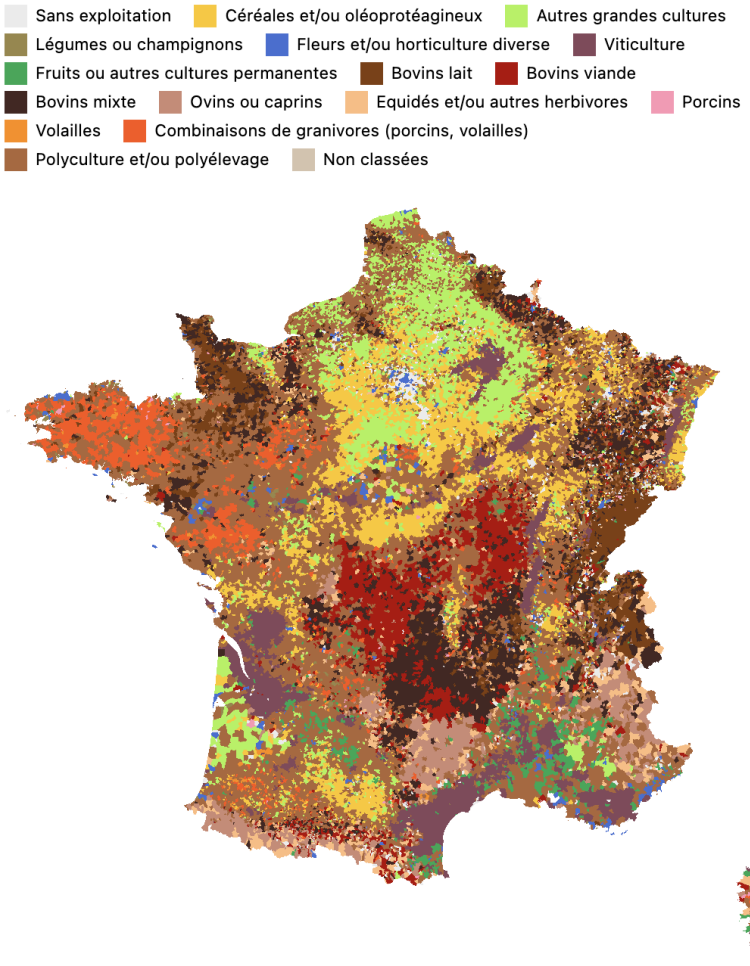
Mobilisation de surfaces par cultures et usages en 2020

Toutes les valeurs d'importation et d'exportation sont converties en équivalent hectare d'après les moyennes de rendement françaises.



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Recensement agricole 2020 (Agreste, 2020)

Spécialisation territoriale de la production agricole par commune en 2020



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Recensement agricole (Agreste, 2020)

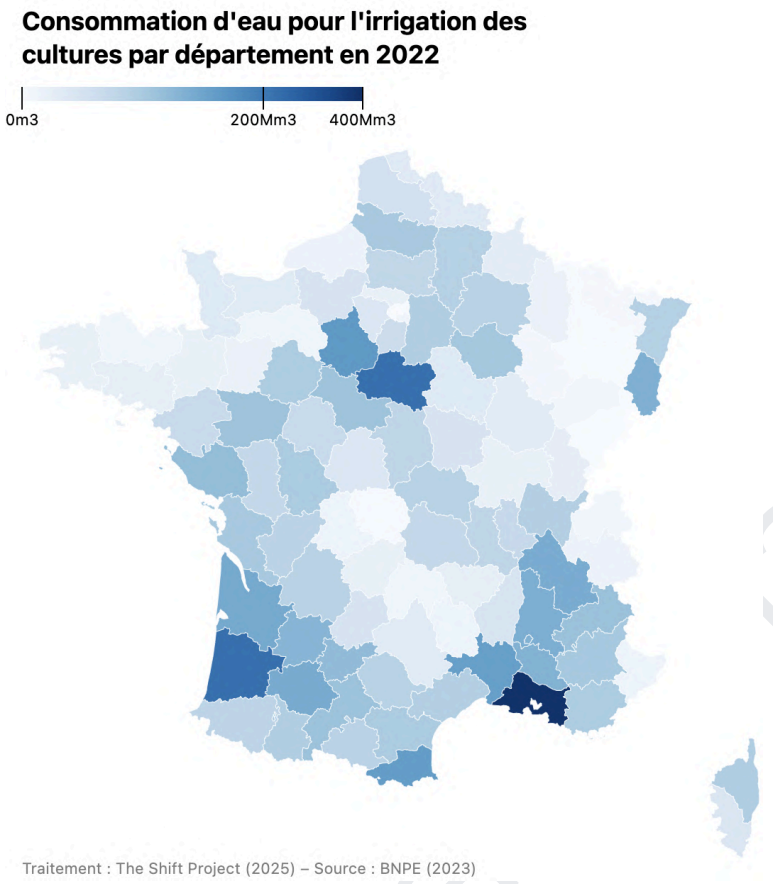
Une production de biomasse totalement dépendante à la disponibilité de l'eau

La production de biomasse agricole est fortement influencée par des facteurs environnementaux parmi lesquels un des principaux reste la disponibilité en eau douce.

Toutes les exploitations consomment de l'eau (présente dans les sols, apportée par les précipitations), mais toutes les exploitations ne sont pas irriguées (par exemple seules 6,8 % des surfaces agricoles ont été irriguées en 2020[7]). La faible part qui est équipée représente cependant des consommations d'eau significatives. L'agriculture représente ainsi **9 % des prélèvements**[8] annuels d'eau douce dans les eaux souterraines et de surface, soit 2,9 milliards de m^3 (sur 32,8 milliards de m^3 prélevés en France), et **58 % des consommations**[9], soit 2,4 milliards de m^3 (sur 4,1 milliards de m^3 consommés) selon les chiffres du CGDD[10].

[7] Pratiques de culture et d'élevage. Pratiques culturales|Agreste, la statistique agricole
[8] Quantité qui est extraite, au moins temporairement, du cycle de l'eau
[9] Quantité qui n'est pas directement restituée au cycle de l'eau terrestre
[10] Prélevée ou consommée : comment compter (sur) l'eau ? - notre-environnement

Rapport intermédiaire



La qualité des sols et les pratiques agricoles, autres facteurs déterminants

La qualité des sols est déterminante pour le rendement des cultures et des prairies : fertilité (teneur en nutriments, matière organique), texture, profondeur, capacité de rétention d'eau. **Le climat local** influence directement la croissance des plantes et la productivité des systèmes agricoles tandis que les événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, gel) auront un impact négatif significatif. D'autres facteurs comme la **qualité des écosystèmes et de la biodiversité** (présence d'insectes pollinisateurs et de prédateurs de ravageurs) jouent un rôle clef dans la production de biomasse agricole d'un territoire.

L'agriculture conventionnelle représente actuellement le modèle d'exploitation prédominant, s'appliquant à **plus de 90 % des surfaces cultivées**. Ce modèle repose le plus souvent sur une **forte dépendance aux intrants, en particulier les engrais et les pesticides de synthèse,** mais aussi des paysages simplifiés (faible diversification des cultures, grandes parcelles, peu d'infrastructures agroécologiques) et un degré élevé de mécanisation au sein des exploitations.

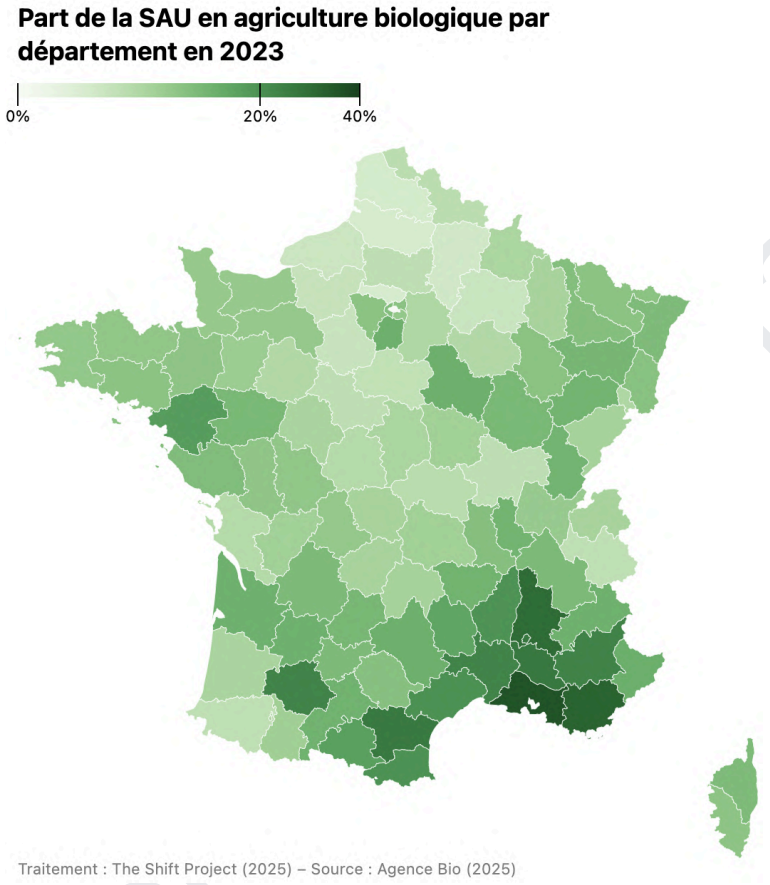
Cette forte prédominance des systèmes conventionnels et intensifs se vérifient également dans le secteur de l'élevage : forte densité d'animaux, prédominance de l'élevage en bâtiment et forte dépendance aux aliments industriels concentrés.

Un développement encore limitée de l'agroécologie

D'autres types de pratiques agricoles reposent sur les principes de l'agroécologie : l'agriculture biologique, l'agriculture de conservation ou encore l'agroforesterie.

Rapport intermédiaire

L'agriculture biologique représentait 10,4 % de la Surface Agricole Utile (SAU) en 2023, soit environ 2,77 millions d'hectares et 14,4 % des exploitations. Elle est plus développée dans des secteurs comme l'élevage de poules pondeuses , l'élevage ovin, le maraîchage, l'arboriculture et la viticulture, tandis que certaines régions comme le Sud-Est et la Corse ont une proportion plus élevée de leur SAU en bio. La part de l'agriculture biologique dans les grandes cultures reste plus faible (7 %) , bien qu'en progression.



Une biomasse agricole dépendante des énergies fossiles et de l'électricité

Dans la seconde moitié du XXème siècle, les tracteurs et engins automoteurs ont remplacé la traction animale, permettant une explosion de la productivité par actif. La généralisation de l'usage des engrais azotés minéraux, synthétisés à partir de gaz naturel, a permis une augmentation des rendements et un doublement de la biomasse agricole produite entre 1960 et 2010. **Ce recours aux fertilisants minéraux a fait éclater les systèmes de production traditionnels, basés sur l'association de cultures et d'élevage**[11]. Cette consommation généralisée d'engrais de synthèse en fait le premier poste d'énergie primaire[12] de l'agriculture pour la majorité des territoires en France.

L'électricité est utilisée dans de nombreuses opérations agricoles (irrigation, chauffage des serres et des bâtiments d'élevage, fonctionnement des équipements) et dans la transformation de la biomasse.

[11] Source Rapport Agri, p 67
[12] Voir cartographie Territoires Fertiles

C. Une spécialisation territoriale, synonyme d'interdépendances

Des spécialisations régionales de la production de biomasse agricole

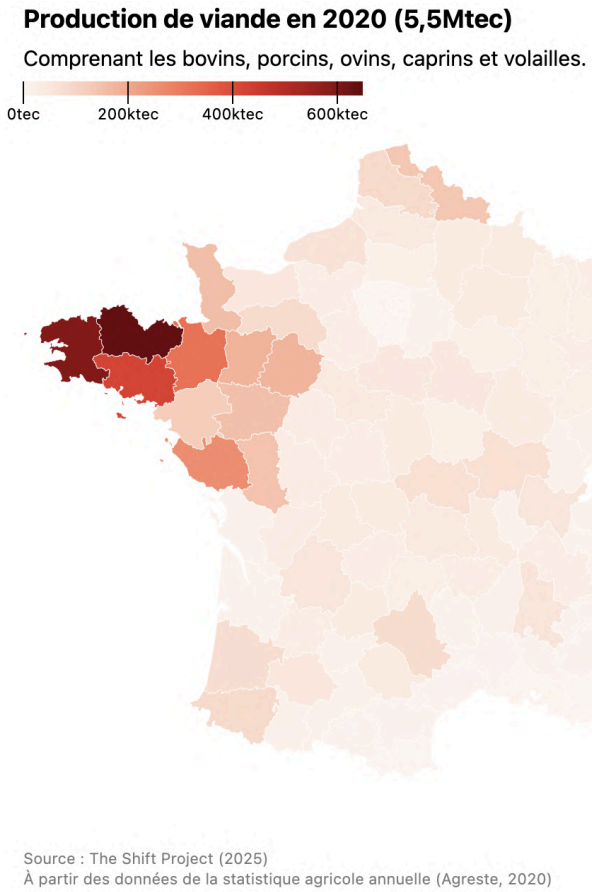
On observe une prédominance des cultures céréalières dans le Bassin parisien, des activités d'élevage en terres bretonnes, une concentration du cheptel bovin laitier dans l'arc laitier des Pays de la Loire, de la Bretagne et de la Normandie, et de l'élevage bovin allaitant dans les régions herbagères du centre de la France comprenant le Massif Central, la Bourgogne, le Poitou-Charentes et le Limousin. Quant à la viticulture, elle se concentre dans le bassin Rhône-Méditerranée et le Sud-Ouest.

Des dépendances extra territoriales pour l'alimentation animale

Les régions spécialisées dans la production animale, deviennent territorialement dépendantes d'autres régions (en France ou à l'étranger) pour leur approvisionnement en biomasse destinée à l'alimentation animale.

Par exemple, **la Bretagne, spécialisée dans l'élevage porcin et avicole (poules pondeuses, volailles de chair), dépend de l'importation de soja et de maïs**, soulignant une interdépendance entre les territoires producteurs de céréales et d'oléo protéagineux et les territoires consommateurs pour l'élevage.

Rapport intermédiaire



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de la statistique agricole annuelle (Agreste, 2020)

Les élevages français sont dépendants des importations de soja

L'agriculture française est fortement dépendante d'importations de protéines végétales, en provenance du continent américain, à destination des animaux d'élevage. La France reste déficitaire en protéines végétales et a importé en 2023 environ 2,7 millions de tonnes de tourteaux de soja et près de 400 000 tonnes de graines de soja, les deux tiers environ provenant désormais du Brésil.

Près de 50 % des approvisionnements de soja[13] vers la France présenteraient un risque de contenir du soja issu de la conversion (occasionnant de la déforestation). Selon les filières d'élevage (ruminants ou monogastriques), les besoins - et de fait l'autonomie - protéiques diffèrent. Ainsi en 2015, les animaux les plus consommateurs de soja sont les volailles (44 % des tonnages), puis suivent les bovins laitiers et mixtes (36 %), les bovins viande (8 %) et les porcs (6 %).[14]

Des dépendances entre territoires pour la fertilisation organique

Inversement, les régions de grandes cultures, moins axées sur l'élevage, peuvent être dépendantes des territoires d'élevage pour **l'approvisionnement en effluents d'élevage** utilisés comme fertilisants organiques. Cette interdépendance territoriale pour la fertilisation nécessite des flux de matière organique entre les régions.

[13] Source : https://www.deforestationimportee.ecologie.gouv.fr/
[14] Rapport agriculture The Shift Project

Filières biologiques et conventionnelles: un destin commun

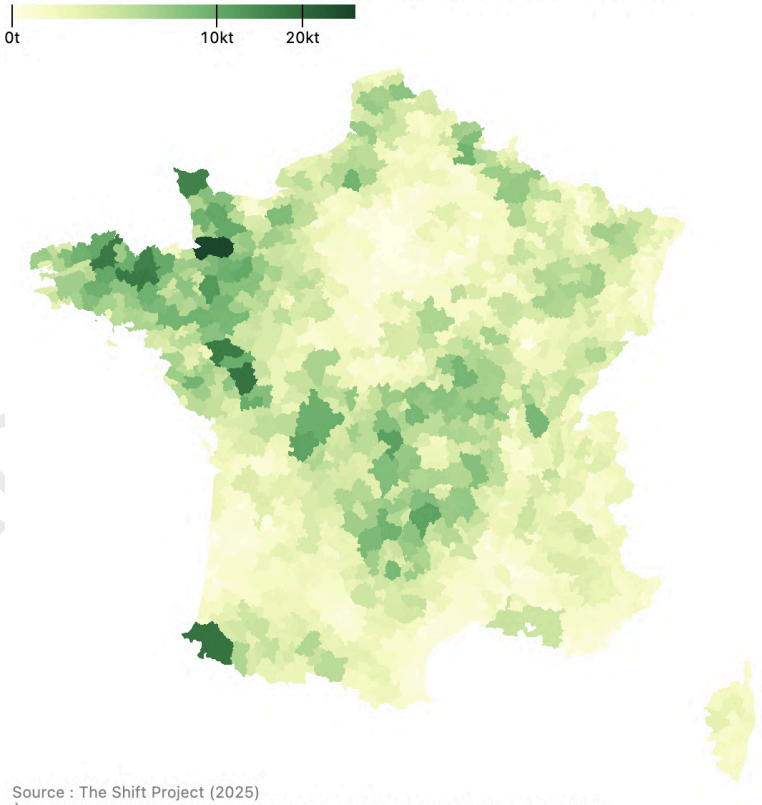
Les fertilisants utilisables en agriculture biologique (UAB) comme les fumiers, les digestats de méthanisation, ou les vinasses de sucrerie, peuvent être en partie issus du circuit conventionnel. Dans les régions sans élevage, l'augmentation des surfaces biologiques a pu créer des tensions sur les approvisionnements en fertilisants organiques.

Le maintien de la fertilité organique des sols en agriculture biologique est étroitement lié à **la disponibilité de surfaces en légumineuses** (source d'azote primaire), mais également à la **disponibilité de sources d'azote secondaire telles que les effluents d'élevage. L**es digestats de méthanisation constituent une nouvelle source potentielle de fertilité organique, notamment issus de biodéchets dont la collecte est désormais obligatoire depuis le 1er janvier 2024.

La carte ci-dessous montre combien, à l'instar de l'élevage, la production d'azote issus des effluents d'élevage est répartie de façon très hétérogène sur les territoires.

Production d'azote des effluents d'élevages par EPCI en 2020 (2,2M tonnes)

Dont la moitié est émise directement à la pâture et non récupérable.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données d'élevage du Recensement agricole 2020 (Agreste, 2020)

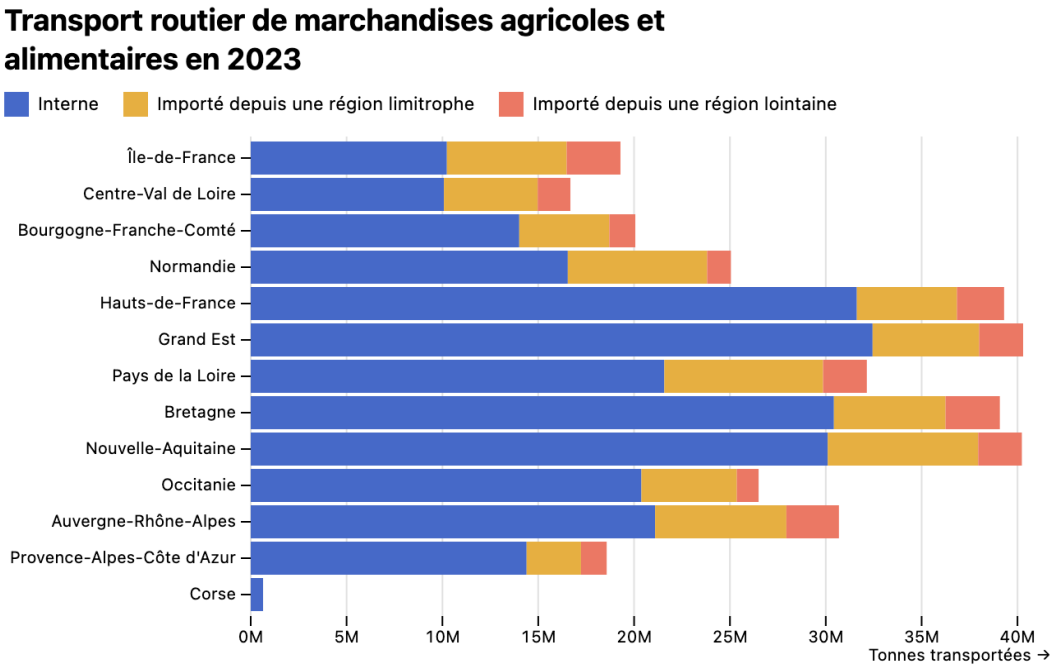
Le besoin de réseaux de transport performants

Cette spécialisation et les interdépendances qui en résultent engendrent des flux logistiques importants entre les territoires, comme par exemple pour le transport de l'alimentation animale vers les zones d'élevage (et potentiellement des fertilisants organiques vers les zones de grandes cultures).

La forte spécialisation régionale nécessite des réseaux de transport efficaces pour acheminer les intrants vers les zones de production et les produits finis vers les marchés et les consommateurs, souvent situés dans d'autres territoires.

Environ un tiers des flux logistiques français concernent des produits agricoles ou agroalimentaires, principalement par transport routier. Au total, ce sont 220 millions de tonnes en provenance des 450 000 exploitations en 2020.[15]

Pour les zones d'élevage, cela inclut les infrastructures pour le transport de l'alimentation animale (céréales, oléoprotéagineux) depuis les régions de cultures fourragères vers les régions d'élevage. **La dépendance au soja importé souligne également la nécessité d'infrastructures portuaires et de logistique pour le transport international**.



Traitement : The Shift Project (2025) – Sources : SDES (2024)

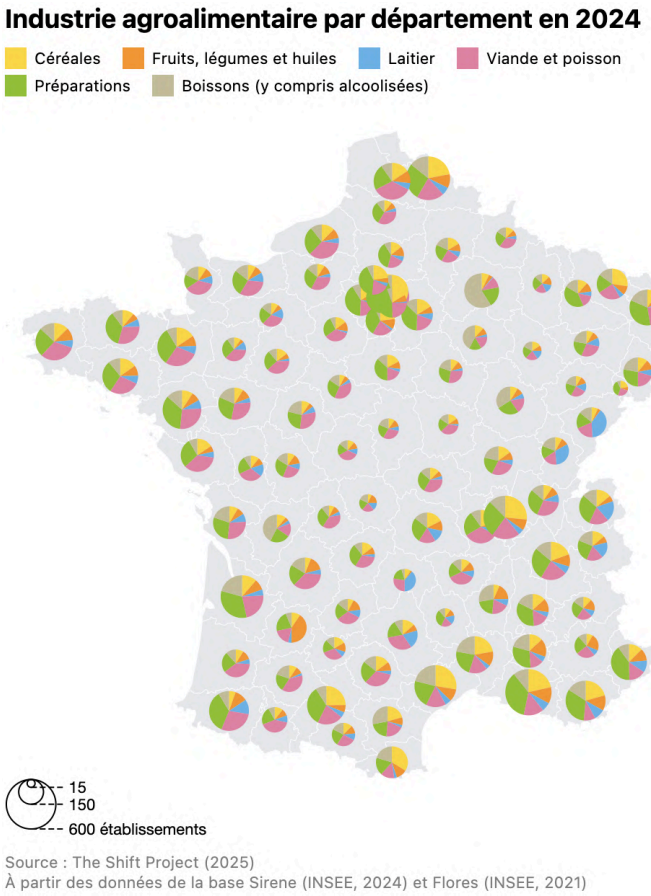
Pour les zones de cultures spécialisées, cela requiert des infrastructures pour le transport des récoltes (céréales, oléagineux, fruits, légumes) vers **les lieux de stockage, de transformation ou les plateformes de distribution.**

La dépendance aux infrastructures de transformation et de stockage

La transformation des produits agricoles est souvent localisée à proximité des zones de production spécialisées, créant une dépendance à ces infrastructures de

[15] Lettre du CGAAER n°165, mars 2022

transformation sur les territoires. Les régions de production de betteraves sucrières sont liées aux sucreries et aux distilleries pour la transformation en sucre et en éthanol. Les régions laitières dépendent des laiteries et des fromageries pour la transformation du lait. Les zones d'élevage nécessitent des abattoirs et des usines de transformation de la viande à proximité.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données de la base Sirene (INSEE, 2024) et Flores (INSEE, 2021)

Des installations de stockage sont indispensables pour gérer les volumes importants de produits agricoles et leur caractère saisonnier. Les silos pour les céréales et les oléoprotéagineux sont nécessaires dans les régions de grandes cultures. Des entrepôts frigorifiques sont requis pour le stockage des fruits et légumes.

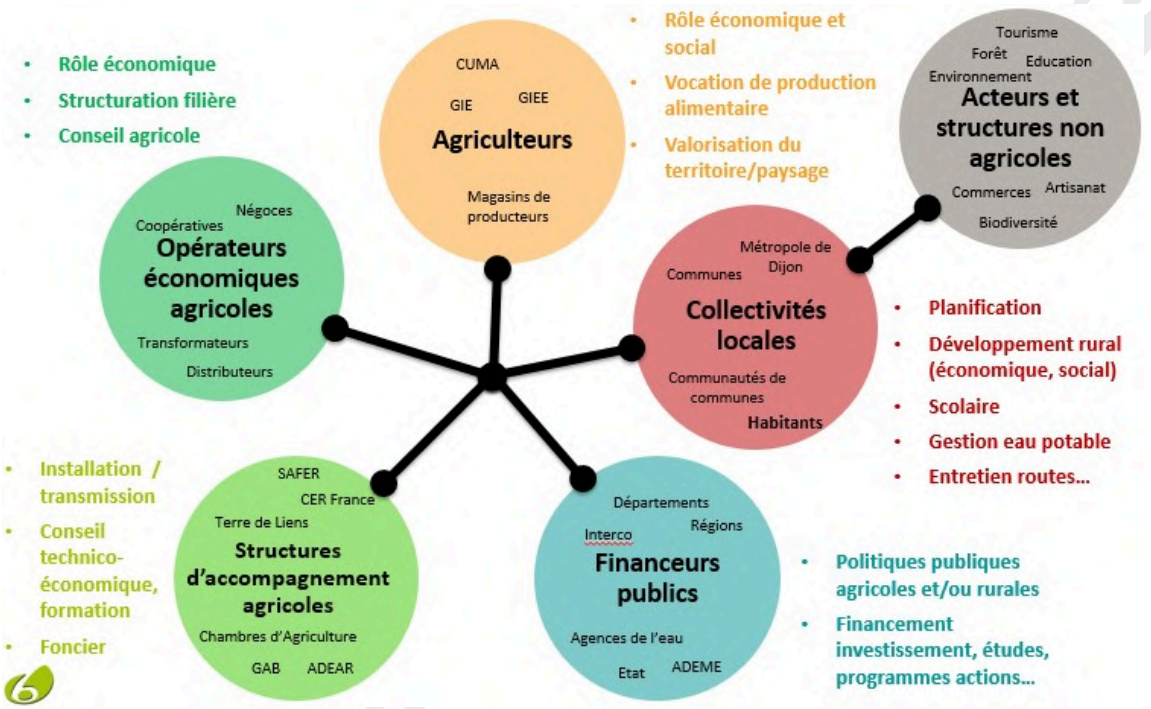
Par exemple, la plateforme Saint-Charles International à Perpignan est l'un des principaux centres de distribution de fruits et légumes en Europe. Il traite environ 1,62 million de tonnes de produits par an et dispose de 200 000 m² d'entrepôts climatisés.

En résumé, cette spécialisation territoriale de la production agricole en France engendre une forte dépendance à un ensemble d'infrastructures physiques réparties sur les territoires, conditionnant la production, la transformation, le transport et la valorisation des produits agricoles et de la biomasse. Ces interdépendances infrastructurelles doivent être prises en compte pour accompagner la transition du système agricole actuel.

Une gouvernance complexe de la biomasse agricole, un sujet nouveau pour les collectivités

L'organisation actuelle de la gouvernance de la biomasse en France implique une variété d'acteurs à différents niveaux, structurés autour de plusieurs cadres et instances.

L'alimentation est un sujet systémique et complexe, nouveau pour des collectivités territoriales qui n'ont pas la compétence de plein droit. La volonté de décentralisation de ces thématiques est très récente dans l'agenda politique (loi de 2014 instaurant les Projets Alimentaires Territoriaux -PAT).



La gouvernance actuelle de la biomasse est caractérisée par une complexité et un manque de force juridique contraignante qui a conduit à la mise en place récente du **GIS Biomasse**.

Le Groupement d'intérêt scientifique (GIS) Biomasse est une nouvelle instance d'expertise scientifique et technique créée en 2024 qui fédère quatre organismes (INRAE, FranceAgriMer, IGN et ADEME), notamment pour « consolider un cadre commun de connaissances et de données de référence » et « cartographier et caractériser les bases de données existantes ».

Il s'est donné pour mission de « définir les conditions pour un observatoire unifié et interopérable de la biomasse, agrégeant les données des ressources agroalimentaires et forestières », pour finalement mettre en œuvre un portail documentaire sur la biomasse et faire converger en un outil commun l'ONRB et CARTOFOB.

Rapport

II. Des risques croissants de conflits d'usage à l'horizon 2050.

A. Des tensions et des conflits d'usage déjà bien présents sur la biomasse agricole

Une répartition inégale de l'élevage qui crée des tensions locales [risque clé n°1]

Une grande partie de la production de viande étant concentrée dans la péninsule bretonne, cela engendre diverses tensions locales. À Landunvez, par exemple, des habitants se sont mobilisés contre l'agrandissement d'une porcherie déjà pointée du doigt pour sa contribution significative à la pollution des cours d'eau et du littoral[16]. Le territoire de l'Iroise qui accueille la commune concentre en effet 500 000 bêtes d'élevage, contre seulement 50 000 habitants, générant des pollutions qui ne peuvent être absorbées par le territoire.

Des conflits d'usage autour de la méthanisation agricole, et des compétitions croissantes entre cultures alimentaires et énergétiques [risque clé n°2]

Le développement récent et rapide de la méthanisation agricole soutenu fortement par les pouvoirs publics génère déjà des tensions voire des conflits d'usage. Ces tensions suscitent résistances et inquiétudes quant à la capacité de satisfaire une demande exponentielle de biogaz de la part de secteurs comme la mobilité ou l'industrie ou même les objectifs élevés affichés des travaux de prospective à 2050 pour boucler un mix énergétique bas carbone. La méthanisation génère des pressions sur les matières premières employées. Par exemple, l'utilisation des résidus de culture dans la production de biogaz impacte la disponibilité de litière pour l'élevage ou la qualité des sols. De même, le recours aux effluents d'élevages entre en concurrence avec leur usage en tant que fertilisant organique. Leur utilisation croissante dans les unités de méthanisation pour la production de biogaz (aujourd'hui ils représentent 55 % de la matière entrant dans les méthaniseurs) crée une tension sur l'usage direct des effluents, notamment du fait des incertitudes sur la capacité à utiliser le digestat en sortie du méthaniseur comme un fertilisant. Par ailleurs, le développement de la méthanisation se heurte à des oppositions locales liées aux nuisances olfactives et aux impacts environnementaux (ballet quotidien de camions, risques d'incendie ou de pollutions d'eau et des sols…), illustrant un conflit entre un usage énergétique de la biomasse et les préoccupations des riverains.

Si le développement des cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) est fortement encouragé pour la méthanisation, leur implantation entre de plus en plus en concurrence avec les cultures principales pour l'usage des terres et peut nécessiter un arbitrage sur l'affectation des surfaces agricoles. Bien que la production de biocarburants de première génération à partir de cultures alimentaires (betterave, céréales, oléagineux) puisse contribuer à la décarbonation des transports, elle a aussi pour effet de créer une compétition directe pour l'usage des terres arables et pourrait potentiellement impacter la sécurité alimentaire des territoires.

[16] Un collectif sensibilise les touristes à la pollution des plages par l'élevage, à Landunvez

Rapport intermédiaire

La difficulté à trouver des terres pour la relocalisation des activités [risque clé n°3]

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire connaissant des problèmes pour trouver des surfaces agricoles disponibles pour l'installation de nouveaux agriculteurs (ex : maraîchage)

Un changement climatique qui se fait déjà sentir [risque clé n°4]

De nombreux territoires mentionnent déjà subir des pressions du fait du changement climatique. La ville de Perpignan témoigne par exemple de sécheresses ayant détruit des cultures permanentes comme des vignes et des vergers. Grenoble Métropole témoigne également de quelques tensions pour l'accès à l'eau dans certains élevages de montagne. Le PNR Corbières Fenouillèdes témoigne également du fait que quelques territoires ont été conduits à privilégier l'approvisionnement en eau potable contre l'alimentation en eau du bétail des agriculteurs du fait d'une tension sur la ressource en eau. Par ailleurs, de nombreux acteurs montrent que les rendements ont fortement diminué dans les dernières décennies

Les effets des canicules et sécheresse de 2022 sur les rendements agricoles

Les récoltes céréalières ont baissé de 10,5 % par rapport à 2021 et de 7,5 % par rapport à la moyenne 2017-2021. Les récoltes de maïs grain ont diminué de 29,4 % par rapport à 2021 et de 21,4 % par rapport à la moyenne 2017-2021. La pousse d'herbe des prairies est inférieure de 22 % par rapport à la moyenne 1989-2018. Le régime de calamités agricoles a été déclenché pour 44 départements.

La sécheresse et la canicule de l'été 2003 avaient induit des pertes de plus de 30 % pour les prairies et 15 % pour le blé tendre d'hiver sur la période 1989-2018.

Source : Rapport Haut Conseil pour le Climat 2024 Agriculture et alimentation

Une baisse avérée de la fertilité des sols [risque clé n°5]

Nos territoires sont déjà soumis à des problématiques de baisse de la fertilité des sols, qui se traduit par une baisse des rendements ou par une dépendance plus forte aux intrants. Ainsi, en France 25 % des sols seraient touchés par un tassement trop important (dû à l'emploi de matériel agricole lourd), 17 % par de l'érosion et 40 % par des pertes de matière organique[17].

Ces quelques exemples montrent que les tensions et conflits d'usage de la biomasse sont déjà une réalité sur les territoires et vont s'intensifier à l'horizon 2050.

[17] Comprendre et améliorer la fertilité des sols agricoles en France

Rapport intermédiaire

B. Des risques croissants selon l'évolution de l'usage de la biomasse agricole

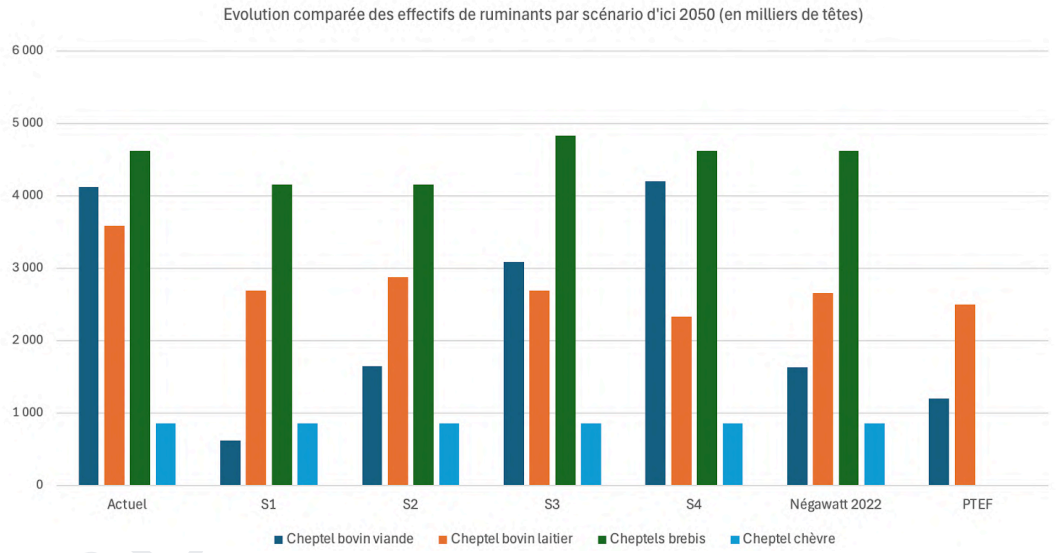
Risque n°1 : les risques de conflits d'usage liés à l'évolution de l'élevage

Les enjeux autour de l'évolution de l'élevage sont nombreux. On traitera ici ceux de la réduction des émissions de GES et de la réduction des cheptels, de la désintensification et de la relocalisation des élevages sur le territoire national.

Un premier enjeu pour l'agriculture, réduire les émissions de GES de l'élevage

Le secteur agricole contribue à environ 20 % des émissions directes de la France. Les leviers d'atténuation figurant dans les scénarios de prospective portent sur la baisse des émissions de l'élevage, par exemple par une baisse de la consommation de protéines animales et une gestion optimisée des troupeaux, la réduction des émissions des cultures **en diminuant en particulier l'usage d'engrais minéraux et en développant la culture des légumineuses**.

Tous les scénarios prospectifs[18] pour atteindre la neutralité carbone à 2050 tablent notamment sur une réduction des cheptels ruminants, en particulier bovins laitiers.[19]



A l'exception du scénario ADEME S4, l'ensemble des modélisations prévoit une diminution significative du cheptel bovin d'ici 2050, **variant entre 25 % de réduction (S3) et 57 % (S1 / PTEF).**

Une compétition accrue du fait de la forte demande en produits issus de l'élevage

L'élevage nécessite souvent d'importantes quantités de biomasse pour l'alimentation des animaux, y compris des cultures dédiées comme le maïs ou le soja. Maintenir cette

[18] Dans la version finale, nous intégrerons le scénario de conciliation élaboré par The Shift Project dans sa publication "Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère", Nov 2024

[19] Comprendre 2050

demande dans un contexte d'augmentation générale de la demande de biomasse pour l'énergie (biocarburants 1G, méthanisation utilisant des cultures principales), les matériaux biosourcés et l'alimentation humaine (croissance démographique) intensifie la concurrence pour l'accès aux cultures annuelles et aux terres arables.

Ce conflit d'usage entre production alimentaire (y compris l'alimentation animale) et non alimentaire (énergie) est une source majeure de tensions.

Un besoin de renouvellement important des formes d'élevage : extensification, redistribution et amélioration du traitement des animaux

Au-delà de cette contraction des cheptels, parmi les changements attendus à 2050 figure une extensification des élevages ruminants favorisant le maintien des prairies, une qualité supérieure des productions (agriculture biologique, autres labels) et une redistribution spatiale des cheptels, en particulier pour les élevages monogastriques.

Cette redistribution spatiale des élevages permettra de maximiser le recyclage de d'azote organique, contribuant au maintien de la fertilité des sols et la viabilité des systèmes agricoles dans un contexte de baisse de rendement liée au changement climatique ou au moindre usage d'engrais de synthèse (développement de pratiques agroécologiques).

Une concentration des élevages et une baisse du cheptel bovin

La France connaît une baisse significative de son cheptel bovin, principalement en raison de la disparition progressive des élevages. Rien qu'en 2024, la France a perdu environ 140 000 vaches, soit une diminution de 2 % du cheptel bovin .[20] En une décennie (2010-2020), la France à perdu 27 % de ses élevages bovins. Cette situation entraîne une hausse des importations de viande bovine et **une concentration sur des exploitations de plus en plus grandes**.

Rapport intermédiaire

[20] Web-agri.fr

OTEX	Nombre d'exploitations	Evolution RA 2010 / 2020	Superficie agricole utilisée (SAU - hectares)	ETP (Équivalent Temps Plein)	Production brute standard (PBS - milliers d'euros)
Grandes cultures	112 000	- 3 %	9 730 000	119 000	12 100 000
Maraîchage ou horticulture	15 000	+ 7 %	180 000	66 000	4 400 000
Viticulture	59 000	- 16 %	1 100 000	124 000	12 400 000
Cultures fruitières ou autres cultures permanentes	15 000	- 29 %	350 000	38 000	2 900 000
Elevage bovin	91 000	- 27 %	8 770 000	152 000	14 200 000
Elevage ovin et/ou caprin	35 000	- 37 %	1 750 000	47 000	2 200 000
Élevage de granivores	19 000	- 34 %	1 020 000	40 000	8 800 000
Polyculture et/ou polyélevage	42 000	- 29 %	3 820 000	74 000	7 500 000

Tableau 1 : Recensement agricole 2020, France métropolitaine

Source : Agreste

Renouveler l'activité d'élevage en privilégiant l'élevage à l'herbe

Accompagner cette réduction du cheptel et le renouvellement des élevages constitue un défi majeur. Il s'agit de **préserver et développer les élevages à l'herbe préservant les prairies** d'un côté, **accompagner la réduction des élevages intensifs consommant de grandes surfaces fourragères qui pourraient être reconverties vers d'autres usages** que l'alimentation animale, de l'autre.

La non-désintensification des systèmes d'élevage signifie un maintien de pratiques moins intégrées (moins de polyculture-élevage, moins de diversification des cultures et des rotations). Des pratiques agroécologiques comme le développement de l'élevage à l'herbe, la diversification des cultures, les couverts végétaux et l'agroforesterie apportent de multiples co-bénéfices environnementaux (fertilité des sols, biodiversité, stockage de carbone, gestion de l'eau) tout en contribuant à la production de biomasse durable.

Le maintien de systèmes d'élevage intensifs et/ou très spécialisés, (notamment si le développement de la bioénergie renforce cette tendance au lieu de soutenir une diversification), limite la réalisation de ces co-bénéfices et renforce les conflits d'usage de la biomasse agricole.

Risque 2: les risques de conflits d'usage liés à la course aux bioénergies

Les trois grandes filières de la valorisation énergétique de la biomasse agricole

- **La combustion de matières agricoles** (pailles, tiges de maïs, bois agroforestier, etc.), matières désignées sous le terme de biocombustibles solides.

Rapport interne

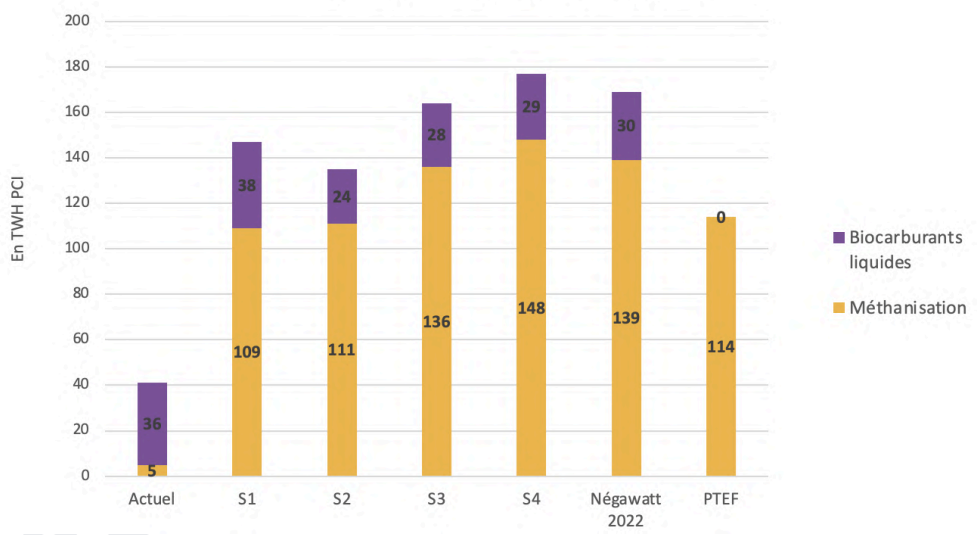
- **La méthanisation**, consistant à faire digérer des produits et sous produits agricoles (cultures dédiées, effluents d'élevage, …) par des bactéries.
- **La conversion en biocarburants liquides** : le bioéthanol, produit à partir de betteraves sucrières et de céréales (blé, maïs), est utilisable dans les véhicules à essence, tandis que le biodiesel, produit à partir de plantes oléagineuses (soja, colza) ou de graisses animales, se destine aux véhicules diesel.
- Au-delà de ces technologies, l'agriculture contribue également à la production d'électricité grâce à **l'éolien terrestre ou l'installation de panneaux solaires**.

Un triplement des usages énergétiques de la biomasse agricole attendu à 2050

L'ensemble des scénarios à 2050[21] projettent une **forte croissance des quantités de biomasse agricole mobilisées à des fins énergétiques**, comprise entre une multiplication par trois et quatre hors production de bioénergies avancées (2G, 3G).

Consommation de biomasse agricole pour des usages énergétiques (méthanisation, biocarburants liquides) en 2020 et en 2050 selon les scénarios

Sources : The Shift Project, ADEME, négaWatt



Multiplier par 4 la production de biogaz injectée dans le réseau d'ici 2030

La production de biogaz a été de 11,6 TWh[22] en 2024 (+ 27 % comparé à 2023), soit 3,2 % de la consommation de gaz naturel cette année-là. Les objectifs de la 3° version de la PPE sont de 50 TWh à 2030 dont 44 TWh injectés dans le réseau, soit plus de 4 fois la production actuelle.

Les scénarios prospectifs convergent sur l'objectif de faire croître la production de biométhane biogaz avec des volumes de biomasse méthanisées, **allant de 109 TWh (ADEME S1) à 148 TWh dans (ADEME S4)**.

[21] Comprendre 2050
[22] Connaissance des énergies

Entre usages énergétiques et usages agronomiques

La mobilisation accrue de certains gisements de biomasse agricole, comme les pailles ou autres résidus de culture, pour la production d'énergie peut entrer en conflit avec le besoin de maintenir ces résidus au sol. Le retour de matière organique au sol est essentiel pour la préservation de la fertilité, la structure, la biodiversité, la capacité de stockage de CO2, l'infiltration des eaux des sols. . Une exportation excessive de biomasse pour l'énergie risque de dégrader la qualité des sols.

Le rôle fertilisant des digestats en cours d'évaluation

D'un côté, certains acteurs (à préciser) estiment que les digestats, co-produits de la méthanisation, peuvent être valorisés comme amendement organique du sol[23]. Associés aux cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) et à un travail simplifié du sol, ils favorisent le stockage de carbone dans le sol. L'épandage de digestats présenterait des effets équivalents aux effluents bruts et engrais minéraux en termes de contenu en matière organique[24]. Ils peuvent également constituer un apport d'azote organique pour compenser la réduction d'engrais de synthèse.

D'un autre côté, d'autres acteurs (à préciser) s'inquiètent du fait que la mobilisation de la biomasse, y compris via les digestats, soulève des questions importantes pour la qualité des sols. D'une part, certains digestats peuvent concentrer des polluants comme des métaux lourds que la réglementation cherche mieux contrôler[25] . D'autre part, l'épandage de digestats peut également entraîner une volatilisation ammoniacale plus importante due à leur teneur en azote minéral, contribuant aux émissions de GES et à la pollution de l'air.

Plusieurs travaux soulignent la nécessité de pratiques d'épandage adaptées au contexte pour minimiser ces impacts, ainsi qu'un contrôle et une traçabilité renforcés des épandages[26]. Le remplacement du retour direct des résidus de culture au sol par l'utilisation des digestats nécessite une évaluation scientifique toujours en cours. En résumé, l'impact agronomique est complexe et demande à être confirmée par les études approfondies en cours pour comprendre pleinement les effets, notamment sur le carbone facilement biodégradable et la vie du sol.

Des inégalités d'accès à la valorisation de sa biomasse en bioénergies

Le développement rapide des filières bioénergie, comme la méthanisation, peut nécessiter des investissements importants, des difficultés d'approvisionnement régulier en matière organique, et une rentabilité incertaine dépendante des soutiens publics. Les modèles économiques actuels peuvent favoriser de grandes unités (notamment pour l'injection de biométhane dans les réseaux) au détriment d'exploitations agricoles plus modestes, en

[23] HCC 2024
[24] Etude "Biomasse agricole; quel ressource pour quel potentiel énergétique?", France Stratégie, 2021
[25] Etude Biomasse agricole… France Stratégie, 2021
[26] Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse

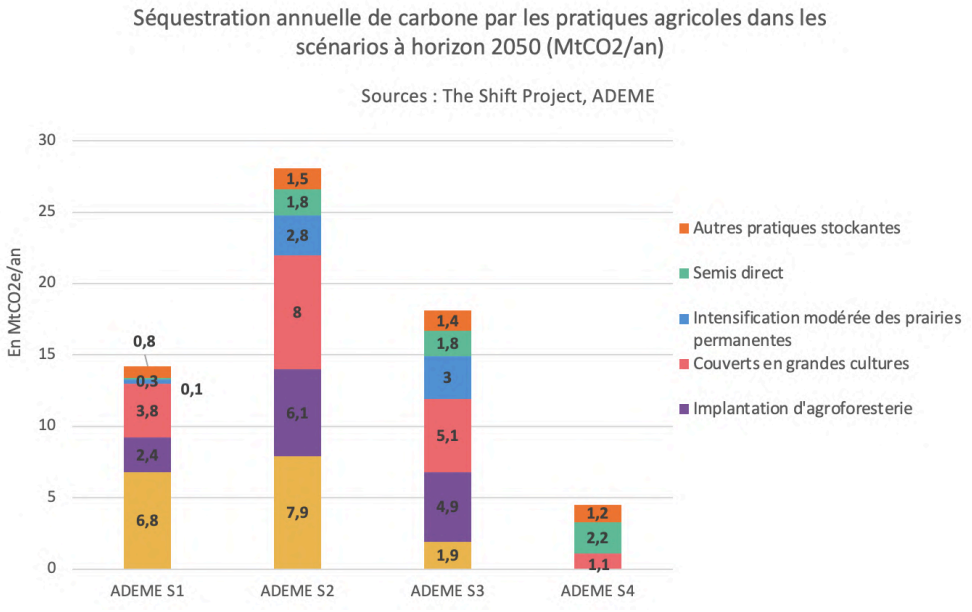
Rapport intermédiaire

particulier celles d'élevage, limitant leur capacité à tirer un revenu satisfaisant de cette activité. Cela peut générer des tensions quant aux inégalités d'accès à cette diversification des revenus. L'implantation de méthaniseurs peut aussi localement se heurter à une faible acceptabilité sociale et générer des oppositions liées aux nuisances (olfactives, visuelles) ou aux impacts environnementaux perçus.

La contribution de la biomasse à la décarbonation d'autres secteurs

En plus d'être producteur de bioénergies utilisées en substitution des énergies fossiles , le secteur agricole contribue à la décarbonation des autres secteurs économiques au risque d'engendrer des conflits d'usage de la biomasse.

- **Les parcelles agricoles** sont un des lieux privilégiés de l'installation d'éoliennes et de plus en plus de panneaux photovoltaïques. L'agrivoltaïsme est en plein développement. L'emprise au sol de ces installations fait l'objet de débats concernant le taux de couverture de sol acceptable.
- **La fourniture de biomatériaux:** Le secteur agricole est aussi appelé à contribuer à la décarbonation d'autres secteurs économiques utilisant la biomasse agricole, notamment en textile et en construction.
- **Un rôle de puits de carbone** : les terres agricoles sont aussi mobilisées dans les stratégies de décarbonation pour leur potentiel d'absorption et stockage de carbone.



Des objectifs très ambitieux de puits de carbone des sols agricoles à 2050[27]

Tous les scénarios prospectifs à 2050 prévoient une augmentation du puits de carbone dans les sols agricoles à 2050 (à l'opposé de la situation émettrice actuelle). Les impacts du changement climatique sur les stocks de carbone dans les sols agricoles sont difficiles à estimer, mais le manque comme l'excès d'eau dû au changement climatique pourrait réduire la production de biomasse et, par extension, le potentiel de stockage de carbone.

[27] Comprendre 2050, La contribution de l'agriculture au puits de carbone à 2050

Risque 3: les risques de conflits entre relocalisations et exportations agricoles

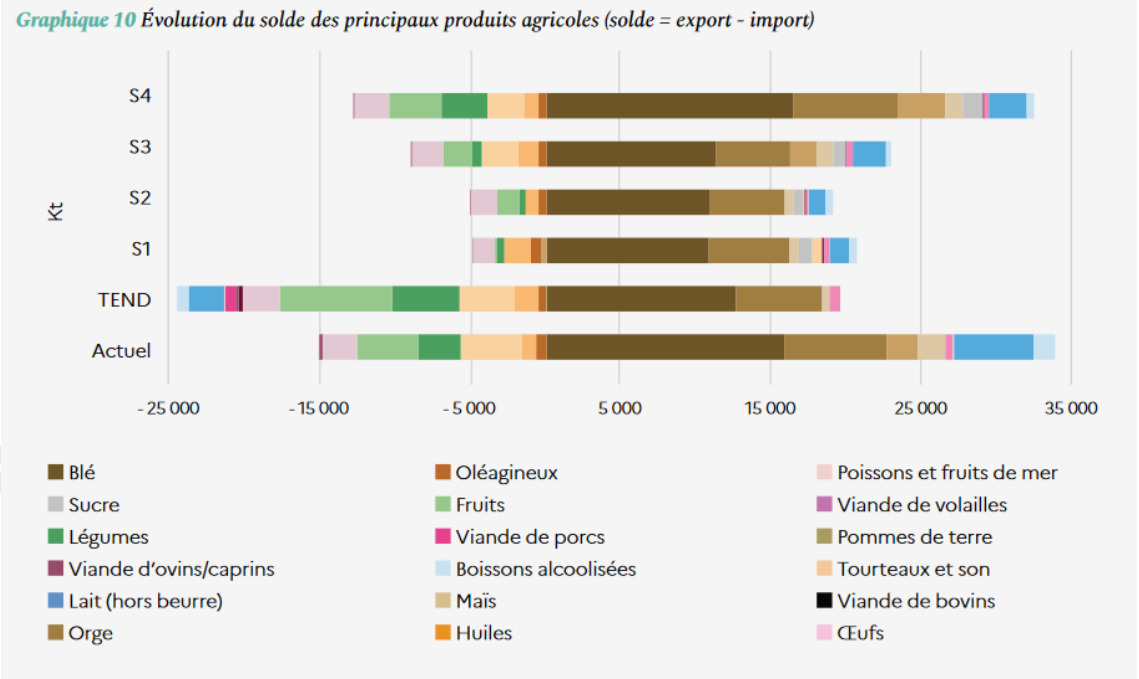
A l'heure des relocalisations, le solde exportateur en débats

Le solde des importations et exportations alimentaires est à la croisée de plusieurs enjeux majeurs :

- **Le renforcement de l'autonomie alimentaire et énergétique** via la limitation de la dépendance aux importations pour assurer l'approvisionnement alimentaire et en bioénergies de la population en quantité et en qualité suffisantes ;
- **La contribution de la France à la sécurité alimentaire mondiale** via le maintien d'un solde exportateur suffisant dé céréales, en particulier à destination des pays structurellement déficitaires notamment en Méditerranée et au Sahel.
- **La réduction de la déforestation importée**, en particulier en réduisant l'importation de produits à l'origine de la déforestation (comme le soja sous forme de tourteaux pour l'alimentation animale).

Ainsi, dans une perspective énergie-climat, limiter les exportations d'un produit permet de libérer des terres pour d'autres usages et de réduire les impacts associés à sa production, la hausse des exportations ayant l'effet opposé.

A noter que la question de la contribution de l'agriculture française aux besoins alimentaires mondiaux est une question de responsabilité politique et géopolitique qui renvoie au respect des engagements internationaux (comme l'ODD n°2 des Nations Unies: éliminer la faim…)



ADEME, Transition(s) 2050, p.278

Les besoins fonciers d'une relocalisation de nos importations de soja, de fruits et légumes et de légumineuses…

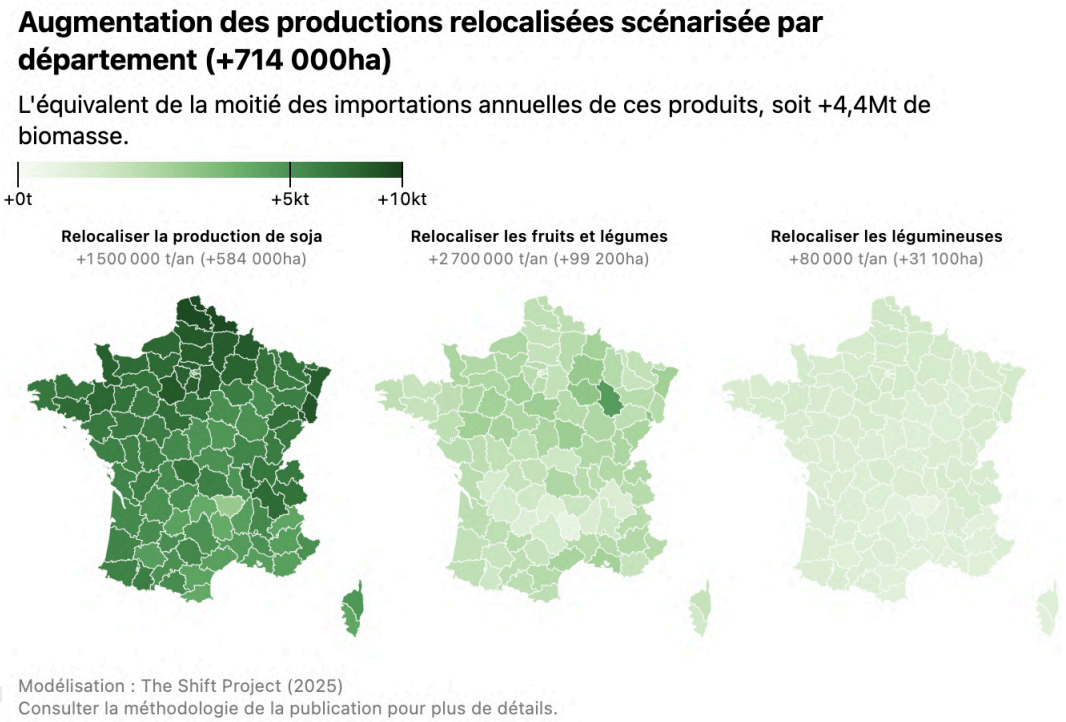
Nous proposons ici des "expériences de pensée", exercice fictif ayant pour objectif de visualiser les ordres de grandeur quantitatifs et territorialisés des leviers de transformation pour atteindre certains objectifs de plans nationaux.

Par exemple, **si l'on envisage de réduire de moitié les importations actuelles de la France en matière de soja, fruits et légumes ainsi que légumineuses**, **quels seraient les besoins de surfaces agricoles pour relocaliser ainsi une part de ces cultures?**

En la répartissant selon les rendements actuels, **cette réduction de moitié de nos importations nécessiterait 714 000 ha pour la relocalisation de ces cultures.**

Cela équivaut à environ:

- 12 % des surfaces actuelles dédiées aux productions dédiées à l'exportation
- 14 % des surfaces actuelles dédiées à l'alimentation animale (hors prairies)



Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Et si on relocalisait de quoi doubler la production de biodiesel et de bioéthanol…

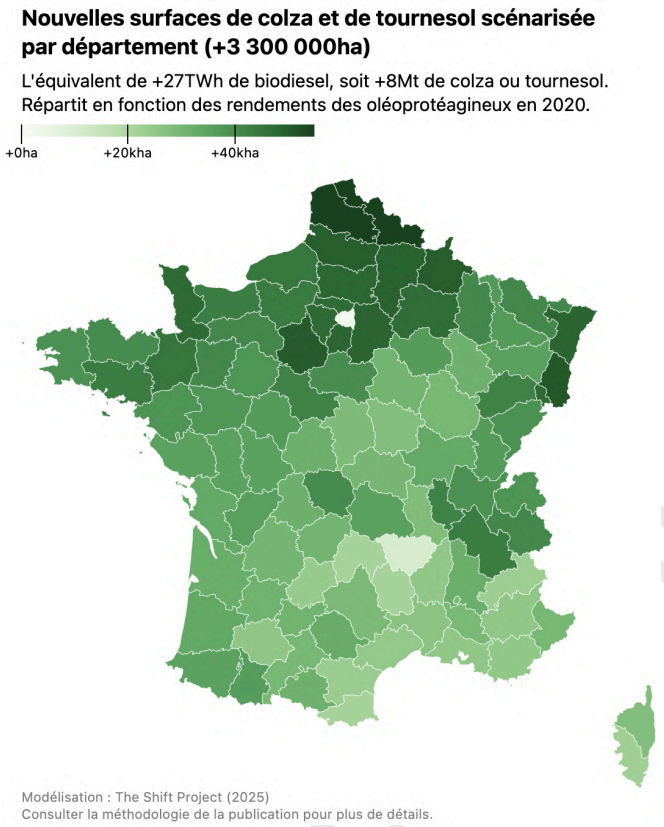
Actuellement, la France produit des biocarburants (pour 13 TWh de bioessence à partir, principalement, de maïs et de blé et pour 27 TWh de biodiesel à partir, principalement, de Colza et tournesol). Aujourd'hui, une part de cette biomasse (colza surtout) est importée.

Nous avons modélisé le doublement de la production de ces biocarburants par une production sur le sol français.

Combien de surfaces à réorienter pour davantage de biocarburants sur le sol français?

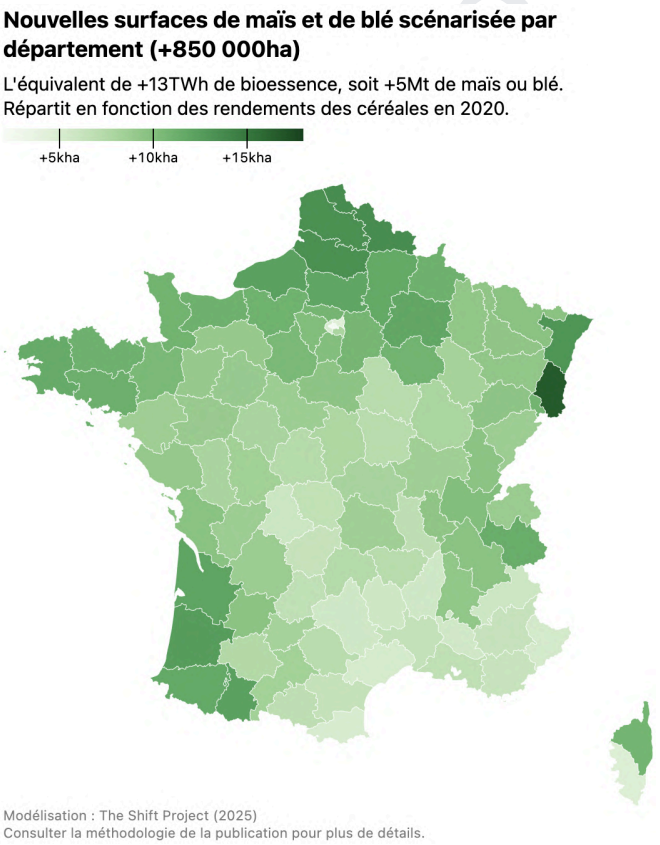
Pour territorialiser cette relocalisation de productions énergétiques, nous faisons l'hypothèse d'une répartition des nouvelles productions en fonction des surfaces agricoles où elles auraient le meilleur rendement.

Dans le cas d'une doublement de la production de biodiesel fabriqué à partir de colza (aujourd'hui largement importé) :



On aboutit à **9 M tonnes de biomasse Colza supplémentaires** pour du biodiesel, nécessitant **3,3 M ha** de cultures.

Dans le cas d'une doublement de la production de bioéthanol (bioessence) à partir de maïs et de blé :



On aboutit à **5M tonnes de biomasse Mais/Blé supplémentaires** pour du bioéthanol, nécessitant **850 000 ha** de cultures.

Dans le scénario fictif de relocalisation, renforcer la souveraineté alimentaire et énergétique implique de réorienter, au moins, 17 % de la SAU actuelle

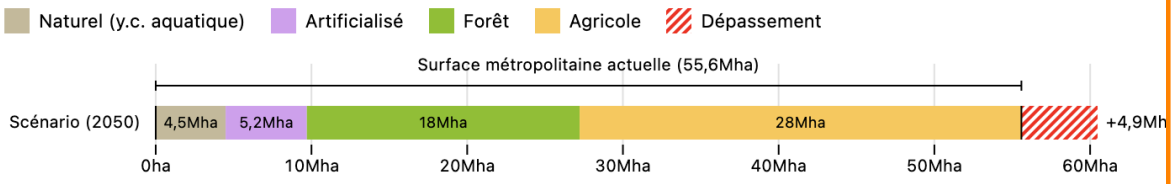
Dans une France hexagonale où la Surface Agricole Utile, d'environ 28 millions d'ha, est régulièrement réduite par l'artificialisation des sols, faire le choix de davantage de souveraineté alimentaire et énergétique exige de trouver les surfaces nécessaires et donc de transformer profondément les usages de sols et la production de biomasse.

Le scénario “relocalisation” consiste à relocaliser en France hexagonale les hypothèses ci-dessus:

- la moitié des importations de soja, de fruits et légumes et de légumineuses (**besoin de 714 000 ha**)
- la production de Colza nécessaire pour doubler la production de biodiesel (actuellement le colza est importé à 75 %) selon une répartition fonction des rendement (**besoin de 3,3 Mha**)
- la production de maïs et blé nécessaire pour doubler la production de bioessence selon une répartition fonction des rendements (**besoin de 850 000 ha**)

Quantité de sol agricole supplémentaire nationale scénarisée (+4,9Mha)

Hypothèses prises en compte : +3,3Mha pour développer le biodiesel, +850kha pour développer la bioessence, +580kha pour relocaliser la production de soja, +99kha pour relocaliser les fruits et légumes et +31kha pour relocaliser les légumineuses.



Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Dans ce scénario fictif ci-dessus, sans changement des usages actuels des sols, ce sont **4,9 M ha de SAU supplémentaires** qui seraient nécessaires.

Faut-il choisir d’autres leviers et objectifs de transition? A quoi faut-il renoncer? Comment arbitrer ?

Un exemple fictif: trois façons de relocaliser la production de biocarburants

Nous cherchons à illustrer ici un autre facteur déterminant de la territorialisation des objectifs de transition: **les choix de la manière d’activer les leviers sélectionnés.**

Si on se donnait l'objectif d'ici 2050 de doubler notre consommation de biocarburants par rapport à 2025, on devrait se procurer +27 TWh de biodiesel à base d'huile (souvent de colza) et +13 TWh de bioéthanol (ou bioessence) à base de sucre (souvent de maïs). Actuellement massivement importé, si nous voulions produire ce supplément sur notre territoire, on pourrait s'y prendre, théoriquement, de plusieurs façons :

- Priorité 1 Rendement **en produisant sur les territoires aux meilleurs rendements** (pour optimiser l'usage des sols et moins d'irrigation surtout pour le maïs MAIS les meilleures terres sont forcément limitées), ou

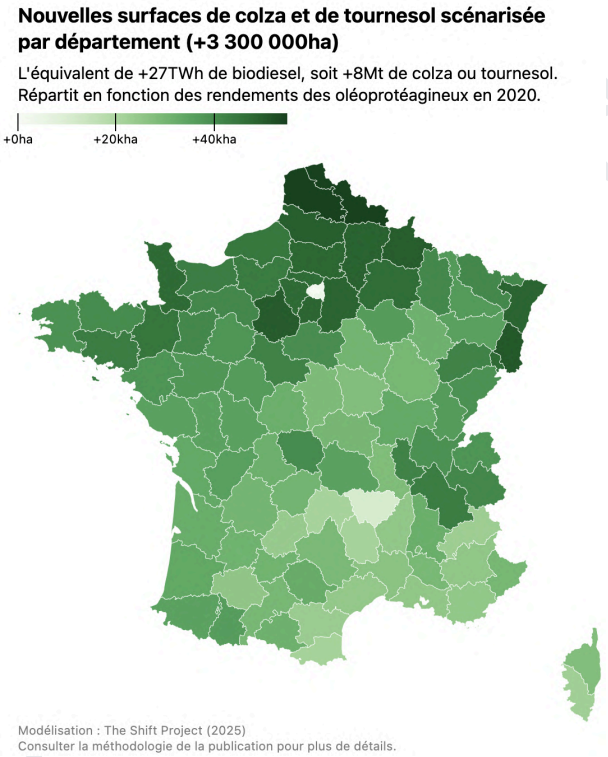
Rapport intermédiaire

- Priorité 2 Concentration **en produisant davantage sur les territoires où on produit déjà** (pour profiter des circuits industriels et de logistique déjà présents MAIS cela nécessite plus de sols qu'en optimisant par rendement), ou

- Priorité 3 Répartition équilibrée **en produisant sur les territoires où on ne produit pas déjà** (pour favoriser le développement des filières énergies biomasse de proximité là où il n'y en a pas déjà MAIS difficile à mettre en place)

Conformément à la directive européenne RED II, la France se fixe un plafond de **7 % pour les biocarburants de première génération** (issus de cultures alimentaires) dans la consommation finale d'énergie du secteur des transports.

+27 TWh de biodiesel à base d'huile (souvent de colza) :

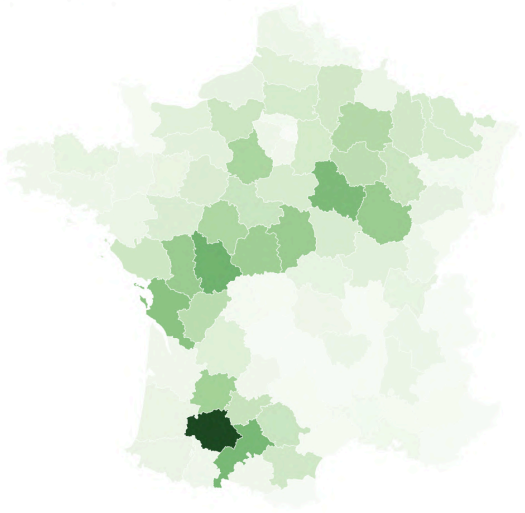


Rapport d'étape

Nouvelles surfaces de colza et de tournesol scénarisée par département (+3 600 000ha)

L'équivalent de +27TWh de biodiesel, soit +8Mt de colza ou tournesol.
Répartit au lieu de production actuel des oléoprotéagineux en 2020.



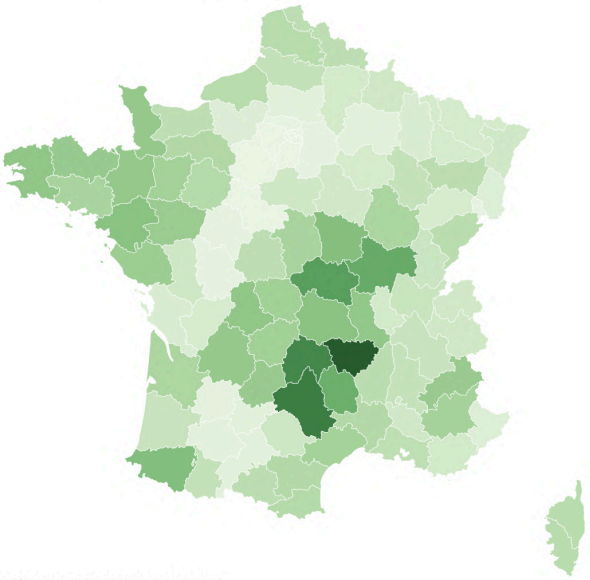


Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Nouvelles surfaces de colza et de tournesol scénarisée par département (+3 900 000ha)

L'équivalent de +27TWh de biodiesel, soit +8Mt de colza ou tournesol.
Répartit en fonction des surfaces agricoles en 2020 et en visant une répartition de la production la plus égalitaire possible.



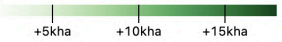


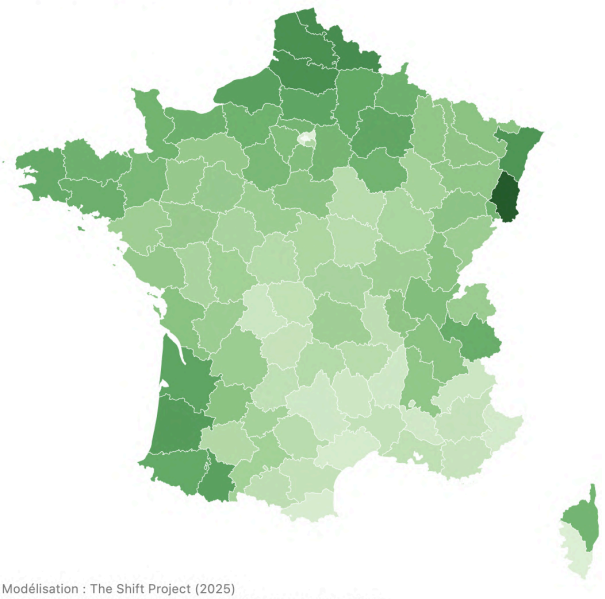
Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

+13 TWh de bioéthanol (ou bioessence) à base de sucre (souvent de maïs) :

Nouvelles surfaces de maïs et de blé scénarisée par département (+850 000ha)

L'équivalent de +13TWh de bioessence, soit +5Mt de maïs ou blé.
Répartit en fonction des rendements des céréales en 2020.



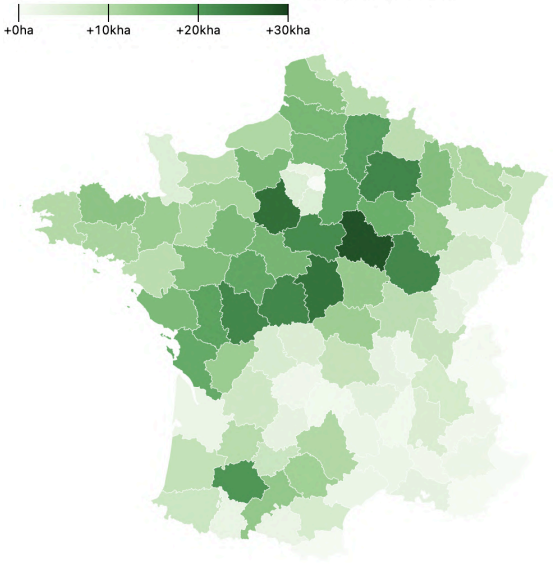


Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Rapport

Nouvelles surfaces de maïs et de blé scénarisée par département (+870 000ha)

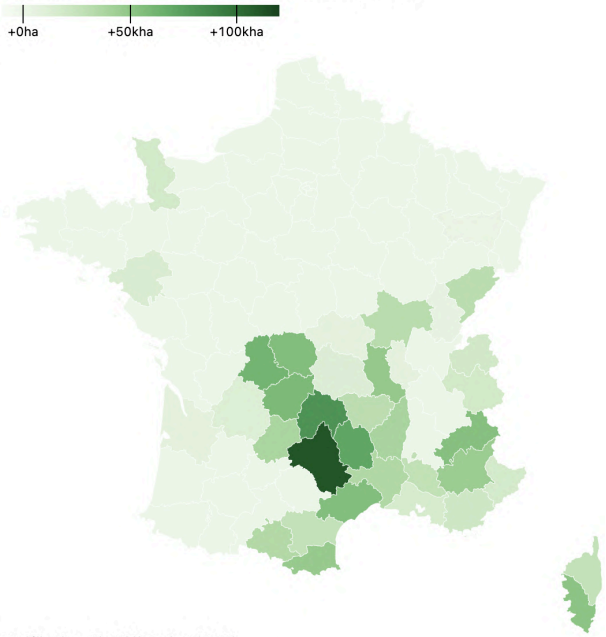
L'équivalent de +13TWh de bioessence, soit +5Mt de maïs ou blé.
Répartit au lieu de production actuel des céréales en 2020.



Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Nouvelles surfaces de maïs et de blé scénarisée par département (+1 200 000ha)

L'équivalent de +14TWh de bioessence, soit +6Mt de maïs ou blé.
Répartit en fonction des surfaces agricoles en 2020 et en visant une répartition de la production la plus égalitaire possible.



Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

Rapport intermédiaire

Un même objectif national, une ampleur différente des surfaces à mobiliser

Les deux exemples fictifs illustrent chacun un objectif à 2050 de production de biomasse sur le sol français (aujourd'hui en partie importée) pour l'équivalent:

- de 27 TWh de biodiesel avec du Colza et du tournesol
- de 13 TWh de bioessence (maïs et blé)

Sans surprise, les choix de relocalisation qui privilégient les zones aux meilleurs rendements **seront les moins exigeants en surfaces agricoles supplémentaires** nécessaires pour atteindre l'objectif:

- Objectif biodiesel : 3,3 millions d'hectare (avec l'option 1 rendement)
- Objectif bioessence : 850 000 hectares (avec l'option 1 rendement)

Cette option Rendement sera la moins coûteuse en surface mais sera confrontée à la difficulté de trouver suffisamment de bonnes terres agricoles à reconvertir.

Les autres options (2 concentration dans les zones de production existante et 3 priorité aux zones de faible production pour une répartition équilibrée[28]) **exigeront davantage de surfaces agricoles à reconvertir pour atteindre l'objectif**:

[28] L'option 3 de priorisation des zones peu productrices actuellement est un exercice de pensée. Elle simule une politique très volontariste de relocalisation de certaines productions sur des territoires où elles sont peu présentes.

- Objectif biodiesel : 3,6 millions d'ha (Option 2 Concentration) et 3,9 millions d'ha (Option 3 répartition équilibrée)
- Objectif bioessence : 870 000 ha (Option 2 Concentration) et 1,2 million d'ha (Option 3 répartition équilibrée)

Une répartition territoriale des efforts dépendante de l'option choisie

Les cartes ci-dessus de cet exercice de pensée démontrent à quel point la localisation des nouvelles surfaces nécessaires pour atteindre l'objectif national fixé varie considérablement selon le choix des critères d'application de l'objectif.

Outre la géographie des terres aux meilleurs rendements, la répartition spatiale des efforts selon les Options 2 concentration et 3 Répartition équilibrée produisent des cartes en miroir. L'option 2 de concentration privilégie des territoires où la filière de production est déjà bien développée. L'option 3 au contraire suppose d'investir dans le développement de nouvelles filières sur des territoires faiblement producteurs aujourd'hui.

C. Des risques croissants à 2050 sur l'évolution de la disponibilité de la biomasse agricole

Risque 4. Des risques liés au changement climatique pour les productions les plus sensibles à la baisse des rendements

La baisse des rendements agricoles, largement attribuée aux impacts du changement climatique tels que les sécheresses, canicules et stress hydrique, a pour conséquence directe la réduction de la disponibilité de la biomasse d'origine agricole. Sur les territoires, cette diminution de l'offre de biomasse, face à une demande croissante pour divers usages (alimentaires, bioénergies, biomatériaux, stockage de carbone), engendre plusieurs risques majeurs d'ici 2050.

L'étude "4 pour 1000"[29] sur le stockage de carbone estime que l'irrigation des cultures intermédiaires destinées à la méthanisation pourrait être nécessaire pour assurer leur levée sous un climat futur modifié, doublant la quantité d'eau d'irrigation moyenne nécessaire. Cela souligne la pression accrue sur la ressource en eau, potentiellement en conflit avec les besoins des cultures principales plus sensibles ou d'autres usages.

Déjà un plafonnement voire une tendance à la baisse des rendements

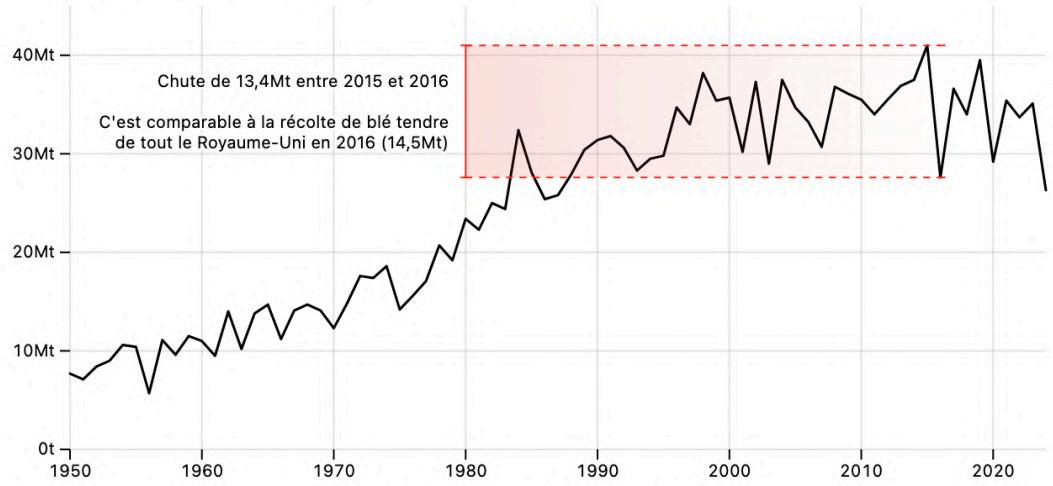
Pour de nombreuses cultures d'été sans irrigation, le déficit hydrique estival supplémentaire engendré par l'augmentation de l'évapotranspiration aura un impact négatif considérable sur les rendements, rendant dans certains cas difficile voire impossible leur culture dans certaines zones méridionales.

On observe déjà un plafonnement voire une tendance à la baisse des rendements de blé tendre en France que l'on attribue aux effets du changement climatique.

[29] rapport Agri TSP

Rapport intermédiaire

Production de blé tendre en France



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Conjonture Grandes cultures (Agreste, 2025)

La carte ci-jointe croise les projections à 2050 des **écarts de précipitations en été avec la part relative de cultures particulièrement sensibles à la sécheresse** (maïs, prairies, fourrage, fruits, légumes, vignes) dans chaque département.

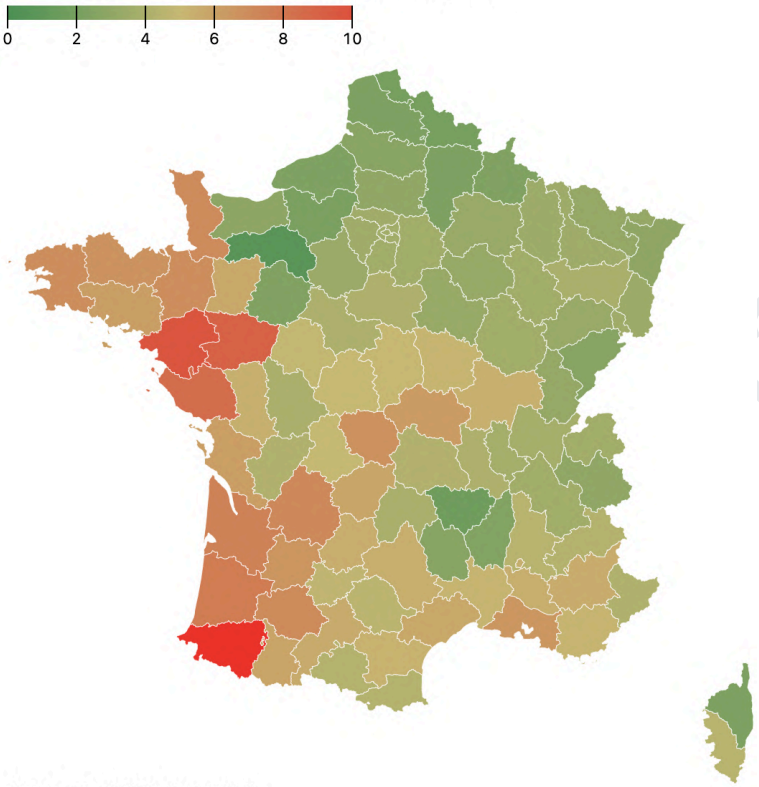
Elle met notamment en évidence **la grande vulnérabilité des grandes régions d'élevage que sont le grand Ouest de la France et le Massif central** avec leurs cultures fourragères et leurs prairies.

Le Sud Ouest de la France est particulièrement vulnérable par la présence importante de culture sensible comme le maïs et l'importance de la réduction des précipitations estivales projetées à 2050 dans cette zone.

Rapport intermédiaire

Score d'exposition à la sécheresse des cultures les plus vulnérables par département en 2020

Ce score mélange l'évolution des précipitations en été entre 2000 et 2050 avec la surface de cultures vulnérables à la sécheresse. Un haut score indique beaucoup de surfaces vulnérables couplées à moins de précipitations en été. Les cultures vulnérables sont le maïs, les prairies, les fourrages, les fruits, les légumes et les vignes.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données du recensement agricole (Agreste, 2020) et de l'écart relatif des précipitations en été (entre 2000 et 2050) (DRIAS, 2024)
Modèle : ALADIN-Climat v63 (forçage CNRM-CM5, scénario TRACC)

Une production de biomasse agricole menacée par des événements extrêmes

On évoque souvent l'évolution des moyennes de températures ou de précipitations à plus ou moins long terme. Mais la production de biomasse agricole reste d'abord sensible aux chocs qu'ils soient climatiques avec les années de sécheresse intense comme en 2022 ou socio-économiques comme la crise sanitaire du COVID-19.

La figure ci-dessous illustre la moindre production de biomasse d'une année comme 2020 qui cumulait un déficit hydrique important et la désorganisation liée à la crise sanitaire.

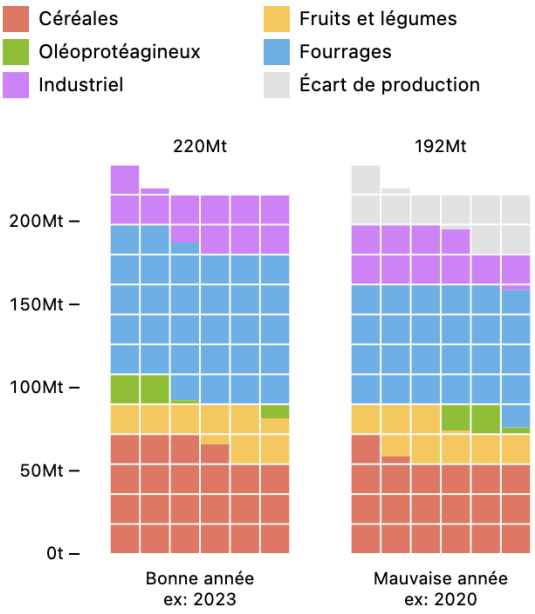
La baisse des rendements rend les productions locales potentiellement plus chères, ce qui, sans adaptation des régimes alimentaires ou régulation des marchés, pourrait réduire l'accessibilité à certains produits pour les ménages sur les territoires.

Une baisse de la production locale pourrait également accroître la dépendance aux importations.

Rapport

Écart de production de biomasse agricole (1 carreau = 3Mt)

On observe en 2020 un déficit hydrique important, ainsi qu'une désorganisation des circuits de commercialisation due à la crise sanitaire du Covid-19.



Traitement : The Shift Project (2025)
Source : Statistique Agricole Annuelle (Agreste, 2024)

L'irrésistible évolution des aires biogéographiques des cultures

Un seul regard sur les projections climatiques à l'horizon 2050 suffit à comprendre que les espèces agricoles adaptées à chaque région risquent de changer, et que les productions devront évoluer conjointement pour ne pas exposer les plantations à des déficits structurels d'eau nécessaire à leur production (même en cas de recours à l'irrigation, elle même limitée par les réserves d'eau disponibles).

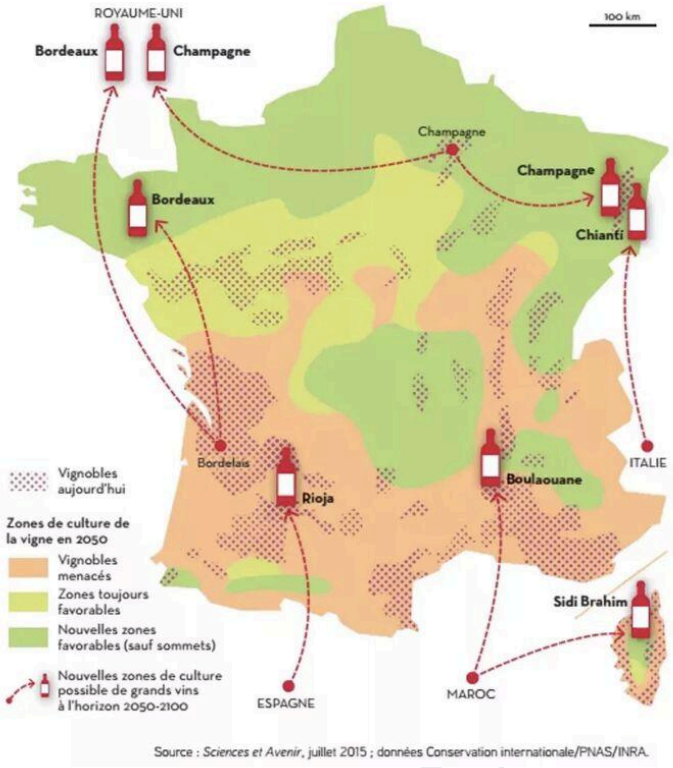
On observe déjà une **remontée vers le nord de certaines cultures bien établies comme le maïs grain, le tournesol et le blé dur**. Parallèlement, **de nouvelles cultures se développent**[30] significativement depuis une vingtaine d'années dans certaines régions : **le pois sec et le lin oléagineux dans le Sud**, **le miscanthus et la silphie dans le Nord**, et **d'autres comme le sorgho, le soja, le sarrasin, le millet, la fève et la féverole sur l'ensemble du territoire**.

Pour les cultures pérennes, l'évolution des aires biogéographiques entraîne des modifications des caractéristiques des productions comme pour la vigne et l'émergence de nouvelles zones de production potentielles comme pour le citronnier.

[30] Rapport agri The Shift Project

Rapport intermédiaire

LE PAYSAGE VITICOLE FRANÇAIS EN 2050



L'agriculture française doit pouvoir s'adapter en déplaçant certaines productions sensibles vers de nouvelles zones de répartition potentielles d'ici 2050.

Le développement de ravageurs et de maladies avec le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique favorise une accélération du développement des insectes due à l'augmentation des températures moyennes. On observe également une extension de leurs habitats vers le Nord. La diminution des gels hivernaux, qui jouent un rôle de régulation naturelle, contribue à ce phénomène. **Cette prolifération d'insectes ou de bactéries attaquant les cultures est une des conséquences directes du changement climatique** qui peut entraîner une diminution des rendements agricoles.

Les événements extrêmes récents ont mis en évidence **des vulnérabilités importantes pour la propagation de maladies à vecteurs pour les plantes, les humains et les animaux**. Le changement climatique modifie également la prévalence, la distribution et la charge des agents pathogènes des animaux d'élevage et de leurs vecteurs[31].

[31] Voir rapport HCC 2024 Agri alimentation

Risque 5: les risques de conflits d'usage liés à la perte de fertilité organique des sols

Des sols agricoles pauvres en matière organique, menacés par l'artificialisation

La baisse du taux de matière organique (MO) des sols est due notamment à l'abandon de la fertilisation organique au profit des engrais azotés. Elle altère la structure, la résistance à l'érosion, la capacité de stockage de l'eau et l'activité biologique des sols.

Un travail du sol trop intensif contribue à la fragilisation physique, entraînant une érosion hydrique ou éolienne. Environ un quart des sols français sont sensibles à l'érosion, notamment dans les régions du Nord, de Bretagne, du Sud-Ouest et des Alpes, avec des pertes pouvant atteindre 20 tonnes de terre par hectare et par an[32].

Parallèlement, l'artificialisation affecte des terres agricoles fertiles, met en danger la biodiversité et augmente les risques d'inondation et de pénurie d'eau. La dégradation d'un sol agricole artificialisé est un processus quasi irréversible.

Le renchérissement du prix des surfaces agricoles rend l'accès à la terre plus difficile pour les nouveaux agriculteurs. Des prix élevés peuvent également dissuader les agriculteurs existants d'étendre leurs activités ou d'investir dans des pratiques qui pourraient augmenter la production de biomasse.

Une productivité agricole conditionnée par les engrais de synthèse

Principal déterminant de la productivité, **l'apport d'azote aux cultures repose à environ 75 % sur l'épandage d'engrais de synthèse** fabriqués à partir de ressources fossiles. L'épandage d'engrais azotés est une source majeure de gaz à effet de serre (GES) principalement de protoxyde d'azote (N2O) au pouvoir réchauffant 298 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone. Sa trop forte concentration a des effets délétères sur les écosystèmes.

En cas de perte de fertilité organique (notamment en azote), les agriculteurs peuvent vouloir augmenter le recours aux engrais minéraux. Cela accroît alors la dépendance énergétique en gaz fossile et limite la décarbonation. En cas de production d'engrais décarbonés, cela renforce potentiellement des conflits d'usage sur l'électricité nécessaire. L'utilisation accrue d'intrants (engrais, pesticides) pour compenser une fertilité moindre peut également augmenter les risques de pollution des eaux et de l'air, sources de conflits avec les autres usagers des territoires ruraux et périurbains. L'utilisation de produits phytosanitaires est régulièrement source de contentieux.

Maintenir la fertilité organique sans engrais de synthèse

Inversement, **le recours aux légumineuses et aux fertilisants organiques** (effluents d'élevage, composts) est une voie pour réduire la dépendance aux engrais minéraux et maintenir la fertilité organique des sols.

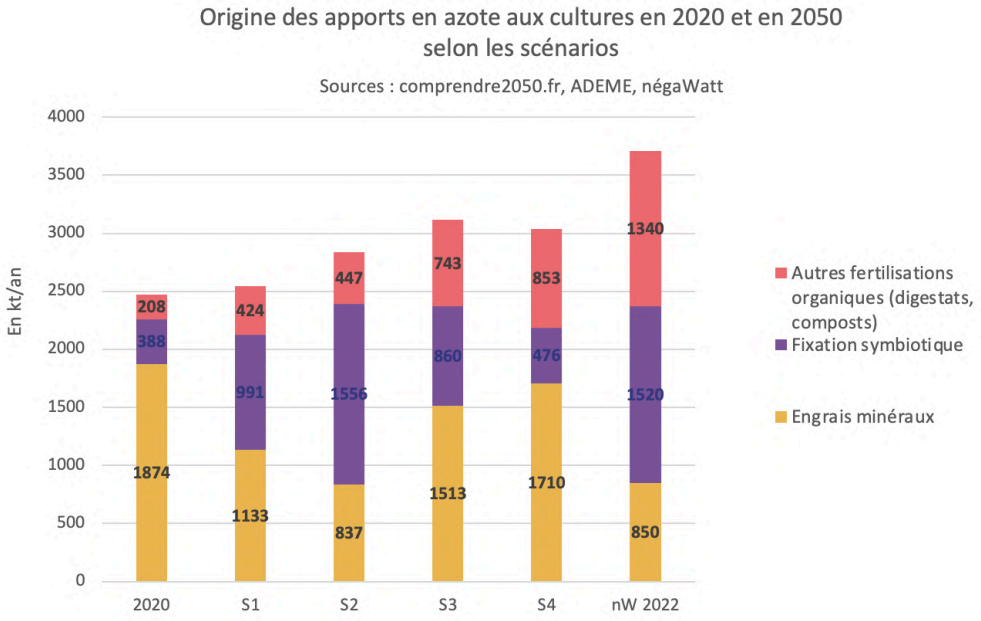
[32] voir II.2.A. du rapport agri du shift 2024

Rapport Intermédiaire

Cependant, la concentration des gisements de fertilisants organiques[33] dans les régions d'élevage pose la question de leur transport et de la répartition spatiale des productions végétales et animales. Cela peut potentiellement générer des conflits d'aménagement du territoire et des tensions entre zones spécialisées.

L'impossible sevrage aux engrais de synthèse selon les prospectivistes

Tous les scénarios[34] à 2050 anticipent **une augmentation significative de la quantité d'azote issue d'un redéploiement des cultures de légumineuses**, notamment (X2 à X4) dans les scénarios qui généralisent l'agroécologie. L'ensemble des scénarios compte également sur la quantité d'azote recyclée via le compostage ou les digestats: multipliée jusqu'à quatre dans les scénarios disposant de grandes capacités de méthanisation et donc de digestats (coproduits de la méthanisation).



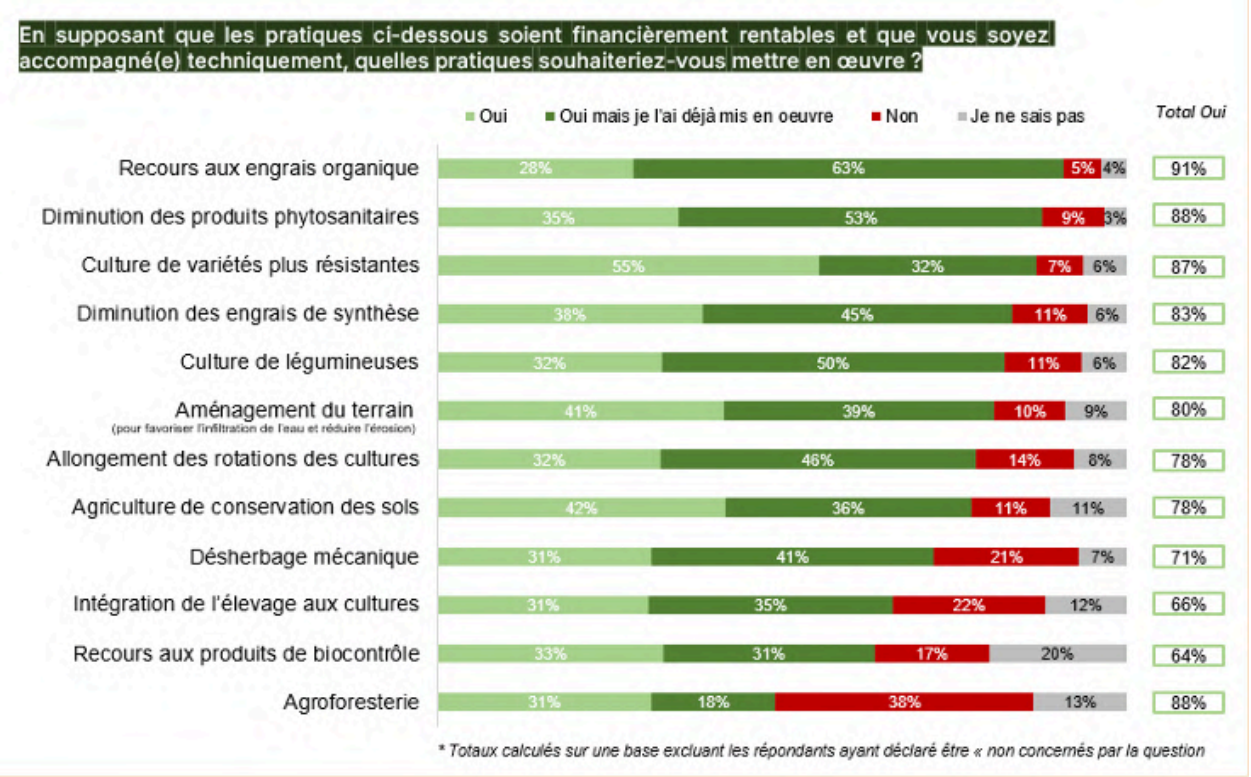
Aucun scénario prospectif ne parvient à s'affranchir totalement des engrais azotés de synthèse. Leur consommation diminue cependant de 10 % à 55 % selon les scénarios[35], laissant une place majoritaire aux fertilisants d'origine organique. Dans les scénarios les plus ambitieux, le recours croissant aux fertilisants organiques ne suffit pas à compenser l'utilisation réduite des engrais azotés minéraux, avec pour conséquence **des rendements moins élevés**.

Des agriculteurs prêts à plus de fertilisation organique et moins d'engrais

Selon la Grande Consultation des Agriculteurs, respectivement 91 % et 83 % des agriculteurs* souhaiteraient mettre en œuvre le recours aux engrais organiques et la diminution des engrais de synthèse

[33] Voir chapitre II B
[34] Source Comprendre 2050. Peut on se passer des engrais azotés de synthèse?
[35] Jusqu'à 70 % dans le scénario de conciliation décrit dans "Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project, 2024

*Pourcentage calculé sur la base de la totalité des répondants hormis ceux ayant déclaré n'être pas concernés par ces pratiques.



Extrait des résultats de la Grande Consultation des Agriculteurs

[Une Expérience de pensée]: le recyclage des effluents d'élevage pour compenser les engrais fossiles

L'exercice fictif d'expérience de pensée consiste à traiter les données territoriales autour d'un levier de transformation à l'horizon 2050 pour illustrer les questions et les risques éventuels que son application pourrait poser collectivement aux acteurs concernés.

Dans cette expérience de pensée, nous nous intéressons à la part et la répartition des effluents d'élevage théoriquement récupérable pour une valorisation en substitut des engrais de synthèse.

Une grande quantité d'azote potentiellement récupérable des effluents d'élevage

Jusqu'où récupérer les effluents d'élevage en substitution des engrais de synthèse?

La substitution de l'azote minéral de synthèse par l'azote organique est un levier important. Cela inclut une meilleure valorisation des apports organiques et l'épandage dans de bonnes conditions de certains digestats issus de la méthanisation des effluents d'élevage ou des productions végétales non valorisées par ailleurs.[36]

La valorisation des effluents d'élevage permet une meilleure gestion de l'azote en agriculture et une réduction du recours aux engrais minéraux azotés.

[36] Rapport agri the shift project

Rapport int

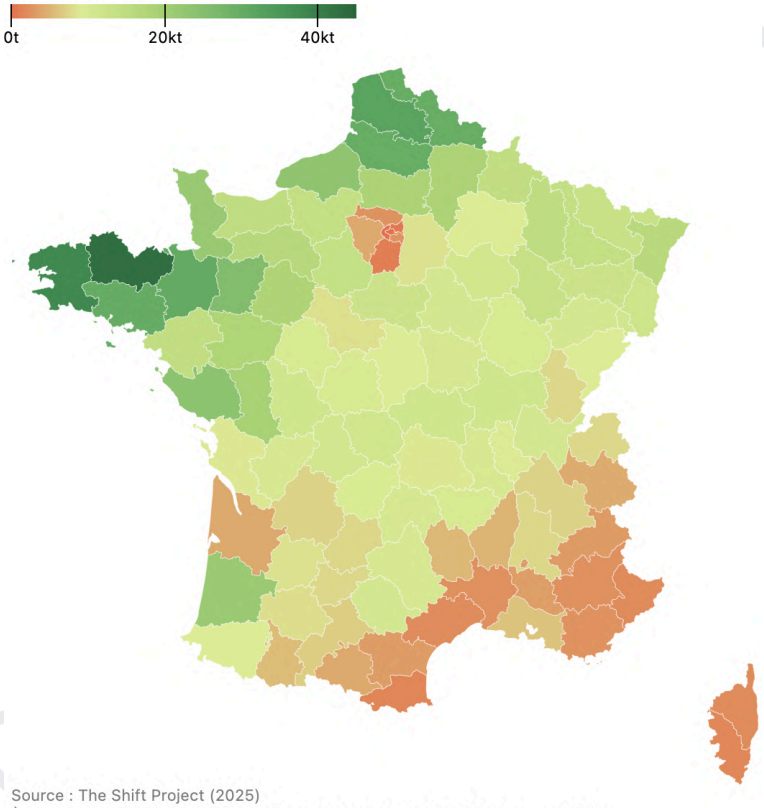
Une représentation territoriale de l’azote organique récupérable

En prenant en compte la part non récupérable dans les pâtures, nous estimons **la production totale d’azote récupérable des effluents d’élevage à 1,1 millions de tonnes en 2020**. Sans surprise, cette production est concentrée dans les zones accueillant le plus d’élevage, notamment industriels, principalement dans le Nord et l’Ouest de la France. Tandis que le grand Sud Est de la France ne produit que très peu d’azote organique récupérable.

Cette carte nouvelle, produite par Atlas 2050, suscite de nombreuses réflexions sur la faisabilité de certains leviers de transition et les risques à anticiper.

Production d'azote récupérable des effluents d'élevages par département en 2020 (1,1Mt)

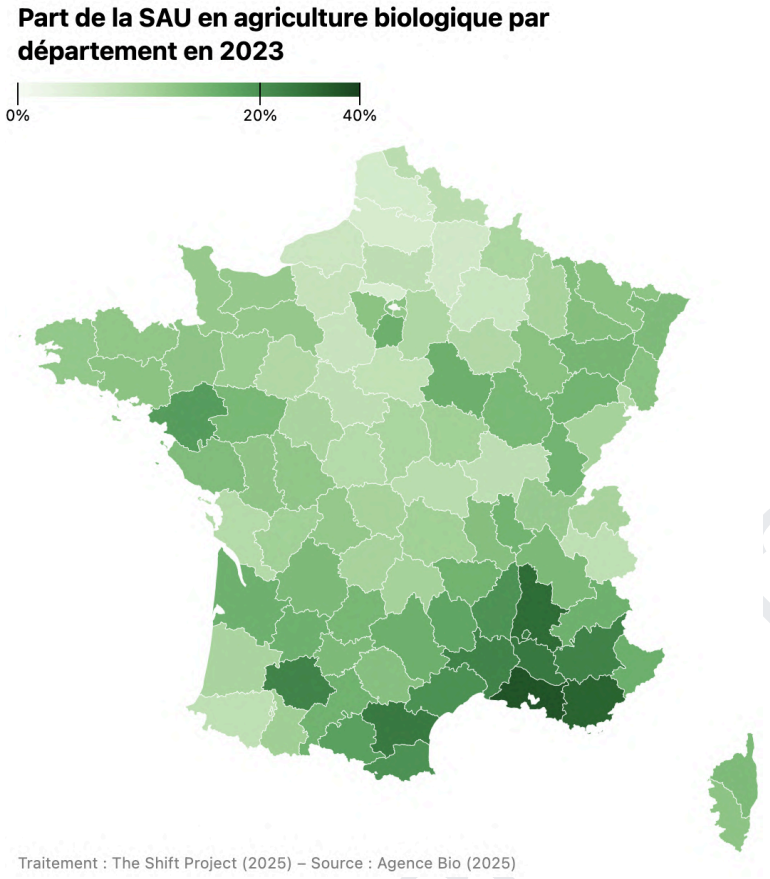
À l'échelle nationale, l'autre moitié est émise directement à la pâture et n'est pas récupérable.



Source : The Shift Project (2025)
À partir des données d'élevage du Recensement agricole 2020 (Agreste, 2020)

Une valorisation complexe de ce gisement pour l’agriculture biologique

L’agriculture biologique n’est pas autorisée à utiliser des engrais de synthèse pour ses besoins en azote. Son développement, faisant partie des objectifs nationaux de planification écologique, peut théoriquement s’appuyer sur la récupération de l’azote issue des effluents d’élevage.



Des gisements propices au développement du bio dans les régions d'élevage en bâtiment, mais l'azote produit en élevage intensif n'est pas toujours mobilisable

Les exploitants biologiques de l'ouest et du Nord de la France peuvent, quant à eux, compter sur un gisement important d'azote récupérable des nombreux élevages. Aujourd'hui, l'agriculture biologique est assez présente dans les départements de l'ouest et pourrait donc poursuivre son développement en s'appuyant sur la fertilisation organique en provenance des élevages.

En revanche, on observe un faible développement de l'agriculture biologique dans le nord de la France qui dispose pourtant d'un gisement d'azote organique récupérable important. Aujourd'hui, cette azote récupérable est principalement orientée vers la méthanisation (en très fort développement dans toutes les régions d'élevage intensif) sans que les digestats ne soient valorisés pour le développement de l'agriculture biologique[37].

Attention: aujourd'hui, **l'utilisation des effluents d'élevage pour l'agriculture biologique[38] est interdite en provenance de gros élevages industriels** très présents dans ces régions de l'Ouest et du Nord de la France. Des dérogations sont cependant obtenues pour autoriser de tels épandages sur des surfaces en agriculture biologique.

Le développement de l'agriculture biologique dans les territoires de l'ouest et du nord de la France pourra s'appuyer sur ce gisement d'azote récupérable. Une limite pourra venir de la

[37] A noter que les fertilisants organiques sont de plus en plus utilisés en agriculture conventionnelle.
[38] Épandage direct ou via les digestats de méthanisation

réglementation. L'azote venant d'élevages industriels sera t-il autorisé ou non pour fertiliser les surfaces en agriculture biologique?

La redistribution des élevages, un des leviers de la transition agroécologique des territoires

Actuellement, les régions de la moitié sud de la France où l'agriculture biologique est très présente sont celles au gisement d'Azote récupérable des effluents d'élevage le plus faible. Les exploitations biologiques, de fait, s'appuient plutôt sur les légumineuses pour leur besoin d'azote que sur les effluents d'élevage peu présents. **Un développement important du bio (ou plus largement des pratiques agro écologiques) dans ces zones ne pourra s'appuyer sur une part d'azote organique venant des effluents que si l'élevage se déconcentre et se diffuse dans ces régions** du sud de la France.

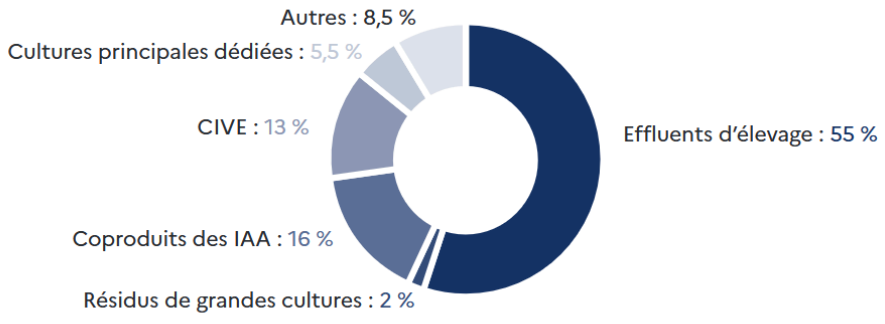
Compte tenu de la spécialisation des productions, les régions qui disposent de peu d'azote récupérable ne pourront pas compter sur cette fertilisation organique pour développer leur surface en agriculture biologique. A l'instar du sud de la France, ce développement du bio devra **s'appuyer sur les légumineuses ou s'accompagner d'une déconcentration des zones actuelles et une relocalisation de l'élevage dans ces régions.**

Le recours aux effluents pour la méthanisation en concurrence avec son usage pour la fertilisation?

Le développement de la méthanisation agricole des effluents d'élevage ou des productions végétales non valorisées est fortement encouragé.

La majorité (55 %) de la biomasse fournissant les méthaniseurs proviennent des élevages[39].

Figure 1: Estimation de la proportion de chaque type d'intrants dans la ration annuelle totale des méthaniseurs français



Sources : SDES ; DREALs Bretagne, Pays de la Loire, AURA ; Chambagri Grand Est ; Biomasse Normandie

La comparaison entre la carte de l'azote récupérable des effluents d'élevage et celle des sites de biométhane montre:

- **une concentration des méthaniseurs agricoles dans les zones les plus productrices d'azote récupérable, celles aux élevages industriels** les plus nombreux.

[39] Ressources en biomasse et méthanisation agricole, Franceagrimer, page 6

- **La valorisation énergétique de ces effluents d'élevage est déjà très présente et va s'accentuer durablement avec la présence durable de ces méthaniseurs**.
- Cette mobilisation du gisement d'azote récupérable à des fins de méthanisation est elle compatible avec une valorisation comme fertilisant organique à travers l'utilisation des digestats? Théoriquement **oui mais** :

Les digestats de méthaniseurs, levier de sortie des engrais de synthèse?

Les digestats de méthaniseurs en provenance des effluents d'élevage peuvent être considérés comme des apports d'azote organique en substitution des engrais de synthèse. **Cependant, le débat scientifique se poursuit sur les effets à terme des digestats sur la qualité des sols** . Des études[40] pointent les mauvaises pratiques d'épandage des digestats pouvant générer des excès d'azote voire des pollutions des nappes tandis que la réduction observée d'utilisation des engrais fossiles est souvent limitée malgré les digestats. Certaines études[41] insistent sur le lien fort entre l'impact des digestats sur les sols et les pratiques agricoles et les contextes territoriaux dans lesquels ils sont utilisés.

Si l'agriculture biologique peut, dans certaines conditions assez strictes, fertiliser ses terres avec des digestats en provenance d'élevage, cet usage reste aujourd'hui très limité. Son usage demain dépendra de la réglementation et des résultats des études en cours sur l'impact durable des digestats sur la qualité des sols.

La présence et le développement des méthaniseurs dans les zones d'élevage intensifs peut constituer un frein important à une désintensification régionale de l'élevage en France et à sa relocalisation dans tous les territoires. La demande d'usage énergétique de la biomasse agricole est si forte et si soutenue par les pouvoirs publics que l'on voit mal comment un telle évolution sera possible même au nom d'une réduction de notre recours aux engrais fossiles.

D. Des territoires et des activités particulièrement exposées aux risques de tensions sur cette ressource

La raréfaction relative des ressources (sols, eau, biomasse) face à l'augmentation et à la diversification de la demande (alimentation, énergie, matériaux, environnement/climat) crée un contexte propice aux conflits d'usage de la biomasse agricole. Ces conflits sont particulièrement saillants dans certains territoires, notamment les territoires ruraux et périurbains, les zones à forte attractivité résidentielle ou touristique, et ceux avec de forts enjeux de décarbonation. Ils impliquent directement, entre autres, les secteurs de l'agriculture, de la production d'énergie (méthanisation, biocarburants), de l'alimentation ainsi que l'aménagement du territoire.

[40] Projet MéthaBiosol, ADEME 2024
[41] Cadiou, J. (2023). *Le déploiement de la politique de méthanisation agricole en France : implications pour la transition agroécologique*. Université Paris-Saclay.

Rapport intermédiaire

Cinq risques clés, qui se répercutent différemment sur les territoires

Dans la version finale, nous rappellerons ici les cinq risques clés, et proposerons une analyse croisée de leur répercussion respectives sur les territoires - avant de détailler les types de territoires les plus touchés.

Les espaces ruraux et périurbains à forts enjeux

Ce sont des lieux typiques où les conflits d'usage surviennent. Ils sont à l'interface entre usages productifs (comme l'agriculture) et d'autres usages (résidentiels, loisirs, préservation), ce qui peut entraîner des tensions et des contestations (phénomène "Not In My BackYard" que l'on peut traduire par "je soutiens tant que ça ne se fait pas chez moi"). Le fort développement des bioénergies, notamment via les unités de méthanisation, peut cristalliser les tensions dans ces territoires.

Certains territoires à forte valeur naturelle ou agricole connaissent une pression liée à leur attractivité résidentielle et touristique. Le processus d'artificialisation réduit la surface agricole utile et exacerbe la concurrence pour le foncier. Cette réduction quantitative, associée à une potentielle baisse de productivité due à la perte de fertilité et aux effets de changement climatique, crée une pression accrue sur les terres agricoles restantes pour répondre à une demande globale croissante.

Les territoires d'accueil des projets d'installations énergétiques ou industrielles

Le développement d'activités liées aux transitions écologiques et énergétiques (méthaniseurs, unités de biocarburants) peut être source de tensions et de conflits locaux, notamment en raison des risques perçus (nuisances olfactives, impacts environnementaux) et des besoins en approvisionnement en biomasse.

L'agriculture au coeur des tensions

En tant que principale productrice de biomasse, l'agriculture doit gérer la concurrence pour ses terres (alimentation vs énergie/matériaux), l'arbitrage entre laisser les résidus au sol pour la fertilité ou les exporter pour l'énergie, l'impact des pratiques agroécologiques sur les rendements et les modèles économiques, et les tensions liées à l'eau et aux intrants.

L'urbanisme et l'aménagement du territoire

L'artificialisation des terres réduit la surface agricole disponible et la capacité de production de biomasse agricole, tandis que les débats sur la répartition spatiale des activités et l'implantation de nouvelles installations (éoliennes, agrivoltaïsme, méthaniseurs) génèrent des tensions sur l'utilisation du foncier agricole.

La concurrence pour l'espace, exacerbée par l'urbanisation, est un conflit majeur lié à l'utilisation de la biomasse agricole. Les choix concernant le type de biomasse à produire (cultures dédiées, intermédiaires, résidus) ont des implications directes sur l'utilisation des

Rapport intermédiaire

terres agricoles et leur potentiel pour l'alimentation ou les services écosystémiques. La planification territoriale, la gouvernance et la hiérarchisation des usages sont essentielles.

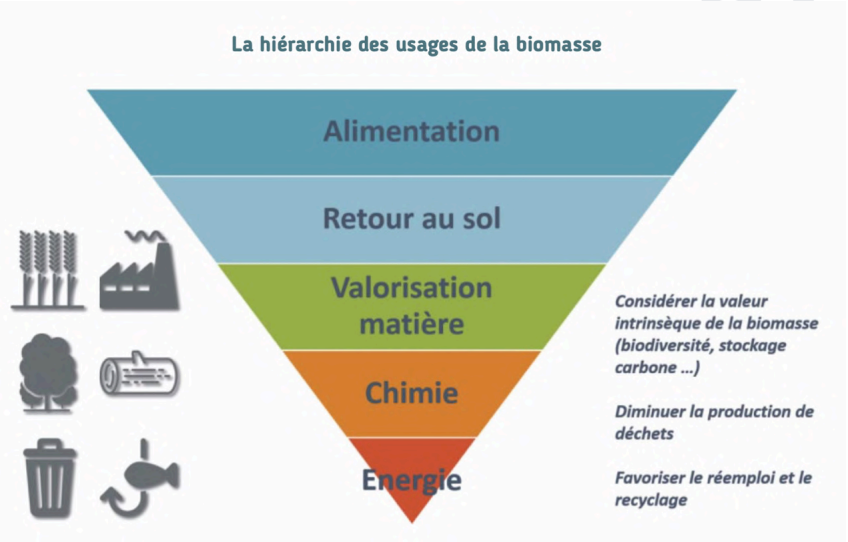
Rapport intermédiaire

III. La réponse actuelle à ces risques à toutes les échelles territoriales

A. Des politiques nationales et sectorielles au défi de la transition climatique

La hiérarchie historique des usages de la biomasse agricole bouleversée

Une hiérarchie traditionnelle des usages plaçait l'alimentation en priorité, suivie par la bio-fertilisation, les matériaux, et enfin l'énergie. Cependant, l'avènement de la transition climatique et la nécessité de décarboner nos économies voit les débouchés énergétiques de la biomasse agricole, tels que le biogaz et les biocarburants, prendre une importance croissante.



Cette évolution questionne les hiérarchies traditionnelles ainsi que les politiques nationales et sectorielles en la matière.

Des syndicats divisés sur la place des bioénergies et l'appui des pouvoirs publics

La FNSEA[42], syndicat agricole majoritaire, demeure très favorable au développement des usages énergétiques et propose de réhausser les ambitions de la SNBC3, notamment en matière de biogaz en visant 100 % de gaz renouvelable à 2050 et de biocarburants de 1° génération.

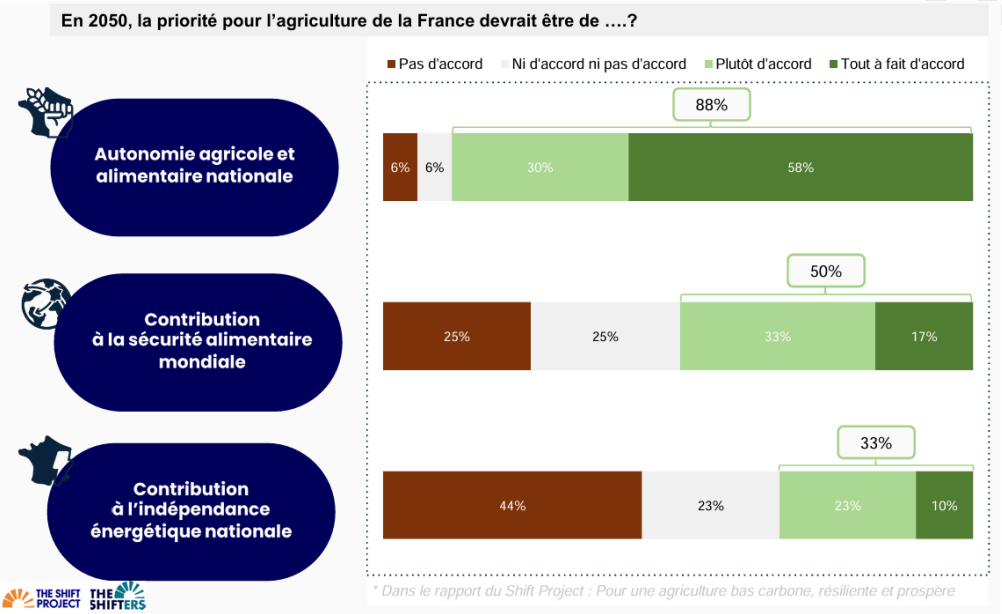
La Coordination Rurale affirme son attachement à la priorité alimentaire de l'usage de la biomasse agricole et s'inquiète de l'évolution du rôle des agriculteurs. Elle considère économiquement et éthiquement inacceptable qu'ils deviennent des energiculteurs[43]. Elle promeut une méthanisation à la ferme.

[42] Concertation nationale sur l'énergie et le climat, cahier d'acteur n°165
[43] Note de la Coordination Rurale sur les énergies renouvelables, 2023

La Confédération Paysanne dénonce ce qu'elle considère comme les risques et dérives de la méthanisation[44]. Trés réservée sur le modéle de développement de la méthanisation actuellement, elle soutient une "méthanisation paysanne" centrée sur l'autonomie énergétique de la ferme.

L'autonomie agricole et alimentaire à 2050, la priorité des agriculteurs

The Shift Project et The Shifters ont réalisé en 2024 « La Grande Consultation des Agriculteurs », une étude qualitative suivie d'une enquête quantitative ayant recueilli l'avis de 7 711 agriculteurs et agricultrices sur l'avenir de leur secteur. Certains résultats portaient sur l'évolution des usages de la biomasse agricole dans le contexte de transition climatique et énergétique.



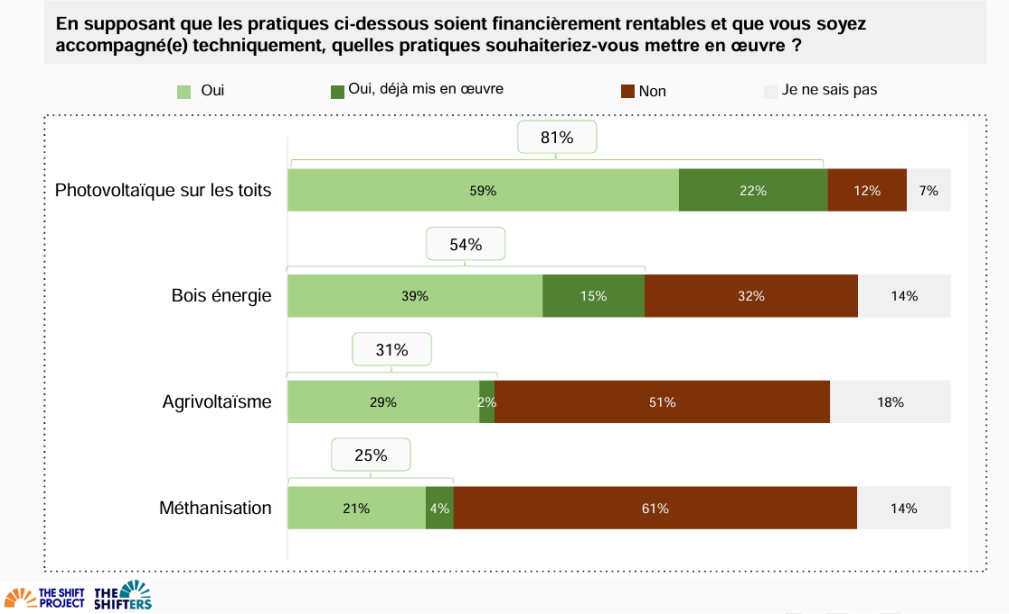
Ainsi, **88 % des répondants ont très clairement mis comme priorité à l'horizon 2050 l'objectif d'autonomie agricole et alimentaire**, là où seuls 33 % considèrent la contribution de l'agriculture à l'indépendance énergétique nationale comme une priorité.

Une majorité des agriculteurs, peu intéressée par la méthanisation

61 % des répondants à la grande consultation ne souhaitent pas mettre en oeuvre la méthanisation même avec des mesures d'accompagnement[45]. les principales raisons évoquées sont:

- Le coût, la complexité et le risque pour l'exploitation
- Le détournement de la fonction première de l'agriculture, l'accaparement des terres et l'impact sur le prix du foncier.

[44] Note de la Confédération Paysanne
[45] La Grande Consultation des Agriculteurs, The Shift Project, The Shifters, 2024



Néanmoins, les petites unités de méthanisation semblent générer moins d'inquiétude.

B. Des expérimentations locales

[Expérimentation en réponse à : 1. Risques de conflits d'usage liés à l'évolution de l'élevage]

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire

- ayant choisi de développer localement de l'élevage,
- quitte à avoir réfléchi pour relocaliser les moyens de soutien de la filière élevage (soin des bêtes, etc.)
- qui a pensé cette relocalisation avec le développement du bio / avec l'usage des effluents pour la fertilisation locale.

[Expérimentation en réponse à : 2. Risques de conflits d'usage liés à la course aux bioénergies]

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire ayant régulé le développement des bioénergies :

- en fonction de la consommation locale projetée
- en fonction de l'objectif alimentaire du territoire
- en fonction de l'eau disponible pour les productions

[Expérimentation en réponse à : 3. Risque de conflits entre relocalisations et exportations agricoles]

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire ayant fait le choix

- de prioriser la production locale par rapport aux exportations
- quitte à également diversifier les productions
- quitte à privilégier des productions moins lucratives mais plus propice à une consommation locale

[Expérimentation en réponse à : 4. Risques liés à la baisse des rendements des productions les plus sensibles au changement climatique]

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire :

- ayant été proactifs dans l'adaptation de ses cultures
- évolution des essences / choix d'espèces et de variétés plus résistantes à la sécheresse

[Expérimentation en réponse à : 5. Risques de conflits d'usage liés à la perte de fertilité organique des sols]

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire :

- ayant pris conscience des problématiques de perte de fertilité (tassement, érosion…)
- ayant entrepris de l'aide à la réorientation vers des techniques moins impactantes sur les sols (non labour, plantation de haies…)

C. Une gouvernance faible et fragmentée de la biomasse agricole

La gouvernance actuelle de la biomasse en France est perçue comme fragmentée, manquant de force juridique et de coordination globale, insuffisamment intégrée aux enjeux environnementaux et sociaux, et peinant à établir une vision stratégique claire et partagée pour la gestion de cette ressource..

Un manque de cadre juridique contraignant et de coordination nationale forte

La Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB) de 2018 est critiquée pour son absence de portée juridique et son caractère non prescriptif. Son manque de cohérence assurée avec les stratégies régionales biomasse (SRB), dont certaines n'ont pas été adoptées, est également problématique. La SNMB entretient peu de liens avec d'autres documents d'orientation nationale essentiels (SNBC, PPE, PNACC, etc.).

Un Observatoire national des Ressources en biomasse (ONRB) à portée limitée

L'ONRB, logé au sein de FranceAgriMer, est jugé trop centré sur les usages non alimentaires des ressources agricoles et agroalimentaires, limitant sa vision de l'ensemble de la biomasse. Son manque de capacités statistiques sur l'évolution prévisible des ressources est critiqué. A noter que la complexité du système statistique français rend délicate la production de données communes pertinentes pour le suivi de l'ensemble de la biomasse.

Une gouvernance territoriale faible et un manque de dialogue

Les Cellules Biomasse régionales ont des moyens humains limités affectés à la mise en place des Stratégies Régionales Biomasse dans les conseils régionaux. Le SRADDET, bien que lieu potentiel de débat, souffre de logiques en silos à l'instar d'autres plans régionaux.

Des capacités limitées de hiérarchisation et de priorisation des usages

La transition écologique peut conduire à remettre en question la hiérarchie traditionnelle des usages de la biomasse agricole. Les modes d'élaboration d'éventuels nouveaux équilibres locaux et de choix collectifs conciliant les impératifs des politiques publiques restent flous.

Rapport intermédiaire

Des enjeux environnementaux insuffisamment pris en compte

L'Office français de la biodiversité (OFB) et les Agences de l'eau ne sont pas systématiquement associés aux Cellules Biomasse régionales, malgré les incidences majeures de la mobilisation de la biomasse sur la biodiversité et l'utilisation de l'eau.

Des critiques spécifiques à la méthanisation

Les modalités de développement de la méthanisation sont de plus en plus critiquées par certains groupes[46] qui demandent un moratoire en raison des risques environnementaux, des externalités négatives sur l'activité agricole et des risques économiques.

Conclusion en cinq risques de conflits d'usage sur la biomasse agricole

Cinq risques de tensions ou conflits d'usage sur les territoires à retenir de ce chapitre.

1. Risques liés à l'évolution tendancielle de l'élevage

L'alimentation animale est le premier usage des terres et de la biomasse agricoles. Les activités d'élevage se caractérisent par une grande consommation d'espaces agricoles (SAU nationale et importée) et leur dynamique de remembrement (agrandissement et concentration liés à la disparition rapide d'un grand nombre d'élevages). Une forte spécialisation régionale entraîne le maintien d'une surconcentration animale pour les élevages de monogastriques (avec des excédents d'effluents et de pollutions diffuses) dans des territoires comme la Bretagne ainsi que la difficulté à réinsérer des activités d'élevage dans des zones à dominante céréalière comme les Hauts-de-France, ne permettant pas de réduire la dépendance aux engrais de synthèse.

La poursuite de l'évolution tendancielle de l'élevage risque d'ancrer et d'exacerber les conflits d'usage en maintenant une forte compétition localisée et/ou sectorielle pour les terres et la biomasse agricole (alimentation animale vs énergie/matériaux/agronomie), en compliquant la gestion durable des effluents et des résidus de culture, et en freinant l'adoption de pratiques plus intégrées qui pourraient mieux concilier production de biomasse agricole et services écosystémiques. Le maintien de surfaces cultivées importantes (hors prairies) pour l'alimentation animale, liée aux systèmes d'élevage, peut entrer en conflit avec les objectifs d'autonomie alimentaire et énergétique et de relocalisation d'une part de productions agricoles importées (Fruits, légumes, soja, colza…) Voir Risque 3.

2. Risques liés à la course aux bioénergies

La concurrence est souvent directe, entre usages alimentaires et énergétiques, pour l'utilisation de la biomasse et des terres agricoles à travers les cultures dédiées ou les infrastructures (méthaniseurs, agrivoltaisme). On inclut ici également les conflits pour la ressource en eau des cultures dédiées, les conflits entre usages énergétiques et agronomiques (retour au sol, fertilité, stockage carbone) ou encore les risques liés aux

[46] au sein du monde agricole, scientifique ou encore certains collectifs citoyens

Rapport intermédiaire

conditions d'investissement dans les bio énergies et à l'acceptabilité sociale des impacts environnementaux.

Ces risques sont d'autant plus importants que les usages non-alimentaires, en particulier énergétiques, de la biomasse sont appelés à doubler à l'horizon 2050 selon les scénarios prospectifs, et que l'atteinte des objectifs de production de biomasse agricole pour des usages non alimentaires est jugée quasi impossible en mobilisant uniquement les effluents, les surplus d'herbe et les résidus.

3. Risques de conflits entre relocalisations et exportations agricoles

Vouloir améliorer simultanément la souveraineté alimentaire et énergétique par la relocalisation massive des productions importées, et maintenir un rôle significatif à l'exportation, exerce une pression immense sur les ressources en biomasse et en foncier agricole. Cela exacerbe les conflits d'usage préexistants. Maintenir une part importante des meilleures terres agricoles pour la production de biomasse destinée à l'exportation entre ainsi en contradiction avec la volonté de réduire la dépendance et les importations internationales à usage alimentaire (fruits, légumes ou soja) ou énergétique (colza) dans un contexte de réduction de la Surface agricole (du fait de l'artificialisation des sols) et d'effets du changement climatique sur les rendements agricoles. Voir risque 4.

4. Risques des effets du changement climatique sur la baisse des rendements des productions les plus sensibles

La vulnérabilité de certaines cultures face au changement climatique exacerbe plusieurs risques de conflits d'usage, principalement liés aux ressources limitées **en eau et en biomasse agricole**. De nombreuses cultures d'été actuellement pratiquées sans irrigation pourraient connaître des baisses de rendement considérables. Comme le maïs, subissent de très fortes baisses de rendement sans adaptation, nécessitant de garantir une bonne disponibilité en eau, notamment par l'irrigation. La production de légumes, conditionnée à l'irrigation, est également sujette à une hausse des surfaces irriguées, tandis que les effets du climat sont susceptibles d'augmenter la demande en eau.

La baisse des rendements agricoles, largement attribuée aux impacts du changement climatique a une conséquence directe : une réduction de la disponibilité de la biomasse agricole sur les territoires. Cette diminution, face à une demande croissante pour tous les usages (alimentaires, bioénergies, biomatériaux, stockage de carbone), engendre des risques majeurs de conflits d'usage de la biomasse agricole d'ici 2050 entre les débouchés énergétiques (biogaz, biocarburants), les usages agronomiques, essentiels pour maintenir la fertilité et la résilience des sols, l'alimentation animale…

Cette baisse de production de la biomasse agricole génère aussi d'autres risques:

- accessibilité des produits locaux et hausse des importations
- recours massif à l'irrigation et aux engrais de synthèse
- moindre retour au sol de la biomasse et dégradation de la fertilité des sols
- variabilité annuelle de la production peu propice au développement des filières

Rapport intermédiaire

- pression sur les terres non agricoles (forêts, prairies permanentes) ou risques d'abandon de certaines terres agricoles

5. Risques liés à la perte de fertilité organique des sols agricoles

Le maintien de la fertilité des sols, notamment en agriculture biologique, est fortement lié à la disponibilité de sources d'azote, comme les légumineuses et les fertilisants organiques (effluents d'élevage, digestats, déchets alimentaires, excrétas humains). L'augmentation de la matière organique dans le sol, qui améliore sa fertilité, est notamment favorisée par le retour des résidus de culture, les couverts végétaux et l'apport de fertilisants organiques. Actuellement, une partie importante de la fertilité dépend des engrais de synthèse fabriqués avec du gaz fossile.

La perte de fertilité organique des sols[47], en réduisant la capacité de production de biomasse agricole, exacerbe la compétition pour l'usage des terres restantes face aux demandes croissantes en alimentation, énergie et services environnementaux. Elle intensifie les tensions autour des pratiques agricoles (pratiques agroécologiques, stockantes de carbone et limitant les engrais de synthèse) et de l'allocation spatiale des activités nécessaires pour maintenir ou restaurer cette fertilité (relocaliser des légumineuses et des élevages, optimiser la valorisation des digestats de méthanisation agricole), dans un contexte de ressources limitées et de changement climatique.

Rapport intermédiaire

[47] Ce risque donne lieu, de plus en plus, dans tous les secteurs (grandes cultures, élevage, arboriculture, viticulture) à des changements de pratiques, autour du concept d'agriculture de régénération, permettant de regagner de la matière organique dans les sols.

Rapport intermédiaire
Livret Ressource

06
EAU

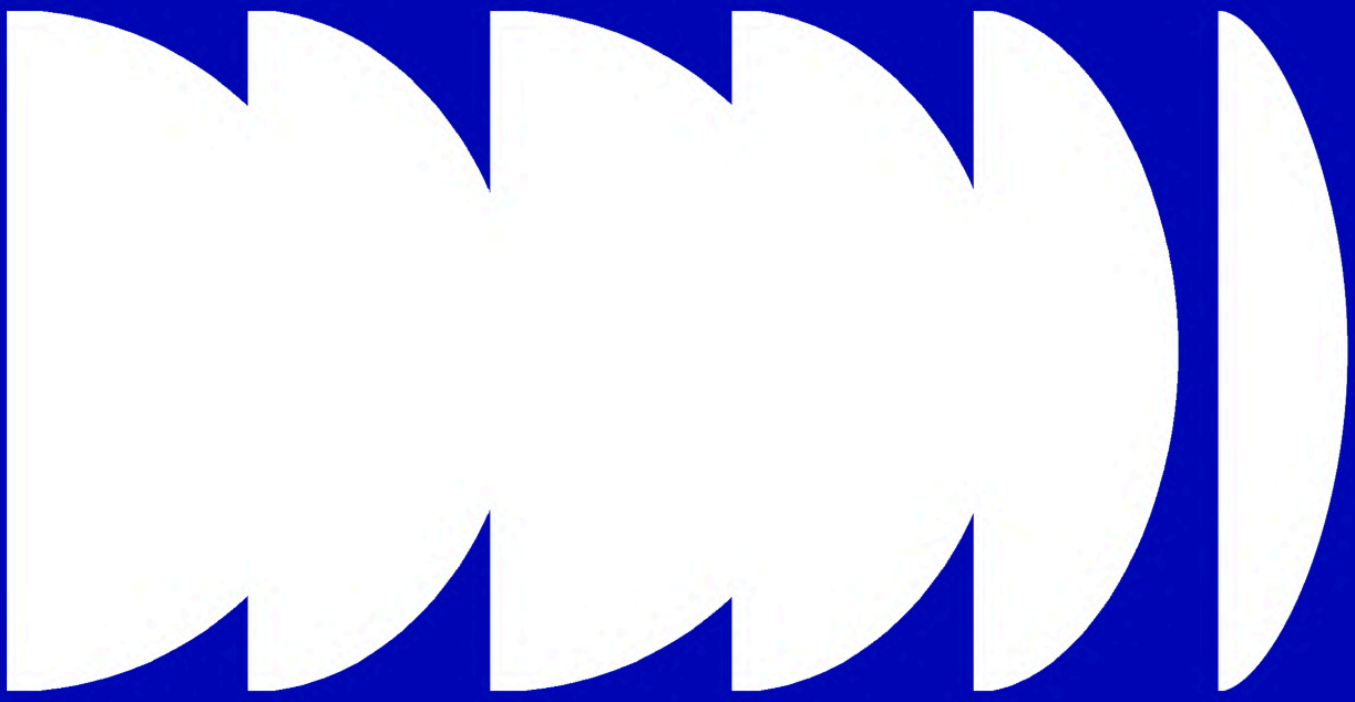


Table des matières

Table des matières **2**
Introduction : l'eau douce, une ressource fondamentale et fragile **5**
L'eau, une ressource vitale pour nos territoires 5
L'eau est présente sous différentes formes sur nos territoires 5
Qualité et quantité : deux dimensions indissociables pour parler de l'eau 6
Cinq risques clés 6
I. L'eau, une ressource vitale pour toutes les activités et les territoires **7**
A. Des consommations importantes sur tous les territoires 7
Prélèvement et consommation indispensable à une multiplicité d'activités 7
Des variations saisonnières 9
Des niveaux et types de consommation différents d'un territoire à un autre 10
Des prélèvements de l'irrigation inégalement répartis 11
B. De multiples réserves d'eau partagées sur les territoires 13
Une ressource dont la disponibilité dépend des facteurs locaux 13
Une régénération saisonnière, qui dépend de la pluviométrie et la capacité de rétention et d'infiltration des sols 15
L'enjeu de la qualité 16
Les eaux non conventionnelles : une ressource encore peu mobilisée 17
C. Des ressources en eau partagées 18
De fortes interdépendances entre territoires producteurs et consommateurs 18
Un ample réseau d'infrastructures, fonctionnel mais vieillissant 18
Une gouvernance complexe et multi-échelle 19
II. Des risques croissants de conflits d'usage sur l'eau sur tous les territoires **21**
A. Des crises de l'eau dans toute la France 21
La crise de 2022, un avant goût du changement climatique 21
Des tensions sur l'approvisionnement en eau potable 22
Une crise de 2022 qui a touché tous les territoires, mais différentiellement 22
Des conflits entre acteurs qui se multiplient, notamment sur les choix en matière d'irrigation 23
Déjà un incontournable enjeu sur la qualité des eaux 23
Des installations industrielles et numériques qui génèrent des tensions 23
B. Les risques générés par les hausses de consommation dans l'agriculture et l'industrie 24
Selon France Stratégie, d'ici 2050, des consommations qui risquent d'exploser 24
Des consommations tendancielles qui vont augmenter dans toute la France, et particulièrement dans le sud-ouest et le nord 25
Risque n°1 (1/2) : Le risque de voir les consommations exploser du fait du changement climatique 26
Des consommations en hausse portées par le changement climatique 26
Risque n°3 : Le risque de voir l'irrigation augmenter fortement les consommations d'eau et générer des conflits d'usage 27
Risque n°4 : Le risque de difficulté d'accès à l'eau potable l'été, une vulnérabilité que l'on peut amoindrir 29

Rapport intermédiaire

Risque n°5 : Le risque de voir apparaître de nouvelles consommations dans l'industrie et le numérique, sources de conflits d'usage 31
Des choix dans les techniques de refroidissement, structurels pour diminuer les prélèvements dans le Rhône 33
C. D'important risques liés à la baisse de la disponibilité, du fait du changement climatique et des pollutions 33
Risque n°1 : Le risque de voir les consommations exploser et les disponibilités diminuer du fait du changement climatique 33
Risque n°2 : Le risque d'une insuffisante régulation des pollutions, dégradant les écosystèmes et réduisant l'eau consommable 35
Réduire les pollutions, pour augmenter les sources d'eau exploitables 35
Préserver les écosystèmes pour favoriser le stockage et l'infiltration de l'eau 35
Mobiliser et développer des réserves, et les interconnexions entre territoires 36
Une solution parmi d'autre : la désalinisation de l'eau, coûteuse énergétiquement et environnementalement 36
Risques n°1 et n°2 : Les risques sur la disponibilité de l'eau : 37
D. Une multitude de conflits sur l'eau 38
Des risques et conflits d'usage sur tous les territoires, et qui s'accumulent dans certains territoires 38
Des tensions très fortes l'été, et dans les mois qui précèdent et suivent l'été 39
Des tensions plus fortes dans certaines Régions 39
Des cas particuliers par type de territoire (métropole, littoral, agricole, industriel, touristique) 40
III. Des structures de gestion complexes 42
A. Gestion de crise et pilotage de la sobriété : dispositifs mais peu de dynamique 42
Trois acteurs en situation de crise : préfets de bassin et de département, et maire 42
Des outils dédiés à la répartition de l'eau entre acteurs : PTGE, zone de répartition des eaux, tours d'eau… 43
Le plan eau : une architecture structurelle pour penser l'avenir de l'eau en France 43
B. De multiples expérimentations locales, pour anticiper les menaces 45
Répondre au risque clé n°1 : Quantifier les effets du changement climatique et s'y adapter 45
Répondre au risque clé n°2 : Lutter contre les pollutions qui vulnérabilisent les approvisionnements, l'exemple de la Métropole de Lyon 45
Répondre au risque clé n°3 : Réguler l'irrigation pour réduire les chances de conflit d'usage en saison estivale 46
Répondre au risque clé n°4 : 46
Réponse au risque clé n°5 : 47
C. Défis, limites et insuffisances de la gestion de l'eau en France 47
Collectivités, acteurs économiques et consommateurs doivent se préparer à des tensions estivales régulières 47
La gouvernance de l'eau est complexe, et ne permet pas toujours d'impliquer tous les acteurs qui devraient l'être 47
Il existe un risque à ce que la vision et les orientations locales n'irrigue pas suffisamment les choix locaux structurants 48
Les territoires doivent intégrer les interdépendances inter-territoriales dans leur gouvernance 48

Rapport intermédiaire

Il ne faut pas négliger les enjeux de qualité 48
Conclusion en cinq risques de conflits d'usage sur la ressource en eau 49
1. Risque des effets du changement climatique sur les consommations et la disponibilité de la ressource en eau 49
2. Risques de pollutions sur la qualité des écosystèmes et la disponibilité en eau consommable 49
3. Risques de conflits d'usage de l'eau liés à l'augmentation de la demande d'irrigation 49
4. Risque de difficulté d'accès à l'eau potable en été 50
5. Risques liés à la réindustrialisation et l'économie numérique sur les conflits d'usage de l'eau 50

Rapport intermédiaire

Introduction : l'eau douce, une ressource fondamentale et fragile

L'eau, une ressource vitale pour nos territoires

L'eau est l'une des ressources les plus structurelles au fonctionnement de nos territoires. Elle est non seulement nécessaire à la vie humaine, qu'elle soit consommée directement, ou indirectement par exemple dans les produits que nous consommons, mais elle est également essentielle à la vie au sein de nos territoires, que ce soit celle des zones humides, des sols et cultures, ou encore des forêts et de la biodiversité.

Par ailleurs, l'eau est fortement mobilisée dans nombre de processus industriels, que ce soit pour la production d'énergie, notamment dans le refroidissement des centrales nucléaires et le fonctionnement de l'hydroélectricité, mais également pour les diverses productions manufacturières que ce soit par exemple le textile ou l'agro-alimentaire, ou pour d'autres industries comme la chimie ou la métallurgie.

L'eau est présente sous différentes formes sur nos territoires

L'eau est présente sous différentes formes sur nos territoires : elle peut être présente en surface, en sous-sol, dans nos sols ou encore être issue d'autres sources que le milieu naturel.

- Les eaux de surface comprennent les eaux des rivières, des lacs, des estuaires, des canaux et les eaux côtières.
- Les eaux souterraines comprennent l'eau issue des aquifères (nappes phréatiques…) c'est-à-dire de l'eau contenu dans des roches poreuses et des cavités souterraines[1], qui se remplissent notamment grâce à l'infiltration de l'eau de pluie, bien que l'eau n'y reste pas statique.
- Les eaux vertes comprennent les eaux qui s'infiltrent dans les sols et dans la biomasse. Elles servent notamment à la croissance des plantes et à la santé biologique des sols.
- Enfin, on considère également les eaux non conventionnelles (ENC), qui comprennent tous les types d'eau qui ne sont pas issus d'un prélèvement dans une ressource naturelle, comme les eaux de pluie en aval des toitures, les eaux grises (eaux polluées) et les eaux issues de certaines activités industrielles[2], ou issue de la réutilisation des eaux usées[3]. La notion d'eau grise est parfois évoquée pour qualifier la quantité d'eau bleue (eau douce) nécessaire pour diluer un taux de pollution donné pour qu'il ne soit plus dangereux pour l'environnement et pour la santé.

[1] Les eaux souterraines | Eaufrance
[2] Les eaux non conventionnelles, une solution face à l'augmentation des restrictions d'usages ? | Cerema
[3] Présentation du plan national d'adaptation au changement climatique

Rapport intermédiaire

Qualité et quantité : deux dimensions indissociables pour parler de l'eau

Il est possible d'analyser la disponibilité en eau sur nos territoires selon deux considérations : leur quantité et leur qualité, que l'on peut tous les deux définir par des seuils. La qualité dépend notamment de l'état écologique de l'eau[4], c'est-à-dire ses qualités biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques, et de son état chimique, c'est-à-dire les concentrations de polluants, qui ne doivent pas dépasser les normes et valeurs seuils[5].

La quantité peut se mesurer en considérant le dépassement ou non de la capacité de renouvellement de la ressource disponible par les prélèvements. Les deux dimensions sont importantes à considérer pour envisager l'avenir de la ressource en eau, et pour anticiper de potentiels conflits d'usage, car un dommage qualitatif, au-delà d'avoir des conséquences potentielles sur la santé, peut rendre certaines eaux impropres à la consommation ou condamner la viabilité des milieux qu'elle parcours. .

Cinq risques clés

- **Risque n°1 : Le risque de voir les consommations exploser et les disponibilités diminuer du fait du changement climatique** : Le réchauffement climatique réduit la disponibilité de l'eau (moins de précipitations, plus d'évaporation) tout en augmentant les besoins (irrigation, arrosage urbain, neige artificielle), ce qui accentue les tensions sur la ressource.

- **Risque n°2 : Le risque d'une insuffisante régulation des pollutions, dégradant les écosystèmes et réduisant l'eau consommable** : Les pollutions agricoles, industrielles et urbaines dégradent la qualité des ressources en eau, rendant certaines zones impropres à la consommation et fragilisant les écosystèmes.

- **Risque n°3 : Le risque de voir l'irrigation augmenter fortement les consommations d'eau et générer des conflits d'usage** : L'irrigation agricole, déjà très consommatrice, devrait s'intensifier, accentuant les conflits d'usage, notamment dans les territoires agricoles vulnérables au stress hydrique.

- **Risque n°4 : Le risque de difficulté d'accès à l'eau potable l'été, une vulnérabilité que l'on peut amoindrir** : Les épisodes de sécheresse révèlent la fragilité de l'accès à l'eau potable, en particulier dans les zones densément peuplées ou touristiques, malgré des marges de réduction par sobriété et réutilisation des eaux usées.

- **Risque n°5 : Le risque de voir apparaître de nouvelles consommations dans l'industrie et le numérique, sources de conflits d'usage** : La réindustrialisation et l'expansion du numérique (datacenters) pourraient engendrer de nouvelles tensions locales sur l'eau, en particulier dans des zones déjà fortement sollicitées.

Rapport intermédiaire

[4] Règles d'évaluation de l'état des eaux | Eaufrance
[5] Règles d'évaluation de l'état des eaux | Eaufrance

I. L'eau, une ressource vitale pour toutes les activités et les territoires

A. Des consommations importantes sur tous les territoires

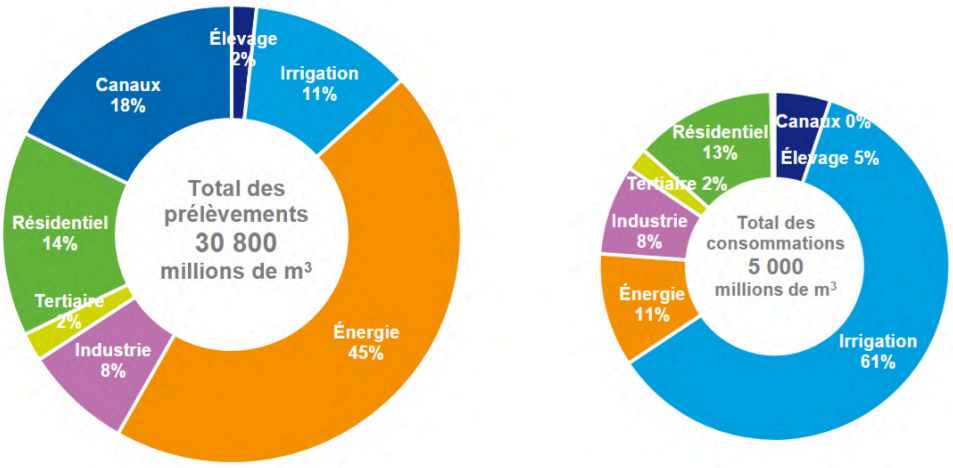
Prélèvement et consommation indispensable à une multiplicité d'activités

Il est important de distinguer deux types d'usage de l'eau : les prélèvements et les consommations. L'eau prélevée correspond, selon la définition de l'OCDE, aux « volumes d'eau douce extraits définitivement ou temporairement d'une source souterraine ou de surface et transportés sur leur lieu d'usage ». Il existe différents types de prélèvements, comme un prélèvement pour l'AEP (Adduction / Alimentation d'Eau Potable), un prélèvement industriel (net), un prélèvement d'irrigation, un prélèvement pour le refroidissement des centrales, un prélèvement pour le remplissage hivernal du barrage collinaire, un prélèvement pour le soutien d'étiage des canaux, voire parfois des prélèvements pour réalimenter les nappes. Parmi les prélèvements on compte également ceux, et pour le soutien d'étiage des canaux.

L'eau consommée est la part du prélèvement qui ne retourne pas directement à la ressource mobilisable, c'est-à-dire aux eaux de surface et aux nappes phréatiques. Ceci est dû à l'évaporation ou à l'incorporation de l'eau dans les produits. Par exemple, l'eau utilisée pour l'irrigation peut être consommée par les plantes et ne pas retourner au milieu aquatique. D'ailleurs, une partie de l'eau qui circule dans les réseaux est perdue sur le parcours (par exemple du fait de fuites dans les canalisations) et retourne directement dans le cycle de l'eau.

Les activités territoriales et économiques **dépendent** fortement de la ressource en eau, via prélèvements et consommations :

Rapport intermédiaire



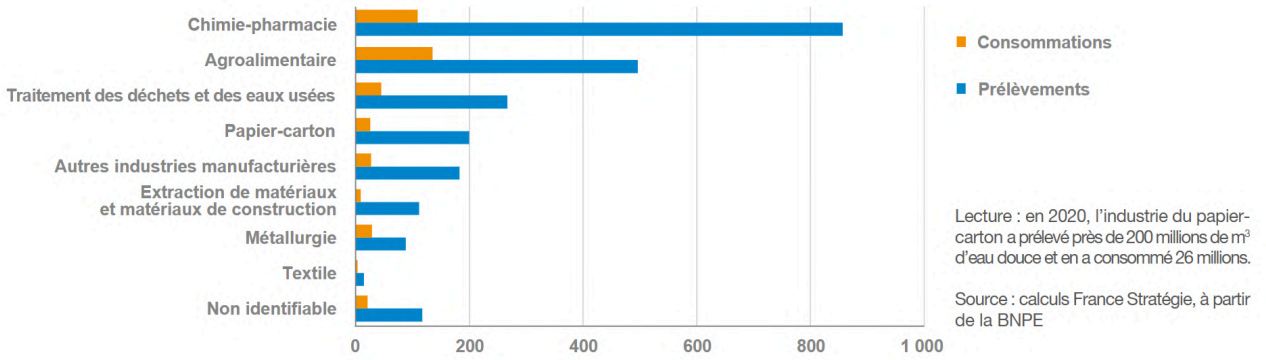
Lecture : en 2020, l'énergie représente 45 % des prélèvements totaux et 11 % des consommations totales.

Source : France Stratégie

Répartition des prélèvements (à gauche) et des consommations (à droite) en 2020 estimés par France Stratégie par secteur d'activité[6]

Les prélèvements et consommations des **centrales de production d'énergie** dépendent fortement des techniques de refroidissement. Les centrales Bugey 2 et 3 par exemple, qui fonctionnent en circuit ouvert, prélèvent 212 m3/MWh et en consomment 1 m3/MWh[7]. En regard, les centrales Bugey 4 et 5, qui fonctionnent en circuit fermé, prélèvent 25 m3/MWh et en consomment 6 m3/MWh, ou encore, la Centrale de Chinon, qui fonctionne aussi en système fermé, prélève 8 m3/MWh et en consomme 2 m3/MWh.

De même, les différentes **industries** n'ont pas les mêmes niveaux de prélèvements et de consommations. A prélèvement équivalent, la part d'eau consommée est par exemple plus forte dans l'agroalimentaire et dans la métallurgie que dans la chimie-pharmacie.



Lecture : en 2020, l'industrie du papier-carton a prélevé près de 200 millions de m³ d'eau douce et en a consommé 26 millions.

Source : calculs France Stratégie, à partir de la BNPE

Prélèvements et consommations en eau des principales activités industrielles en France hexagonale et en Corse en 2020 (en millions de m3)[8]

L'eau est ainsi mobilisée dans la production de plusieurs autres ressources, comme l'électricité, la biomasse agricole, et la biomasse forestière. Ces différents usages peuvent être sources de **pollutions** pour la ressource en eau. La production agricole peut générer

[6] strategie.gouv.fr/files/2025-01/FS-2025-Rapport-EAU-24janvier.pdf
[7] Source : calculs France Stratégie, d'après les données RTE et BNPE
[8] strategie.gouv.fr/files/2025-01/fs-2024-na_136_enjeux_et_usages_de_leau_avril.pdf

des pollutions en termes de nitrates et de phosphates, ou alors du fait de l'usage de phytosanitaires. L'usage de l'eau pour le refroidissement de centrales peut venir créer un réchauffement du milieu aqueux qui peut être impactant pour la biodiversité aquatique. La présence de barrages et de centrales hydrauliques peut perturber l'écoulement de l'eau, le passage des espèces aquatiques, et le transport des sédiments.

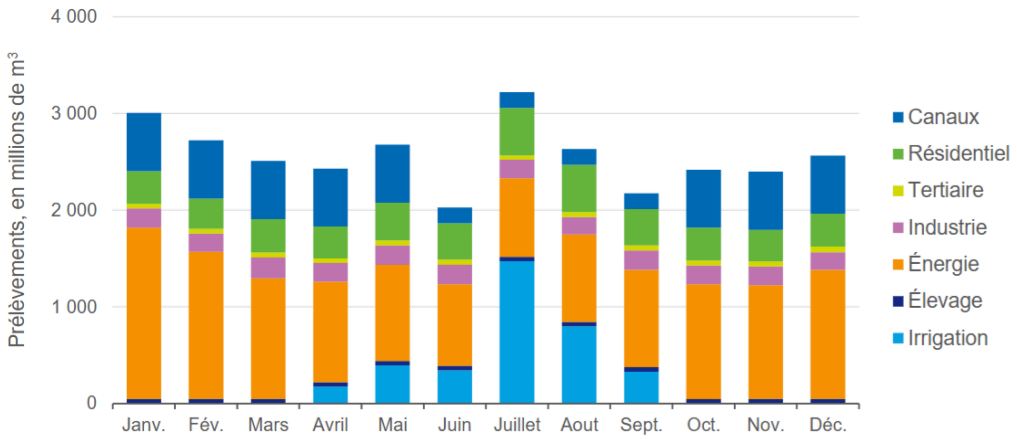
Il est également important de considérer d'autres modes d'usages de la ressource. Tout d'abord, une partie de l'eau sert au fonctionnement des **écosystèmes**, que ce soit les sols, les forêts ou encore les écosystèmes aqueux. Cette part d'eau est strictement fondamentale, et peut parfois être menacée par les prélèvements humains. Il est également important de considérer la qualité de l'eau, qu'il s'agisse des taux de polluants, ou de sa température. L'eau est par exemple chauffée lorsqu'elle est utilisée pour du refroidissement de centrales.

Par ailleurs, l'eau est également sollicitée sans être consommée pour certains **loisirs**, comme par exemple la baignade.

Des variations saisonnières

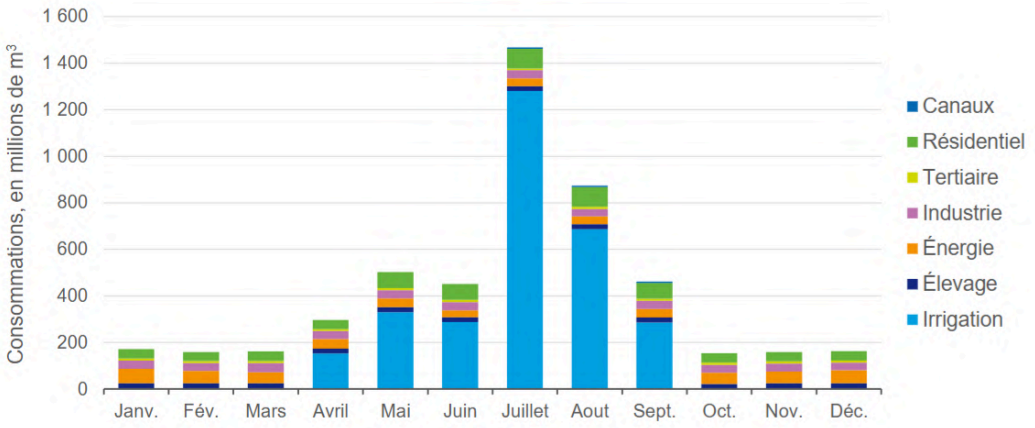
Les consommations ne sont pas les mêmes au cours de l'année. L'irrigation est par exemple principalement concentrée entre mai et septembre. D'après le SDES, les consommations en eau de juin à août, représentent 60 % des consommations totales de l'année. L'irrigation s'est fortement développée dans la dernière décennie, en augmentant d'entre 12 %, dans le bassin Adour-Garonne, et 78 %, dans le bassin Artois-Picardie.

L'été peut également être marqué par des croissances locales des consommations, notamment dans les territoires qui accueillent des touristes. La Communauté de Communes du pays Bigouden Sud témoigne ainsi d'une multiplication par trois de sa population en période estivale, et une multiplication par deux de sa consommation d'eau. On remarque que la plupart des territoires qui accueillent des touristes l'été sont des territoires où la ressource est déjà en tension comme c'est le cas de la Côte d'Azur ou de la Côte Atlantique.



Prélèvements mensuels d'eau estimés par le modèle de France Stratégie par secteur d'activité en 2020, en millions de m3

Rapport intermédiaire

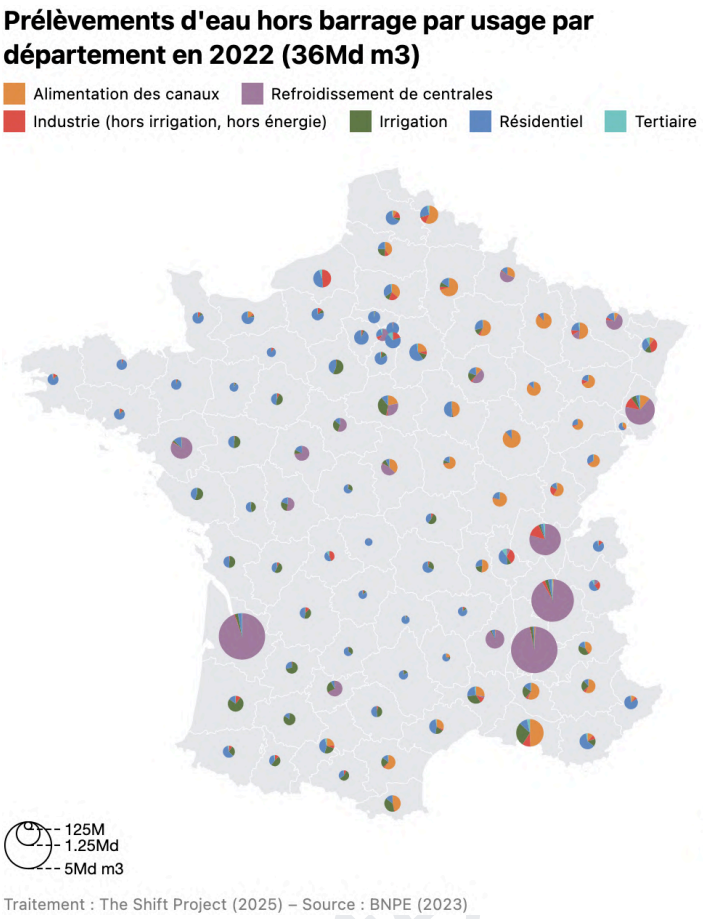


Consommations mensuelles d'eau estimées par le modèle de France Stratégie par secteur d'activité en 2020, en millions de m3

Des niveaux et types de consommation différents d'un territoire à un autre

Ces différents usages se traduisent différemment sur les territoires. Les prélèvements pour le refroidissement des centrales sont principalement concentrées le long de la Loire et du Rhône. La production d'eau potable est globalement bien répartie sur les territoires, bien que plus forte dans les zones urbaines. Les consommations pour les canaux de navigation sont concentrées, naturellement, dans les zones qui concentrent la majorité des canaux en France, c'est-à-dire le quart Nord-Est de la France, ainsi que que le Sud-Est. Les consommations en irrigation sont concentrées dans le Sud de la France et dans une zone comprise entre le Sud de l'Ile de France et le Sud-Ouest. Enfin les consommations industrielles sont concentrées dans le Nord, dans l'Est, et dans la vallée du Rhône.

Rapport intermédiaire

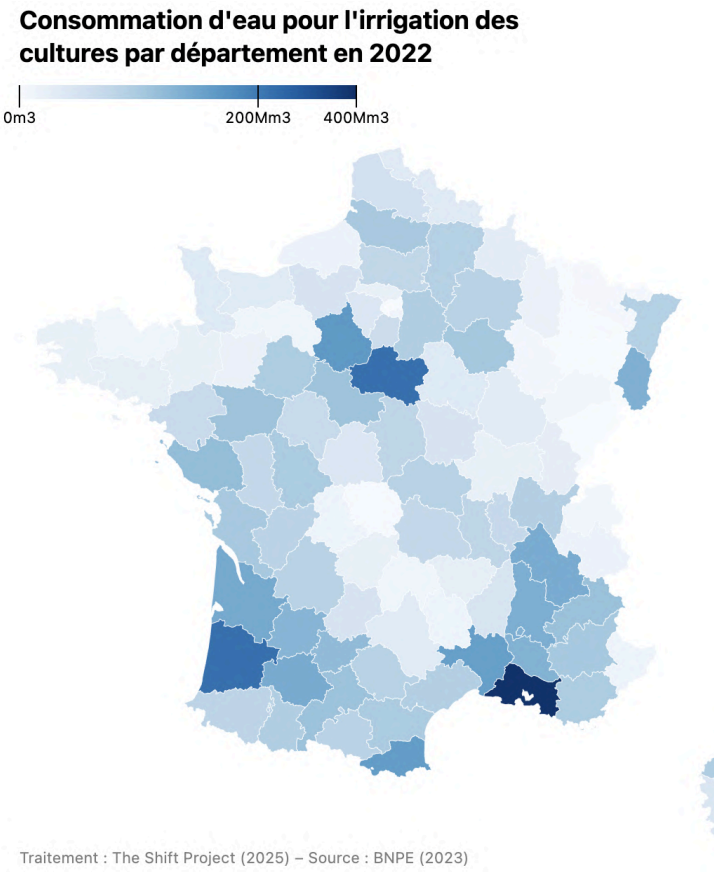


En analysant les types de prélèvement par territoire et leur poids respectif, il est possible de distinguer des situations différentes d'un territoire à un autre. Le Sud-Est est dominé par les prélèvements qui concernent les barrages. Il y a également beaucoup de prélèvements de surface pour alimenter le canal de provence, qui sert lui-même à alimenter les cultures, l'arboriculture et les vignes. Le Centre-Est (le long du Rhône) est consommateur d'eau pour le refroidissement des centrales et pour l'industrie. Le Nord et l'Est sont marqués par les prélèvements pour les canaux, et pour l'industrie. Les prélèvements du Sud-Ouest se partagent entre les agriculteurs (pour l'irrigation), et les consommations d'eau potable. L'irrigation est également présente dans le Centre, le Sud-Est et l'Alsace. L'eau potable occupe partout des consommations non négligeables.

Des prélèvements de l'irrigation inégalement répartis

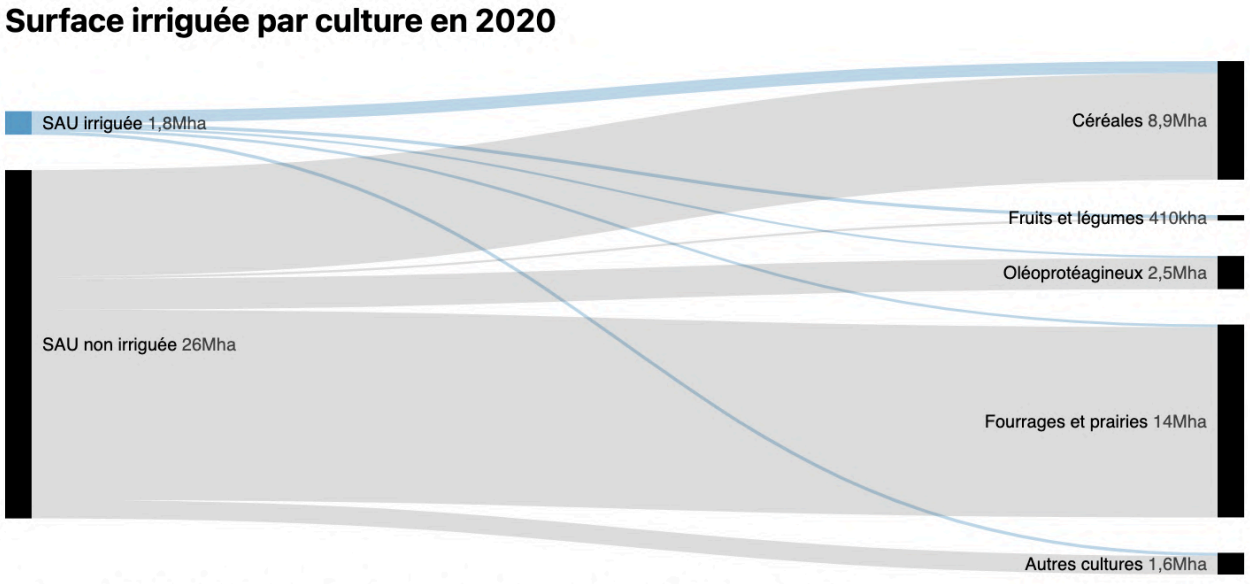
Une surface est irriguée, si elle a été arrosée au moins une fois dans l'année. Elle est irrigable si elle est munie d'un dispositif d'irrigation. Les surfaces irriguées représentent 1,8 million d'hectares, soit 6,8 % de la surface agricole utile (SAU). Les prélèvements pour l'irrigation sont inégalement répartis en France. Les différentes techniques d'irrigation n'ont pas la même efficience. La part de l'eau qui atteint la plante cible est de 40 % pour l'irrigation gravitaire, de 80 % pour l'aspersion et 90 % pour la micro irrigation[9].

[9] Source : France Stratégie d'après Wittling C. et Ruelle P. (2022), Guide pratique de l'irrigation



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : BNPE (2023)

Parmi les surfaces irriguées, 3 types de cultures mobilisent à elles seules 59 % des surfaces totales irriguées : le maïs (38 %), le blé (12 %) et les légumes frais, fraises et melons (9 %)[10].



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Recensement agricole 2020 (Agreste, 2020)

Une entité publique, la Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau (BNPE) gérée par l'OFB, est chargée du suivi des prélèvements. Il est important de noter que tous

[10] L'irrigation des surfaces agricoles : évolution entre 2010 et 2020 | Données et études statistiques

les prélèvements ne sont pas suivis. Par exemple, ce n'est pas le cas des prélèvements qui représentent moins de 7 000 m3 d'eau par an. Une problématique est également le caractère déclaratif de ce suivi, qui laisse craindre une potentielle sous-évaluation des prélèvements.

De même, les forages domestiques ne sont pas systématiquement déclarés en mairie. On estime qu'ils pourraient être 1,5 million en service en France, correspondant à une maison sur dix, et dont seul 1/50 serait déclaré, et correspondant globalement à une consommation de 200 Mm3 par an. Cela peut générer des difficultés dans le suivi des prélèvements et dans l'anticipation des tensions.

B. De multiples réserves d'eau partagées sur les territoires

Une ressource dont la disponibilité dépend des facteurs locaux

Comme on l'a précisé en introduction, l'eau est présente sur les territoires sous différentes formes : eaux de surface, eaux profondes, eaux vertes et eaux non conventionnelles. La disponibilité de l'eau sur les territoires dépend de plusieurs facteurs locaux : la présence ou non de nappes phréatiques (et leur taille), la proximité avec des sources d'eau de surface (fleuves, rivières…), ou l'accès à des réserves d'eau de surface (barrage, retenue…). Il faut rajouter à cela les facteurs de renouvellement de l'eau, c'est-à-dire les précipitations et les capacités d'infiltration des sols.

> Pour la suite de nos travaux, nous voulons ajouter une illustration montrant la disponibilité de la ressource en eau sur les territoires en croisant plusieurs sources : eau de surface, eau profonde, et sols. Nous pourrons également ajouter des indicateurs en termes de débits moyens aux principaux estuaires.
>
> A ce stade, nous n'avons pas connaissance d'une telle illustration. N'hésitez pas à nous en faire part si vous en connaissez une.

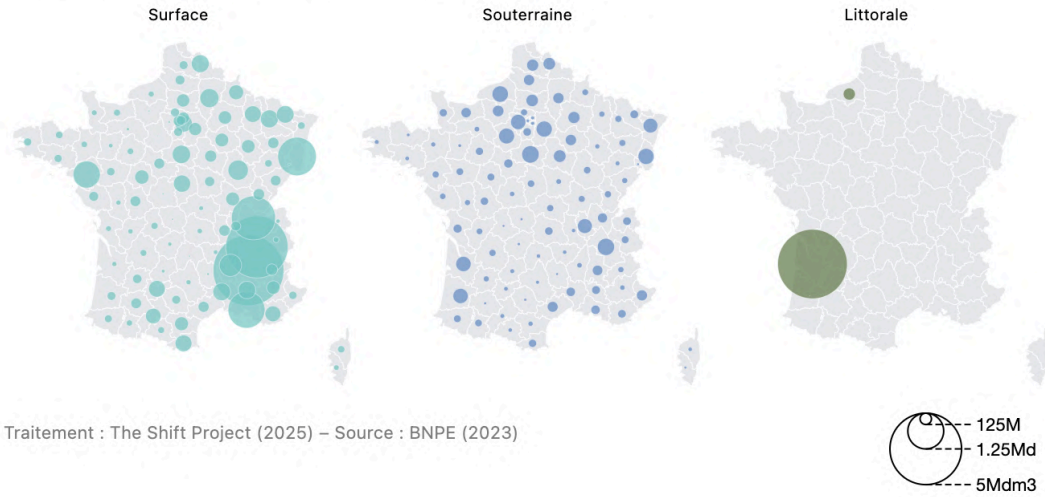
On estime ainsi à 210 milliards de m3 la part d'eau renouvelable disponible à l'échelle nationale sur l'année. Une disponibilité qui paraît importante mais que l'on peut nuancer du fait de sa répartition inégale sur les territoires qui font que les prélèvements peuvent dépasser la ressource localement renouvelable, ou alors peuvent entrer en contradiction avec les besoins locaux des écosystèmes. Cette quantité d'eau disponible a diminué de 33 milliards de m3 entre 1990-2001 et 2002-2018, soit une baisse de 14 %, principalement du fait de la baisse des précipitations.

Les prélèvements d'eau se font à 82 % dans les eaux de surface (lacs et rivières) et à 18 % dans les eaux souterraines[11]. Les territoires mobilisent différemment ces différentes sources, selon les disponibilités locales et les types d'activités présentes sur le territoire. On remarque ponctuellement le recours à de l'eau de mer, en Gironde, pour le refroidissement d'une centrale.

[11] strategie.gouv.fr/files/2025-01/fs-2024-na_136_enjeux_et_usages_de_leau_avril.pdf

Prélèvements d'eau par source par département en 2022

À l'exclusion de l'eau mobilisée par les barrages hydrauliques.



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : BNPE (2023)

La gestion de la ressource est pensée selon des bassins hydrographiques (6 en Métropole), eux-mêmes divisés en régions hydrographiques (au nombre de 24 en Métropole). Les bassins hydrographiques correspondent à l'ensemble des eaux de surfaces drainées par un réseau de cours d'eau et de leurs affluents se déversant vers la mer par une seule embouchure, estuaire ou delta. La ressource en eau qui peut être puisée dans les cours d'eau est notamment définie par les “débits réglementaires minimaux”, en deçà desquels les prélèvements peuvent être interdits par décret. Ceux-ci sont définis localement pour préserver l'intégrité des milieux naturels, et pour assurer une certaine salubrité de l'eau.

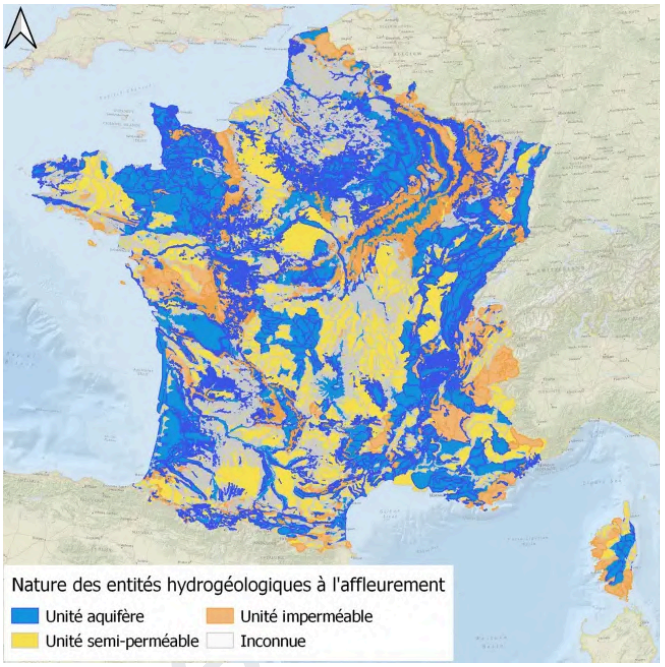
Par ailleurs, une partie de l'eau est contenue dans les pores et fissures des roches du sous-sol, dans ce qu'on appelle des nappes phréatiques. Lorsque les formations contiennent des eaux qui sont exploitables significativement on parle d'aquifères. Les nappes emmagasinent l'eau, et permettent son écoulement vers les exutoires naturels, notamment les rivières ou la mer. Le niveau des nappes varie pendant l'année, entre des niveaux plus hauts l'hiver, et des niveaux bas l'été. La période de recharge des nappes s'étend de septembre-octobre à mars-avril.

Les différentes nappes ont des rythmes différents de recharge, et des niveaux différents d'inertie, en fonction de leur composition géologique. Les nappes dites réactives ont des niveaux conditionnés par la recharge hivernale, et les nappes inertielles ont des niveaux conditionnés par les recharges hivernales des années précédentes. Le BRGM référence 6500 nappes de toutes tailles, dont 200 aquifères d'envergure régionale (entre 1000 et 100000 km2).

Reproduction interdite



24 régions hydrographiques de l'Hexagone[12]



Entités hydrogéologiques à l'affleurement[13]

La surface est également émaillée de nombreux stockages d'eau (artificiels), de quatre natures principales. Trois d'entre eux, les barrages, les retenues en dérivation et les retenues collinaires, se définissent par leur position vis-à-vis du cours d'eau. Par ailleurs, on considère également les “réserves” qui sont alimentées par pompage dans un cours ou une nappe. La capacité de stockage cumulée sur les stockages artificiels est estimée à 18 milliards de m3[14]. Les pertes liés à l'évaporation de l'eau dans les surfaces artificielles est estimée par France Stratégie à 1 milliard de m3 par an[15].

En outre, la régénération de la ressource en eau dépend en partie de l'état des autres ressources locales. En effet, les cultures agricoles et les plantations forestières influencent l'écoulement de l'eau, et peuvent permettre son infiltration dans les sols, notamment grâce aux réseaux racinaires et à la biodiversité des sols. Les pratiques d'agriculture et de sylviculture influencent fortement ce potentiel de stockage de l'eau dans les sols.

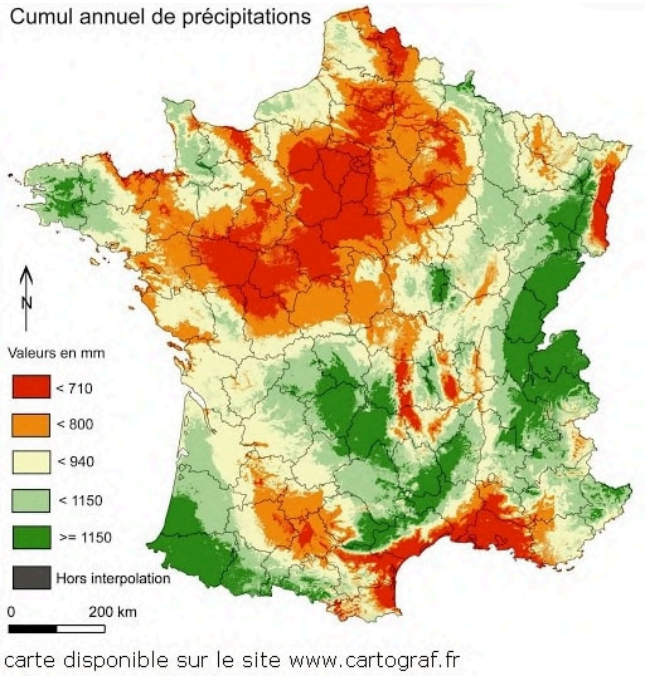
Une régénération saisonnière, qui dépend de la pluviométrie et la capacité de rétention et d’infiltration des sols

La disponibilité de l'eau doit ainsi se penser dans le temps, en prenant en compte les effets saisonniers de remplissage des réserves et de consommations. Les nappes d'eau souterraines sont alimentées par la pluie, et se rechargent principalement en automne et en hiver. Les territoires ne bénéficient pas tous de la même pluviométrie. Une partie de l'eau ruisselle, et une autre partie s'infiltre. Au sein de l'eau qui s'infiltre, 60 % s'évacuent vers

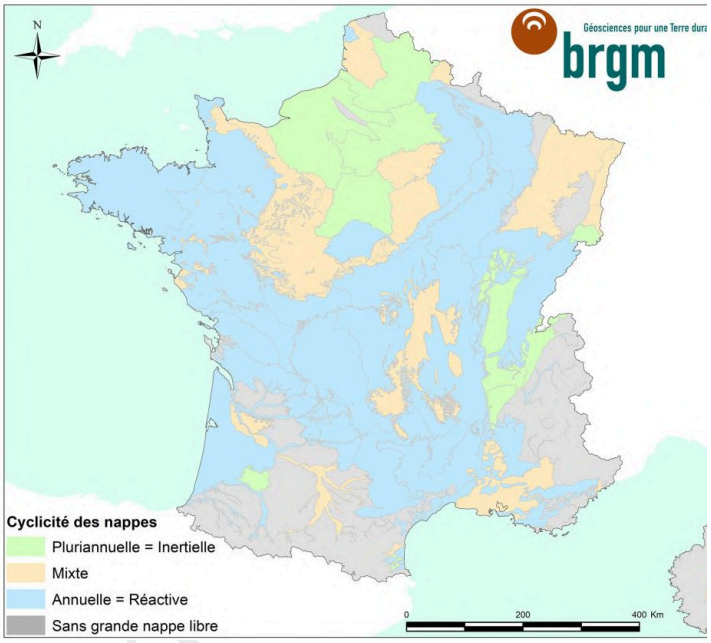
[12] Bassin hydrographique — Wikipédia
[13] État des nappes d'eau souterraine : un suivi assuré par le BRGM | BRGM
[14] Prélèvements et consommations d’eau : quels enjeux et usages ?
[15] Prélèvements et consommations d’eau : quels enjeux et usages ?

Rapport interne

l'atmosphère via l'évaporation ou la transpiration des plantes[16]. Une partie de l'eau reste dans les sols, et constitue la réserve d'eau utile, dans laquelle peut puiser la plante.



Cumul annuel de précipitations[17]



Cyclicité des nappes d'eau souterraine en France hexagonale[18]

L'enjeu de la qualité

Il faut non seulement considérer la disponibilité quantitative, mais également l'état des réserves d'eau qui sont disponibles. En effet, les pollutions qui s'accumulent dans certaines réserves d'eau, peuvent les rendre impropres à la consommation et générer des fermetures de points de captages.

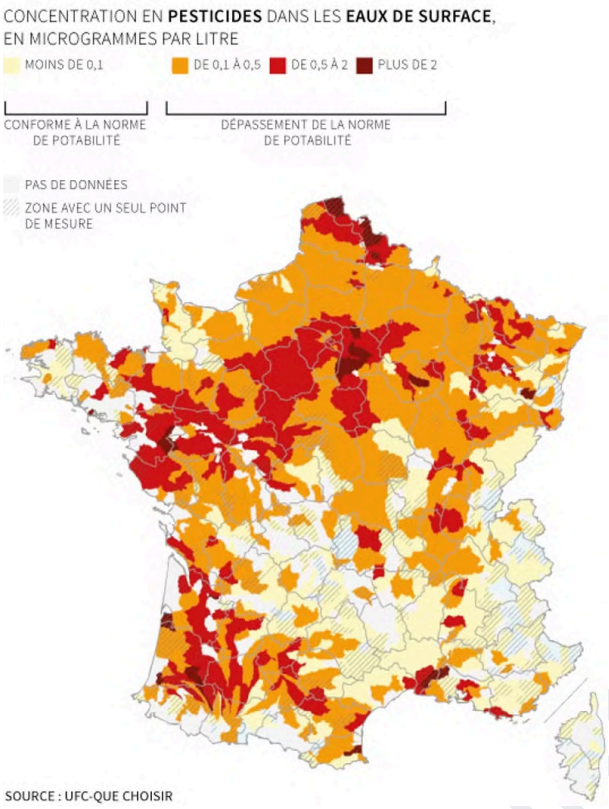
Cependant dès lors que les sources sont jugées exploitables, l'eau est traitée en station d'épuration, avec des coûts de traitement qui s'envolent, et donc que ces pollutions ne sont normalement plus contenues dans l'eau du robinet, à l'exception des polluants éternels dont la réglementation est encore récente. En 2022, si 88 % des eaux souterraines sont considérées en bon état quantitatif, 71 % sont considérées en bon état chimique, c'est-à-dire que 29 % ont été déclassés par du fait de pollutions aux pesticides et de taux taux trop élevés de nitrates[19].

L'enjeu qualitatif est encore plus grand pour les eaux superficielles qui sont plus directement exposées aux rejets de l'agriculture et de l'industrie. Ainsi, en 2019, 43 % étaient en bon état écologique, et 45 % en bon état chimique[20]. Les deux cartes suivantes nous permettent

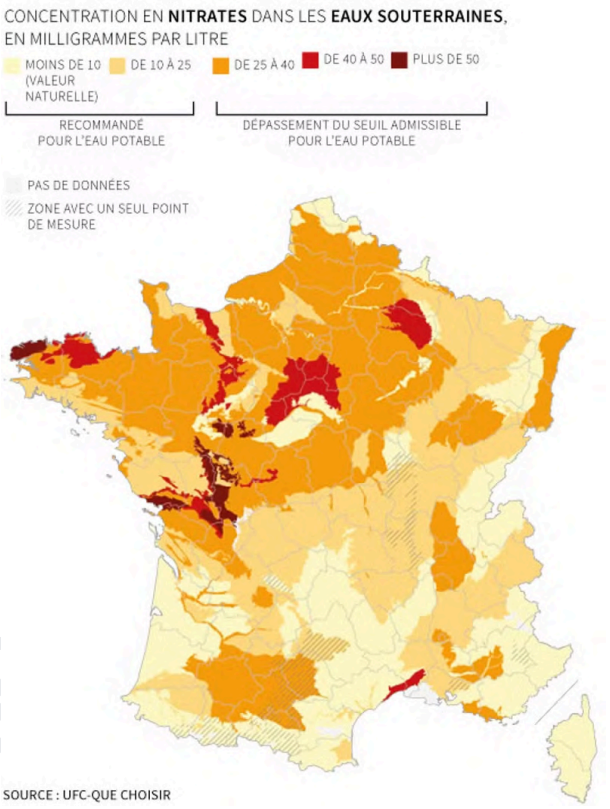
[16] État des nappes d'eau souterraine : un suivi assuré par le BRGM | BRGM
[17] carte_france_precipitation_pluviometrie_annuel.jpg (512×536)
[18] État des nappes d'eau souterraine : un suivi assuré par le BRGM | BRGM
[19] Bulletin national de synthèse de l'état des lieux des bassins - Office Français de la Biodiversité - 2022-1
[20] Bulletin national de synthèse de l'état des lieux des bassins - Office Français de la Biodiversité - 2022-1

Rapport intern

d’identifier que la quasi-totalité du territoire est concerné par des pollutions significatives de ses eaux de surface et souterraines, sauf dans les Alpes et le Massif central qui sont légèrement moins touchés. Le Nord et la moitié Ouest de la France sont particulièrement touchés.



Concentration en pesticides dans les eaux de surface en microgrammes par litre (2017)[21]



Concentrations en nitrates dans les eaux souterraines en milligrammes par litre (2017)[22]

Les eaux non conventionnelles : une ressource encore peu mobilisée

Il est possible d'utiliser plusieurs fois une même ressource en eau prélevée grâce à des systèmes de réutilisation des eaux usées traitées (REUT). Les eaux réutilisées peuvent venir en substitution de l'eau potable pour des usages où la potabilité n'est pas nécessaire, comme le nettoyage des voiries ou l'arrosage des espaces verts. Cependant, ces systèmes sont assez peu développés en France, les eaux issues de REUT représentant 1 % de l'eau consommée, contre par exemple 12 % en Espagne.

[21] La qualité de l'eau se dégrade encore en France
[22] La qualité de l'eau se dégrade encore en France

C. Des ressources en eau partagées

De fortes interdépendances entre territoires producteurs et consommateurs

La circulation de l'eau sur nos territoires peut être pensée à travers l'analyse des deux types de cycle principaux : le petit cycle et le grand cycle. Le “**grand cycle de l'eau**” correspond aux étapes successives de précipitation, ruissellement vers le réseau hydrographique ou infiltration dans les nappes, retour à la mer, évaporation. Ce grand cycle de l'eau, marqué par des différentiels d’évaporation et de précipitations sur les territoires, génère une répartition différenciée de l'eau sur les territoires. Par exemple, au sein du **département Finistère**, il existe un véritable gradient entre le sud du département qui a 650 mm de pluie à l'année, et le centre du département, les monts d'Arrée, qui ont 1400 mm de pluie.

Ce décalage est d'autant plus impactant lorsqu'il ne correspond pas au gradient de peuplement. En l'occurrence, le Finistère est plus peuplé dans le sud, le besoin d'eau y est donc plus fort, et moins peuplé dans le centre. Les territoires tentent ainsi de sécuriser l’eau pour les zones de disponibilité et les zones de consommation, en développant des infrastructures permettant de s’approvisionner sur le territoire et en dehors de celui-ci, avec autant de nappes et d’eaux de surface que disponible.

Le “**petit cycle de l'eau”** correspond ainsi au parcours de l'eau entre le point de captage, là où l'eau est prélevée, jusqu'à son rejet dans le milieu naturel, en passant par le circuit de l'eau potable et celui de la collecte et du traitement des eaux usées et pluviales. Le point de captage peut donc être situé à distance du territoire. Bourges mentionne par exemple que le champ captant servant à l'alimentation en eau du territoire est situé à 63 km du territoire.

> Sur la base de la carte des consommations d’eau (cf. partie A), et de celle que nous construirons sur les disponibilités d’eau (cf. partie B), nous allons construire une visualisation du différentiel, sur chaque territoire, entre l’eau disponible et l’eau consommée.

Un ample réseau d’infrastructures, fonctionnel mais vieillissant

La disponibilité de l'eau sur les territoires, et sa circulation de manière plus générale, dépend de la présence d'écosystèmes, et de l'état des sols. Le grand cycle de l'eau est ainsi non seulement modelé par le réseau hydrographique de cours d'eau, mais aussi par la nature des sols, qui influence la manière dont l'eau va s'infiltrer ou alors circuler à la surface. La présence de végétation et de sols vivants favorise l'infiltration et le stockage local de l'eau, là où les sols artificialisés favorisent sa circulation de surface en favorisant son ruissellement, entre son arrivée sous forme de pluie et son retour dans le milieu naturel.

Le petit cycle de l'eau repose sur des infrastructures humaines. L’eau est prélevée dans le milieu naturel par pompage, puis l’eau est transportée (adduction) par des canalisations jusqu’à la station de potabilisation ou l’unité de production d’eau potable. L’eau est ensuite distribuée aux consommateurs via le réseau de distribution. L’eau est consommée et dégradée par l’activité ou l’utilisateur. L’eau est ensuite collectée (en séparant les différents

Rapport intermédiaire

types d'eau ou non), et transportée jusqu'aux stations de traitement des eaux usées (STEU), avant d'être relâchée dans le milieu naturel.

Ces infrastructures font face à plusieurs enjeux. Les réseaux d'eau potables sont vieillissants, ce qui pose un enjeu de taille étant donné la taille du linéaire et le taux de renouvellement de 1 %, avec une durée de vie moyenne de 50 ans[23]. Les défauts du réseau d'eau potable génèrent des pertes importantes notamment car l'eau y est transportée sous pression. Inversement, les réseaux d'assainissement fonctionnent plus généralement de manière gravitaire (du fait d'une pente intégrée dans leur conception), ce qui fait qu'ils ont parfois tendance à drainer les eaux des nappes ou les eaux météoriques (eaux issues de la pluie).

Il existe également des infrastructures permettant de faire des transferts d'eau entre territoires à l'échelle régionale. Par exemple, l'eau du lac de Serre-Ponçon peut être exportée jusqu'à la côte, ou l'eau du Rhône est distribuée dans le Sud de la France grâce au système Rhône[24], dont un tronçon s'étend jusqu'au Languedoc, via l'*Aqua Domitia*. Par contre, les solutions de transfert sont en débat, en particulier lorsqu'il est question de développer de nouvelles infrastructures, ou d'étendre des infrastructures existantes. Il existe par exemple un tel débat vis-à-vis de l'extension de l'aqua domitia vers les Pyrénées Orientales[25], voire même jusqu'à Barcelone.

Une gouvernance complexe et multi-échelle

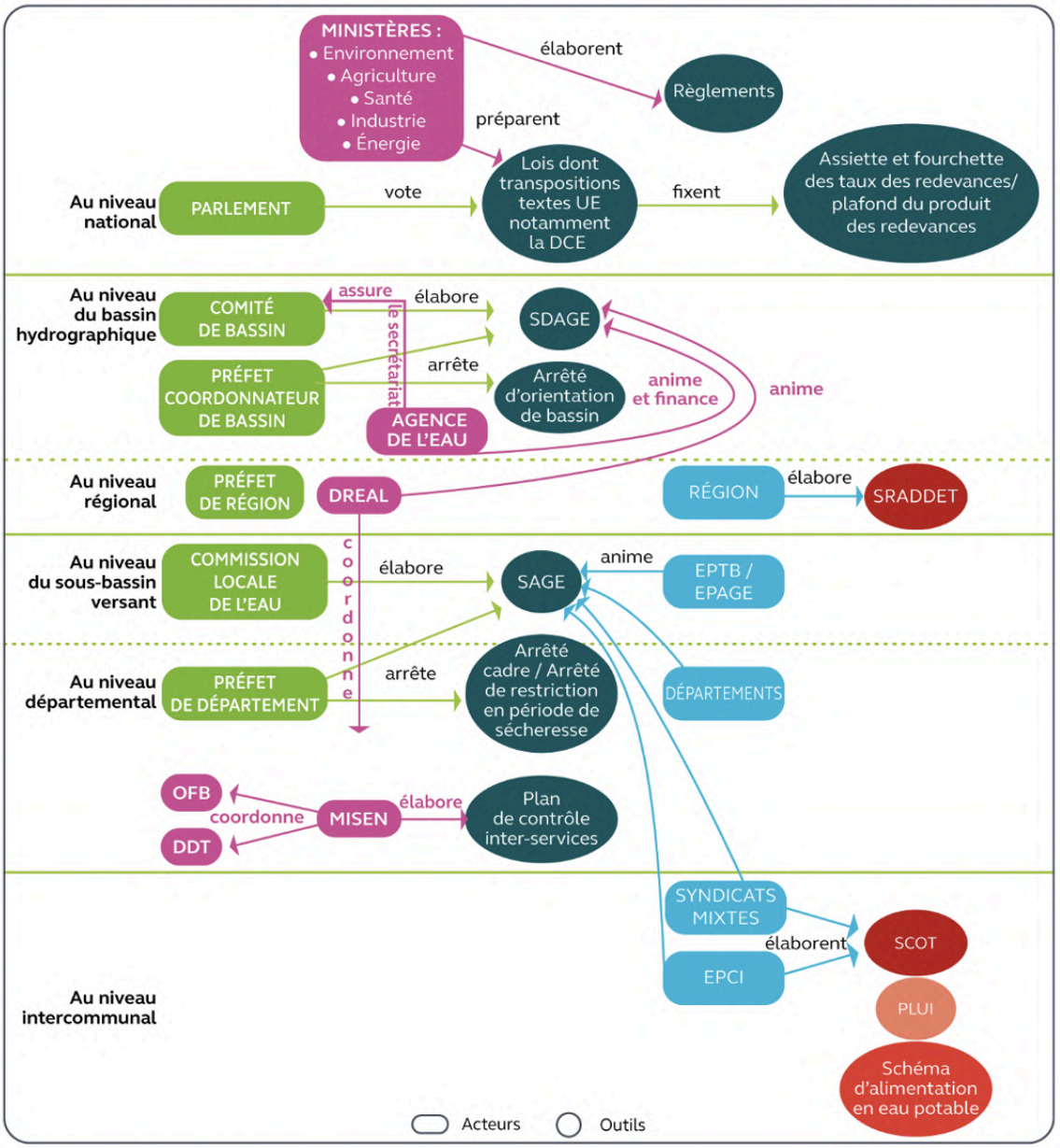
La gouvernance de l'eau a fait l'objet d'une structuration en plusieurs niveaux en France. Le niveau national concentre les fonctions légales, réglementaires et les orientations générales à l'échelle française. Le niveau des bassins hydrographiques est celui des agences de l'eau et des SDAGE. Ces bassins hydrographiques sont composés de plusieurs bassins versants, eux-mêmes régis par les SDAGE et les Commissions Locales de L'eau. Le bassin versant se définit par l'ensemble de la surface recevant des eaux qui circulent naturellement vers un même cours d'eau ou une même nappe d'eau souterraine : toute goutte d'eau qui tombe dans un bassin versant en sort par le même exutoire. Le niveau du bassin versant permet ainsi de penser la disponibilité et la préservation de l'eau provenant d'une même source de surface ou de profondeur.

Les Régions et Départements, qui n'ont pas de compétence spécifique pour intervenir sur la gestion de l'eau potable et de l'assainissement, peuvent en revanche jouer un rôle pour stimuler les coopérations et les mutualisations à une échelle adaptée. Le niveau régional est adapté pour penser des solidarités et des mutualisations à une échelle plus large. Le niveau départemental peut faciliter les coopérations territoriales, à une échelle adaptée pour questionner les usages et les disponibilités. D'autant plus que de nombreux départements ont été nommés d'après des éléments hydrographiques, traduisant une certaine prise en compte du relief lors de leur création, bien que leur périmètres ne correspondent pas avec celui des bassins versants.

[23] Cf. 20240502_CR Echange Antoine Werochowski (expert eau, membre du Lierre)_traité.pdf
[24] Le Système Rhône - Réseau Hydraulique Régional
[25] cf. 20240529_CR rencontre Agence de l'eau RMC.pdf

Rapport intermédiaire

C’est également le niveau des préfets qui ont un rôle très actif lorsque l’eau vient à manquer, et celui de la police de l’eau (via l’OFB et les DDT et DDTM). Enfin, le niveau des intercommunalités (ou des groupements d'intercommunalités via les syndicats mixtes) est celui où les compétences dans la gestion de l’eau potable et de l’assainissement sont exercées.

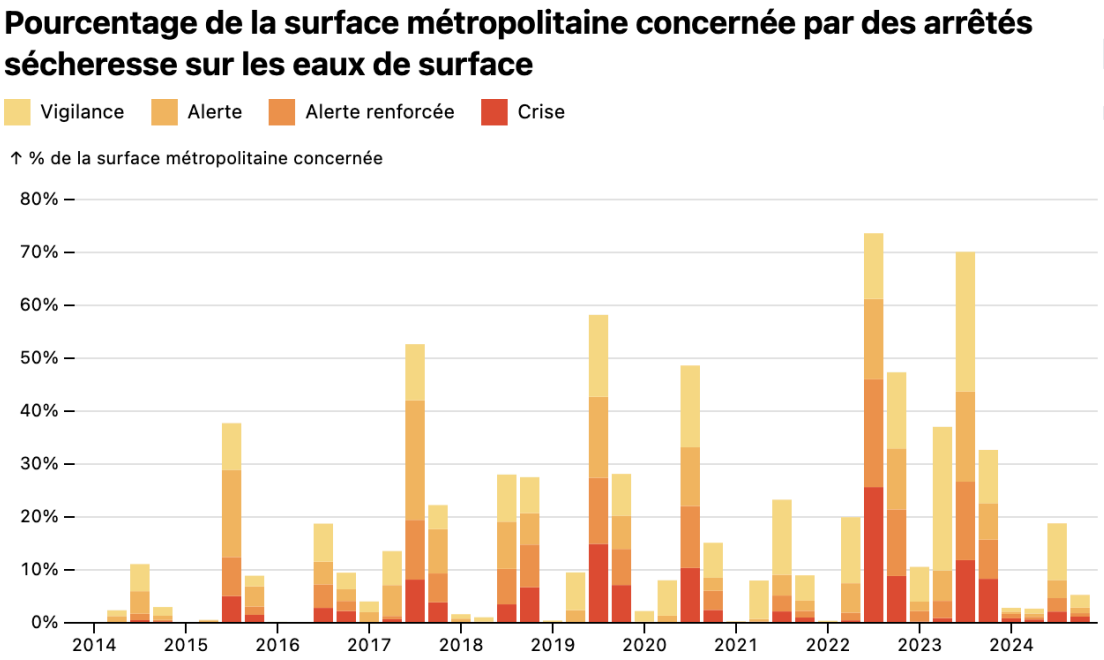


Source : juridictions financières
Misen : mission interservices de l’eau et de la nature ; EPCI : établissement public de coopération intercommunale ; Sraddet : schéma régional d’aménagement, de développement durable et d’égalité des territoires ; Scot : schéma de cohérence territoriale ; PLUI : plan local d’urbanisme intercommunal.

II. Des risques croissants de conflits d'usage sur l'eau sur tous les territoires

A. Des crises de l'eau dans toute la France

La crise de 2022, un avant goût du changement climatique



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : VigiEau (2024)

Au cours des dernières années, la ressource en eau de surface a été sous tension à plusieurs reprises. En particulier, de nombreux territoires mentionnent une **crise liée à l'eau en 2022**. L'analyse de cette crise est d'autant plus intéressante que, selon l'analyse de Météo France sur les effets du changement climatique en France, “une sécheresse telle que connue en 2022” risque de devenir “un événement fréquent en été”[26]. Les témoignages analysés par le Shift Project mentionnent de nombreux impacts et prises de conscience liés à cette crise. De nombreux territoires ont recouru à des arrêtés sécheresse pour restreindre l'usage le temps de la crise et éviter la rupture de production d'eau potable.

Des territoires mentionnent avoir eu des problèmes dans l'alimentation en eau potable, comme c'est le cas du Département des Pyrénées Orientales. Des territoires comme la Communauté de Communes Comtal Lot et Truyère ont dû recourir à des camions citernes pour l'alimentation en eau potable. Une situation également mentionnée par le Parc Naturel du Pilat, qui mentionne une relative prise de conscience de la part des usagers, sans forcément que ça ait mené à un questionnement profond, par les usagers, de la consommation en eau. Le parc naturel de la Brière, près de Nantes et Saint-Nazaire, mentionne que la rupture a pu être évitée grâce à une relative anticipation et à l'interconnexion des réseaux des différents territoires voisins.

[26] À quel climat s’adapter en France selon la TRACC ?

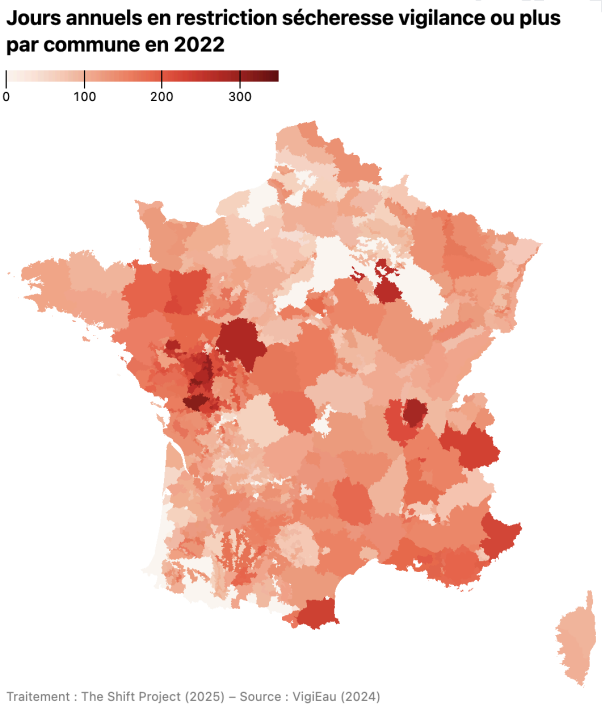
La crise de 2022 a également pu être un révélateur de consommations non prises en compte par le gestionnaire de la ressource. Par exemple, le pays Centre Ouest Bretagne mentionne des forages non déclarés qui ont faussé la quantification des prélèvements lors de la crise. En effet, en situation de restriction d'eau, de nombreux prélèvements ont pu se reporter sur les puits non déclarés.

Des tensions sur l'approvisionnement en eau potable

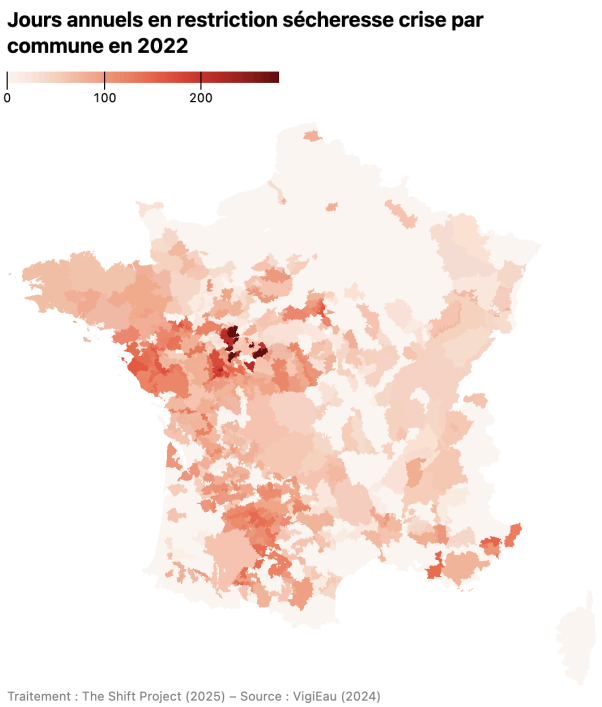
Ainsi, comme le rappelle un retour d'expérience sur la sécheresse de 2022, plus d'un millier de communes ont ainsi dû mettre en place des mesures de gestion exceptionnelles pour approvisionner leurs habitants en eau potable, telles que des dérogations de débit, la mobilisation de ressources de secours, le transport d'eau par camion ou la distribution de bouteilles d'eau.

Une crise de 2022 qui a touché tous les territoires, mais différentiellement

Bien que la crise de 2022 ait été relativement généralisée, touchant tous types de territoire dans l'Hexagone, dans toutes les zones géographiques de la France, les tensions en matière de disponibilité de l'eau touchent les territoires de manière inégale. Une manière d'identifier ces situations de crise est de s'intéresser aux promulgations de restrictions liées à la sécheresse. Il existe plusieurs niveaux de restriction allant de la simple vigilance, qui consiste en de simples incitations non restrictives, au niveau crise où de nombreux prélèvements peuvent être rendus interdits, par exemple pour l'agriculture, pour les usages domestiques non nécessaires et pour les espaces publics.



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : VigiEau (2024)



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : VigiEau (2024)

La crise de 2022 a donc été marquée par un niveau de vigilance quasiment généralisé en France pendant une large partie de l'année (carte de gauche), et par des niveaux de crise

prolongés sur certains territoires (carte de droite), notamment dans l'ouest de la France. On remarque que pour beaucoup de territoires, le niveau de vigilance, voire même le niveau de crise, a été déclaré pendant des durées qui dépassent largement le simple pic de la saison estivale, allant jusqu'à couvrir plus de la moitié de l'année. Les crises sur l'eau, bien qu'elles soient principalement concentrées en période estivale car se combinent alors les besoins pour l'irrigation et les fortes chaleurs, sont donc impactantes sur les activités des territoires bien au-delà de ces périodes.

Des conflits entre acteurs qui se multiplient, notamment sur les choix en matière d'irrigation

Des conflits se sont notamment déroulés vis-à-vis des mesures mises en œuvre par quelques acteurs en anticipation de futures sécheresses. En Charente, par exemple, des agriculteurs ont fait le choix de construire des bassines, et se sont heurtés aux oppositions d'agriculteurs et d'associations prônant plutôt une évolution des pratiques agricoles. Le Département voisin des Deux-Sèvres a également été touché par des conflits entre une coopérative agricole (comptant 316 associés coopérateurs) et des associations citoyennes, du fait du projet de construction de 19 bassines le long de la Sèvre Niortaise[27]. Ces tensions se sont cristallisées lors de la manifestation à Sainte-Soline le 25 mars 2023.

Déjà un incontournable enjeu sur la qualité des eaux

Au-delà de ces perturbations quantitatives, des collectivités témoignent également de menaces **qualitatives** sur les eaux de surface. La Métropole de Lyon témoigne par exemple de la pollution d'un certain nombre de points de captage, qui ont dû être fermés[28]. Ils ont ainsi entrepris une politique de "reconquête" des points de captage, en accompagnant notamment les agriculteurs pour réduire le recours aux phytosanitaires. En effet, au-delà des points de captage, l'une des nappes dont dépend Lyon est contaminée aux phytosanitaires et aux PFAS.

Des installations industrielles et numériques qui génèrent des tensions

La région de Grenoble est marquée par des frictions liées à la présence d'industrie de l'électronique consommatrices en eau. L'entreprise STMicroelectronics est basée sur la communauté de commune de Grésivaudan voisine et prélève ainsi de l'eau en amont des captages dédiés à la Métropole.

Des installations de datacenter ont également généré des réactions comme c'est le cas de l'installation d'un datacenter de 15000m2 à Wissous dans l'Essonne[29].

Rapport intermédiaire

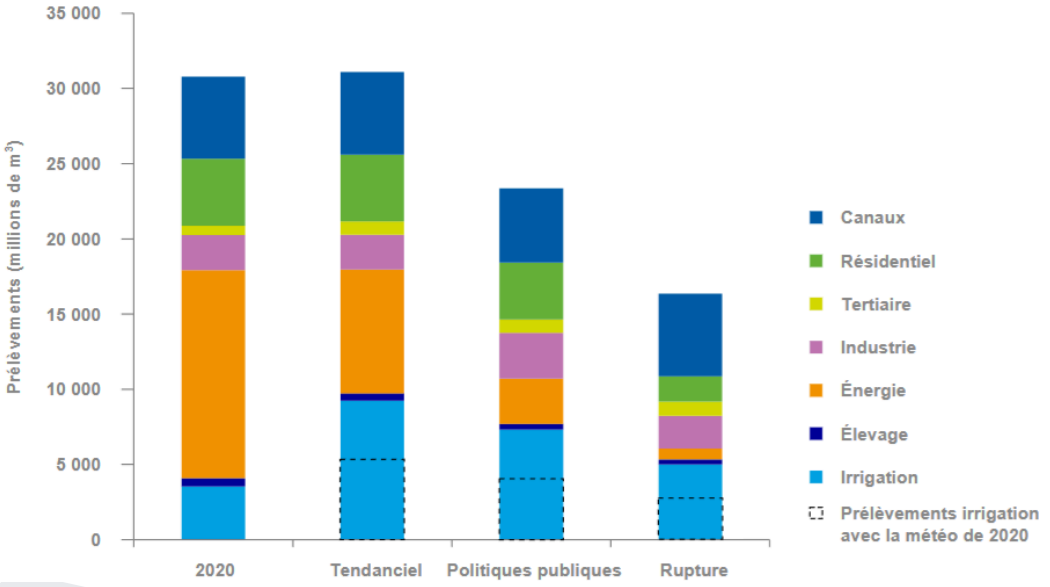
[27] Adaptation des territoires au changement climatique. Étude comparative de territoires européens - Sciences Po
[28] Métropole de Lyon - Aurore Cambien et Véronique Hartmann - Google Docs
[29] Essonne: mobilisation contre l'installation du futur datacenter Amazon à Wissous

B. Les risques générés par les hausses de consommation dans l'agriculture et l'industrie

Selon France Stratégie, d'ici 2050, des consommations qui risquent d'exploser

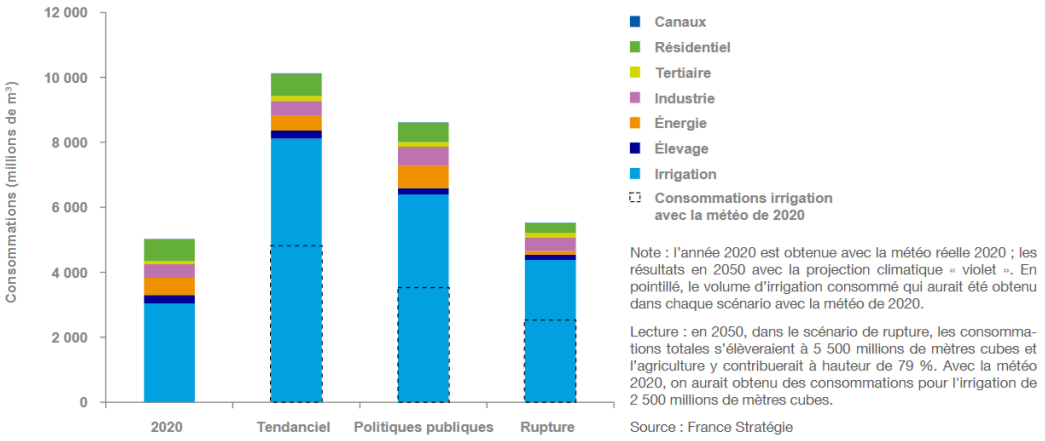
France Stratégie a réalisé une étude visant à étudier la consommation d'eau par les différents territoires à l'échéance 2050, en considérant trois scénarios[30]. Un scénario tendanciel, qui prolonge les tendances passées observées entre 2010 et 2020 pour tous les usages étudiés. Un scénario avec effectivité des "politiques publiques", qui intègre les annonces récentes, qu'elles concernent directement ou indirectement le secteur de l'eau. Et, un scénario "de rupture" inspiré du scénario « coopérations territoriales » issu du travail prospectif Transition(s) 2050 de l'Ademe et se caractérise par un usage sobre de l'eau et une réduction des prélèvements pour tous les usages.

Les modélisations associées aux trois scénarios mènent à une stagnation des prélèvements totaux, dans le cas d'un printemps-été sec, dans le scénario tendanciel, voire à une baisse dans les scénarios politiques publiques et rupture, cachant une augmentation pour l'irrigation mais surtout une forte baisse pour le refroidissement des centrales. Les trois scénarios mènent à une hausse des consommations, dans le cas d'un printemps-été sec, avec de grandes variations d'un scénario à un autre.



Prélèvements totaux annuels en 2020 et en 2050 dans les trois scénarios d'usage pour un printemps-été sec (en millions de m3)

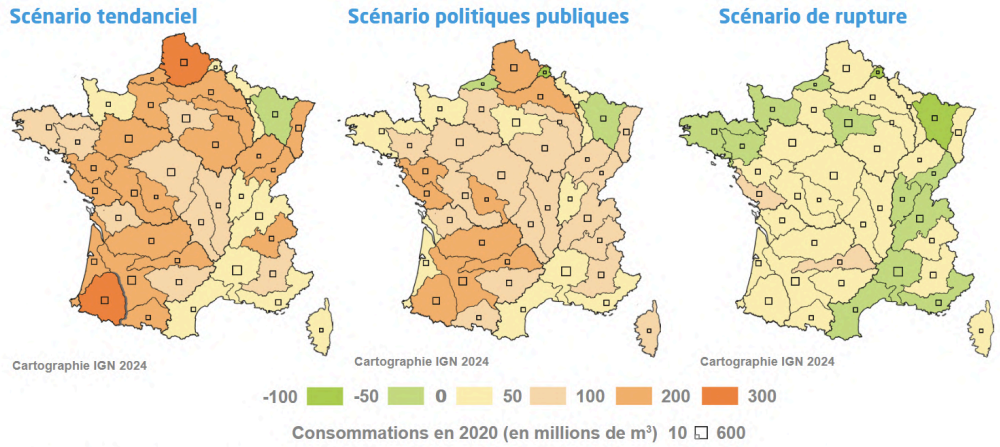
[30] Quelle évolution de la demande en eau d'ici 2050 ?



Consommations totales annuelles en 2020 et en 2050 pour un printemps-été sec dans les trois scénarios d'usage (en millions de m3)[31]

Des consommations tendancielles qui vont augmenter dans toute la France, et particulièrement dans le sud-ouest et le nord

Les impacts sur les territoires ne sont pas uniformes. Comme l'analyse France Stratégie, dans les scénarios tendanciel et politique publique, de nombreux bassins du sud-ouest de la France verront une augmentation des prélèvements et consommations de plus de 50 %, particulièrement du fait de l'augmentation de l'irrigation. Certains bassins seront particulièrement exposés en situation de printemps-été sec, notamment dans l'Escaut où poussent pomme de terre légumes irrigués, et dans l'Adour, où poussent maïs et soja irrigués. L'augmentation sera plus faible dans la vallée du Rhône, notamment grâce à l'arrêt de certaines centrales et la transformation des circuits de refroidissement pour les centrales restantes.



Évolution des conso annuelles entre 2020 et 2050 dans la configuration climatique la plus défavorable étudiée, en %[32]

[31] Quelle évolution de la demande en eau d'ici 2050 ?
[32] Quelle évolution de la demande en eau d'ici 2050 ?

Risque n°1 (1/2) : Le risque de voir les consommations exploser du fait du changement climatique

Des consommations en hausse portées par le changement climatique

Il existe de nombreux facteurs tendanciels qui influencent la consommation d'eau, comme l'évolution de la population ou le changement climatique. Premièrement, la population nationale va légèrement croître jusqu'aux années 2040 avant de commencer à décroître. Au-delà de l'évolution nationale, les évolutions locales seront plus déterminantes.

En effet, la croissance de la population locale génère des besoins supplémentaires en eau et en foncier. C'est un véritable enjeu dans les territoires attractifs et dynamiques économiquement, comme c'est par exemple le cas des territoires littoraux dans l'Ouest de la France et notamment en Bretagne[33]. Deuxièmement, le changement climatique va augmenter la consommation d'eau, en augmentant l'évapo-transpiration, et donc les besoins d'arrosage et d'irrigation ou d'hydratation humaine.

Les conséquences dans différents types de territoires : villes, zones résidentielles et montagnes.

- Dans les **villes**, la hausse des vagues de chaleur, va mener au développement de dispositifs de rafraîchissement basés sur l'eau (brumisateurs, murs d'eau, fontaines…), de même que par le développement de la végétation en ville générant des besoins supplémentaires en arrosage.
- Dans le **résidentiel** plus largement, le risque est de voir apparaître un développement massif de piscines privatives, notamment dans le sud de la France, qui peuvent être consommatrices en eau potable et en énergie.
- Dans les **montagnes**, le changement climatique va réduire le manteau neigeux et risque de faire fondre les glaciers. Dans les territoires dépendant du ski, le risque est de voir apparaître des consommations importantes pour la neige de culture, alors même que l'eau est localement moins disponible.
- Dans le **rural** : les sécheresse peuvent pousser au développement de réserves d'eau

EDP #1_1 : nous allons développer une analyse territoriale visant à analyser les effets du changement climatique sur les consommations d'eau dans différents contextes (montagne, ville, rural…) en fonction des choix d'adaptation réalisés).

	Clé de répartition	Hypothèse chiffrée
Végétalisation	Villes	2 000 et 3 000 m3 par an et par hectare[34]

[33] CD Finistère - Jacques Brulard - Google Docs
[34] club-ecodeau.fr/wp-content/uploads/2024/06/Plaquette-espace-vegetalise.pdf

Rapport Intermédiaire

		→ moyenne : 2 480 m³/ha/an[35]
Neige	Territoire montagne touristique	4000 m3 par hectare[36] 25 000 hectares de pistes de ski alpin en France
Piscines privatives	Population vivant en maison & territoire soumis aux fortes chaleurs	15 m³/piscine/an (remplissage + entretien)[37] Voir : Nombre de piscines par communes (extrait du plan cadastral) - data.gouv.fr Hypothèse : +20 % de piscines ?

1_1.1 Carte des consommations d'eau générée par la végétalisation des villes	1_1.2 Carte des consommations d'eau générée par un passage à la neige artificielle dans tous les territoires de ski	1_1.3 Carte des consommations d'eau en cas de développement non régulé des piscines privatives.

Risque n°3 : Le risque de voir l'irrigation augmenter fortement les consommations d'eau et générer des conflits d'usage

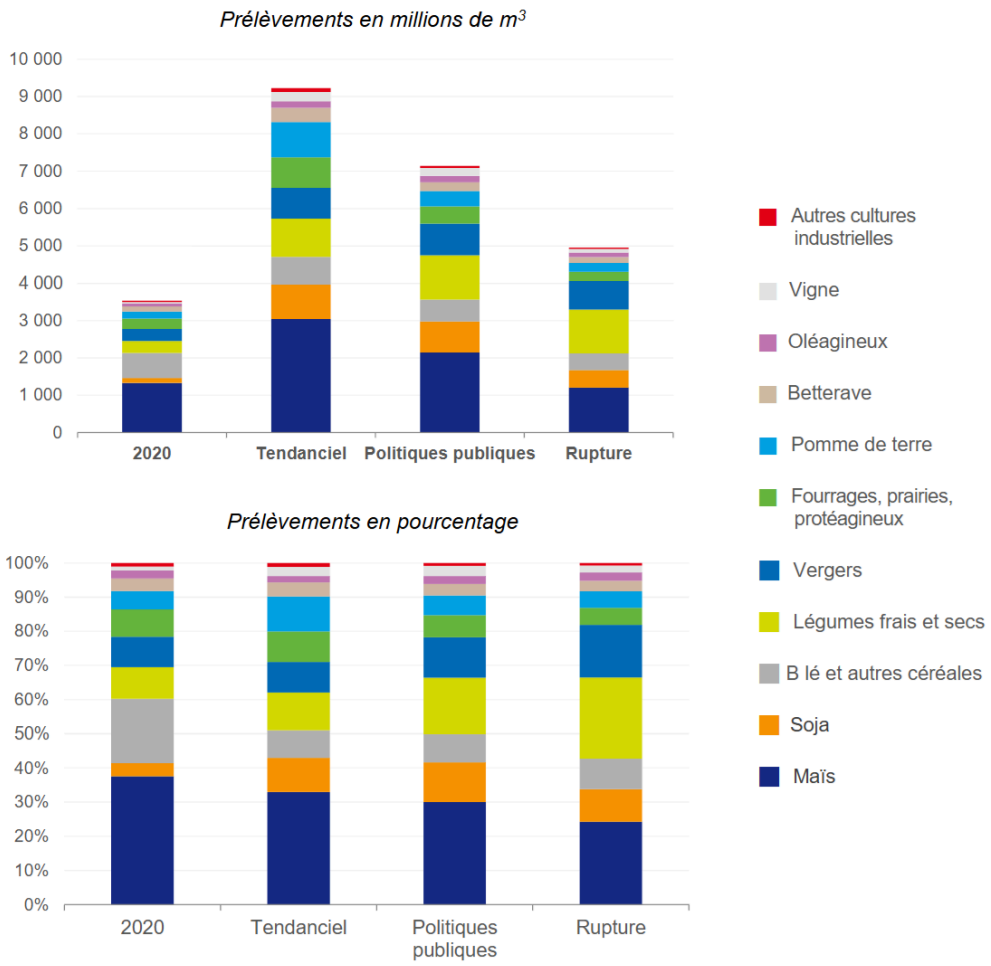
L'analyse de France Stratégie met en évidence une explosion des consommations d'eau, largement portée par l'augmentation de l'irrigation, surtout dans les cas de printemps-été sec. Les prélèvements risquent ainsi de se concentrer encore davantage dans les mois les plus chauds de l'année, avec près de 55 % des prélèvements totaux annuels réalisés en mai et septembre contre 41 % dans cette même période dans les années 2020.

Les prélèvements et consommations pour l'irrigation pourraient ainsi passer de 3,5 Gm3 prélevé et 3,0 Gm3 consommés, à 9,2 Gm3 prélevés et 8,1 Gm3 consommé dans le scénario tendanciel, à 7,3 Gm3 prélevés et 6,4 Gm3 consommés dans le scénario politiques publiques, ou à 5,0 Gm3 prélevés et 4,4 Gm3 consommés dans le scénario de rupture. Ces évolutions dans les différents scénarios dépendent de plusieurs choix structurants.

[35] Economie et partage des ressources en eau : une série de fiches du Cerema | Cerema
[36] mountainwilderness.fr/media/files/hot-content/pdf/tap-canons_a_neige.pdf
[37] Sécheresse: combien les piscines privées consomment-elles d'eau? – Libération

Le premier facteur est **l'équipement des surfaces pour l'irrigation**. Les consommations seront donc fortement portées l'augmentation de 50 % des surfaces équipées pour l'irrigation entre 2020 et 2050 dans les deux premiers scénarios, et avec seulement 12 % d'augmentation dans le scénario de rupture. De plus, dans le second scénario, 40 % des surfaces irriguées sont équipées pour un meilleur pilotage de l'irrigation, et dans le troisième scénario, les cultures sont choisies pour être plus résistantes aux sécheresses.

Le second facteur est le **choix des cultures**, étant donné que toutes les cultures n'ont pas les mêmes besoins d'irrigation. Le premier scénario, compte sur une continuation de l'augmentation de la croissance de certaines productions, notamment la pomme de terre (+81 %) et la betterave à sucre (+19 %) dans le Nord, et on produit également deux fois plus de soja pour l'alimentation du bétail. Le second scénario, compte sur une végétalisation de l'alimentation et donc sur une croissance des surfaces de production de protéines végétales, ainsi que sur une explosion du nombre de culture pérenne à vocation énergétique avec une multiplication par 30 des surfaces dédiées, et enfin également une augmentation des cultures dédiées à l'alimentation du bétail, comme le soja, les féveroles et pois. Le troisième scénario repose également sur le développement des protéines végétales, mais aussi celui des légumes frais, de l'arboriculture, des protéagineux et oléagineux.



Prélèvements pour les différentes cultures, en valeur absolue et en part, dans les trois scénarios d'usage en 2050 pour un printemps-été sec - France Stratégie[38]

[38] strategie.gouv.fr/files/2025-01/FS-2025-Rapport-EAU-24janvier.pdf

Le troisième facteur majeur est le choix du degré de développement de **l'agroécologie**. La part de surface ayant des pratiques agroécologiques stagne dans le premier scénario (12 %), augmente fortement dans le second (50 %) et se généralise dans le troisième (100 %).

EDP #3 : nous allons développer une analyse territoriale visant à territorialiser les consommations générées par l'irrigation.

Nous allons nous focaliser sur les consommations d'eau entre mai et septembre.

Nous allons nous baser sur l'analyse de France Stratégie, et faire un simple différentiel sur les consommations liées à l'irrigation dans les trois scénarios, entre aujourd'hui et 2050 (données : Prelevements%20et%20Consommations_Publication.xlsx).

Nous allons essayer de localiser les données par Département, en faisant une grille de passage entre les bassins versants et les départements qui en dépendent (via BD Carthage® - data.gouv.fr).

3.1 Cartographie du delta de consommation lié à l'irrigation dans le scénario tendanciel	3.2 Cartographie du delta de consommation lié à l'irrigation dans le scénario politiques publiques	3.3 Cartographie du delta de consommation lié à l'irrigation dans le scénario de rupture

Selon les modélisations de France Stratégie, les pratiques en matière d'élevage et les consommations de viande seront également déterminantes, menant à une légère baisse dans le cas tendanciel (0,50 Gm3 prélevé en 2050 contre 0,54 Gm3 en 2020, et 0,24 Gm3 consommés contre 0,26 Gm3), reposant sur une baisse du cheptel de bovins, ovins, caprins et porcs et sur une augmentation du cheptel de volailles.

La baisse est plus marquée dans le scénario politiques publiques, 0,40 Gm3 de prélèvements et 0,19 Gm3 de consommations, qui repose sur une baisse globale de la taille du cheptel. La baisse est encore plus forte dans le scénario rupture, 0,33 Gm3 de prélèvements et 0,16 Gm3 de consommations, reposant sur une réduction de la consommation de viande de 50 % impliquant une diminution du cheptel et une réduction des surfaces agricoles dédiées à l'alimentation animale.

Risque n°4 : Le risque de difficulté d'accès à l'eau potable l'été, une vulnérabilité que l'on peut amoindrir

Les consommations résidentielles de l'eau potable, qui concentrent 14 % des prélèvements et 13 % des consommations d'eau à l'échelle nationale, sont présentes sur tous les territoires. Comme on l'a vu, les tensions de 2022 se sont notamment traduites par une menace sur l'approvisionnement en eau potable.

L'exposition future de cet approvisionnement aux tensions dépend fortement de la capacité à en réduire les consommations, ce qui dépend des efforts de sobriété et d'efficacité déployés par les citoyens, de même que par les efforts de rénovation des réseaux d'eau potable. Tout

Rapport int

cela, va à minima permettre de contrôler l'évolution des prélèvements, avec 4,4 Gm3 prélevés et 0,7 Gm3 consommés dans le scénario tendanciel. Mais il est possible d'aller plus loin pour réduire l'exposition aux conflits d'usage, en régulant la construction de forages domestiques, en développant la réutilisation locale de l'eau, par exemple pour l'arrosage ou la chasse d'eau, et en étant encore plus ambitieux dans la réparation des réseaux d'eau. Ainsi, dans ce scénario, les consommations et prélèvements diminueraient de manière significative, atteignant 1,7 Gm3 prélevé et 0,3 Gm3 consommé. Sans cela, les baisses de disponibilité pendant les printemps-été secs et la hausse des consommations pour les autres usages (notamment l'irrigation) risquent de menacer fortement l'accès à l'eau potable en saison estivale.

Il est aussi possible de s'appuyer davantage sur la réutilisation des eaux pluviales et des eaux usées. Plus de 110 cas de réutilisation des eaux usées traitées sont recensés en fonctionnement (irrigation, golfs, industrie, espaces verts) et 28 autres sont en projet. Le plan eau mentionne l'objectif "d'atteindre 10 % de réutilisation des eaux usées traitées, en commençant par 1 000 projets, en priorisant les zones littorales"[39]. On peut également fixer des objectifs à l'échelle des collectivités compétentes en fixant un minimum de réutilisation. Cette réutilisation nécessite de redéfinir les usages autorisés pour chaque type d'eau non conventionnelle, sans quoi l'eau ne pourra pas se substituer aux autres consommations d'eau. Par exemple, l'utilisation d'eaux non conventionnelles pour les usages domestiques non essentiels pourrait être permise. Cela passe également par des installations de récupérateurs d'eau sur les nouvelles constructions autant que leur ajout sur les anciennes. Le plan eau publié à l'été 2023 a notamment visé à en simplifier le recours, en supprimer certains délais et procédures d'instruction[40].

tendancielle

EDP #4 : nous allons développer une analyse territoriale consistant à analyser les effets liés à la consommation résidentielle, en combinant plusieurs facteurs, de consommation ou d'économie :

- l'effet tendanciel lié à la population
- la rénovation des réseaux d'eau
- la sobriété dans les usages (résidentiels et tertiaires)
- la réutilisation des eaux usées
- l'effet estival lié aux mouvements de population

	Hypothèse (ambitieuse)
Taux de rénovation des réseaux	10 % de fuites en 2050
Sobriété usages (résidentiels et	Résidentiel : -30 %

[39] ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/23017_DP_PLAN EAU_annexes.pdf
[40] Plan Eau : le Gouvernement accélère la réutilisation des eaux usées traitées (REUT) | Ministères Aménagement du territoire Transition écologique

tertiaires)	Tertiaire : -25 %
Réutilisation des eaux usées	15 % des eaux réutilisées

L'objectif est d'obtenir un jeu de cartes territorialisées :

4.1 Carte de l'effet tendanciel (+ et -) lié à l'évolution de la population projetée.	4.2 Carte de l'effet (+ et -) lié aux mouvements de population l'été.	x
4.3 Carte des économies possibles grâce à la rénovation des réseaux.	4.4 Carte des économies possibles grâce à la sobriété dans les usages.	4.5 Carte des économies possibles grâce à a réutilisation des eaux.

Risque n°5 : Le risque de voir apparaître de nouvelles consommations dans l'industrie et le numérique, sources de conflits d'usage

De nombreux choix de territoires pourront être impactant localement :

- Le développement des **datacenters** va générer des besoins de prélèvement d'eau pour le refroidissement. Voir par exemple[41]. La consommation moyenne d'un datacenter serait de 1,8 L/kWh[42], même si plusieurs géants de l'informatique déclarent prélever moins.
- La **réindustrialisation** de certains territoires, et le développement d'industries fortement consommatrices en eau, vont générer des besoins qui seront localement forts. L'évolution des procédés de l'industrie sera également cruciale vis-à-vis de la qualité de l'eau, ces dernières étant fortement productrices de polluants.
- La production **d'hydrogène**, par le procédé d'électrolyse, consomme également de l'eau. France Stratégie[43] quantifie à peu prêt 18m3 de prélèvement d'eau par tonne d'hydrogène produite, et 9 m3 de consommation, et ce, quel que soit la technologie de production d'hydrogène. Si on atteint 1,3 millions de tonnes d'hydrogène produite, contre 0,9 millions aujourd'hui (majoritairement à partir de gaz fossile), cela représenterait 24 Mm3 d'eau prélevée et 12 Mm3 consommée. L'impact peut être fort localement.

[41] Comment l'intelligence artifcielle et ses data centers s'accaparent l'eau - Basta!
[42] How to manage data center water usage sustainably | TechTarget
[43] strategie.gouv.fr/files/2025-01/FS-2025-Rapport-EAU-24janvier.pdf

Rapport interm

EDP #5 : nous allons développer une analyse territoriale visant à analyser les effets en matière de consommation d'eau liés à l'industrie : que ce soit en termes d'économies et de nouvelles consommations générées par la réindustrialisation.

	clé de répartition	objectif
datacenter	Cf. élec ?	Cf. élec ?
réindus	Cf. élec ?	Cf. élec ?
hydrogène	tendanciel prod actuelle d'H2	1,3 million de tonnes d'hydrogène (soit des prélèvements totaux de 24 millions de m3 et des consommations totales de 12 millions de m3)[44]

L'objectif est d'obtenir un jeu de carte :

5.1 Effet liés à la réindustrialisation (générale)	5.2 Effets en cas d'hypothèses d'économie d'eau dans l'industrie.
5.3 Effets liés à l'implantation d'une industrie hydrogène	5.4 Effets spécifiques liés aux datacenter

Il est également disponible d'anticiper d'autres activités impactantes localement ;

- L'ouverture de nouvelles **mines** sur le territoire pourra aussi être très impactante, à la fois dans les consommations d'eau, mais aussi dans les risques de dommages qualitatifs sur les sols et l'eau.

Au-delà de ces nouvelles activités, le reste de l'industrie pourra également stabiliser ou réduire sa consommation d'eau. Ainsi, les prélèvements et consommations d'eau de l'industrie se maintiennent au même niveau dans le scénario tendanciel de France Stratégie (prélèvements de 2,3 Gm4, et consommation entre 0,4 Gm3 et 0,5 Gm3), qui repose sur une baisse du poids de l'industrie dans l'économie sauf pour l'agroalimentaire, et sur des efforts d'amélioration de l'efficacité de l'usage de l'eau (5 % d'économie dans la chimie et la métallurgie et 15 % dans l'agroalimentaire).

Dans le scénario politiques publiques, la réindustrialisation induit une croissance de l'industrie manufacturière, et par une décarbonation reposant sur la production d'hydrogène

[44] strategie.gouv.fr/files/2025-01/FS-2025-Rapport-EAU-24janvier.pdf

et le captage et le stockage du carbone. Cela mène à une hausse des prélèvements et consommations, atteignant 3,0 Gm3 prélevés et 0,6 Gm3 consommés. Le scénario de rupture voit une stagnation des prélèvements et consommations, qui passent à 2,2 Gm3 et 0,4 Gm3 grâce à une baisse drastique des consommations de biens, et de la production industrielle associée.

Des choix dans les techniques de refroidissement, structurels pour diminuer les prélèvements dans le Rhône

Les trois scénarios montrent une baisse des prélèvements liés au refroidissement des centrales en 2050, notamment du fait de la fermeture des centrales nucléaires atteignant la limite d'âge de 70 ans entre 2030 et 2050. Les variations d'un scénario à un autre dépendent de l'ouverture ou non de nouvelles centrales, du choix de systèmes de refroidissement fermés, et de la transformation des circuits de refroidissement ouverts en circuits fermés. Dans le cas où aucune autre centrale n'est construite (scénario tendanciel), la production des centrales situées en bord de rivière diminue mécaniquement, et les consommations et prélèvements diminuent en passant de 13,9 Gm3 prélevé et 0,53 Gm3 consommé aujourd'hui à 8,2 Gm3 prélevé et 0,47 Gm3 consommé en 2050.

Dans le cas où l'on parvient à arrêter les centrales thermiques à flamme et que l'on investit massivement dans le nucléaire (scénario politiques publiques), avec la construction quatorze EPR, dont quatre en bord de fleuve, et dans la transformation des circuits de refroidissement ouverts à fermés, on permet une réduction globale des prélèvements (5,7 Gm3 en moins dans les bassins du Rhône aval et amont, soit 75 % en moins sur le total de prélèvements), mais augmentant les consommations (les circuits fermés consomment davantage d'eau). En 2050, les prélèvements sont ainsi de 3,0 Gm3 et les consommations de 0,7 Gm3 (i.e. + 0,2 Gm3 par rapport à aujourd'hui).

Enfin, le choix de miser moins sur le nucléaire, avec une baisse de 80 % de production en bord de fleuve d'ici 2050, et de miser fortement sur la sobriété des consommations énergétiques (scénario de rupture) permet une réduction forte des prélèvements et consommations, atteignant des prélèvements de 0,7 Gm3 (division par 20 par rapport à 2020) et des consommations de 0,1 Gm3 (division par 5).

C. D'important risques liés à la baisse de la disponibilité, du fait du changement climatique et des pollutions

Risque n°1 : Le risque de voir les consommations exploser et les disponibilités diminuer du fait du changement climatique

Le changement climatique va fortement impacter la disponibilité de l'eau sur les territoires. Selon les modélisations effectuée par Météo France[45] : il entraîne une baisse de la pluviométrie en été, et des épisodes de sécheresse plus fréquents, plus longs et plus intenses. Il génère une hausse de l'évapotranspiration des sols, +10 % à l'échelle nationale, qui augmente le besoin en apport d'eau pour qu'il y ait suffisamment d'eau utile accessible à la plante. Il génère une baisse du bilan hydrique (écart entre précipitation et évapotranspiration potentielle), de - 45 mm par an, qui traduit des réalités très différentes sur

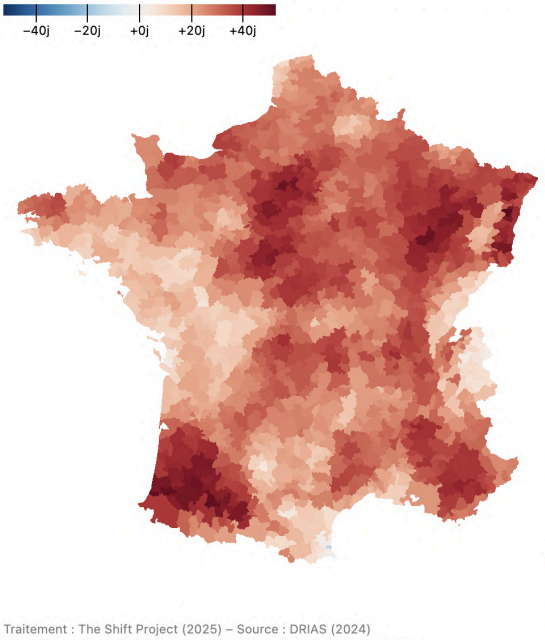
[45] À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ?

Rapport intermédiaire

les territoires, avec une forte incertitude sur l'extrême nord et est du pays. Les baisses les plus fortes sont prévues sur l'extrême sud du pays, des Pyrénées à l'Occitanie et aux régions méditerranéennes. Le changement climatique accroît le nombre de jours de sols secs, soit +24 jours en moyenne sur la France. L'augmentation sera plus forte sur la moitié Sud de la France. Enfin, le changement climatique va générer d'ici 2050 une diminution du débit des cours d'eau allant de 10 % à 40 %[46].

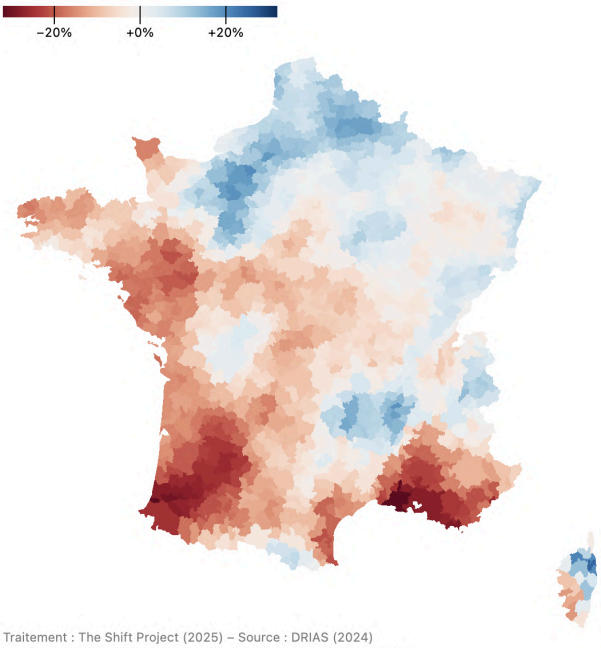
Écart de jours annuel avec un sol sec par EPCI (entre 2000 et 2050)

Ce sont les jours avec un Soil Wetness Index (SWI) inférieur à 0,4.



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : DRIAS (2024)
Modèle : ALADIN-Climat v63 (forçage CNRM-CM5, scénario TRACC)

Écart relatif des précipitations en été par EPCI (entre 2000 et 2050)

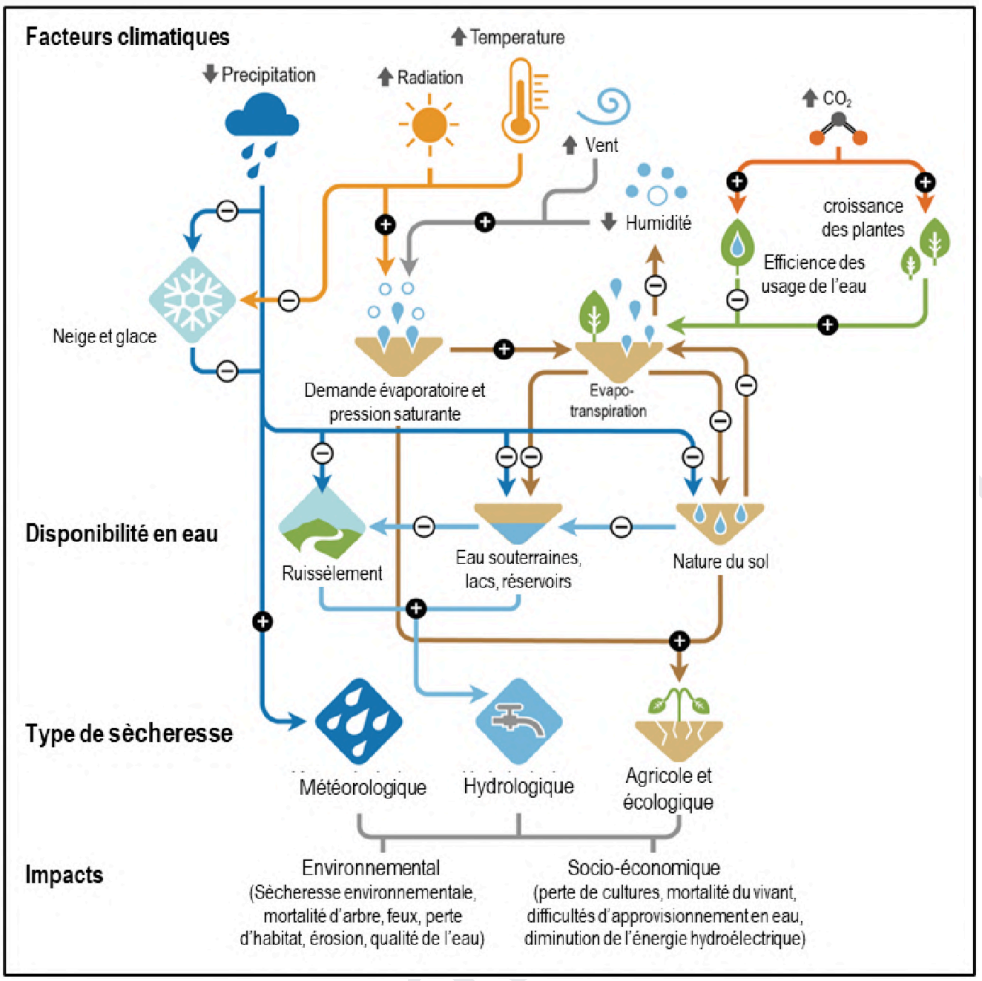


Traitement : The Shift Project (2025) – Source : DRIAS (2024)
Modèle : ALADIN-Climat v63 (forçage CNRM-CM5, scénario TRACC)

Le modèle climatique de Météo France permet également d'identifier des situations contrastées en fonction des saisons. En été, les précipitations vont diminuer fortement sur une moitié de la France qui va de l'Ouest de la France, en passant par le Centre et le Sud-Ouest, jusqu'à la région PACA. Les précipitations estivales pourraient augmenter légèrement sur le Nord et l'Est de la France. Inversement, les précipitations vont augmenter en hiver dans toute la France, et particulièrement dans le Sud-Est.

Rapport Infr

[46] ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/MAR2023_DP-PLAN EAU__BAT (1).pdf



Phénomènes facteurs de sécheresse[47]

Risque n°2 : Le risque d'une insuffisante régulation des pollutions, dégradant les écosystèmes et réduisant l'eau consommable

Réduire les pollutions, pour augmenter les sources d'eau exploitables

La disponibilité de l'eau va aussi fortement dépendre de l'évolution des taux de pollutions des réserves d'eau. Il est essentiel d'agir pour préserver les sources d'eau des pollutions et d'éviter la fermeture des points de captage, et d'essayer de dépolluer les points de captage qui ont été fermés.

Préserver les écosystèmes pour favoriser le stockage et l'infiltration de l'eau

Par ailleurs, la disponibilité de l'eau dépend fortement de la capacité des territoires à infiltrer l'eau de pluie. Cela repose donc sur le développement des écosystèmes forestiers (haies, boisements…), des zones humides (lacs, tourbières…) et des sols vivants (pâturages, surfaces cultivées avec des pratiques respectueuses des sols). La réduction du tassement des sols, la vivacité des sols et la présence d'arbres peuvent favoriser le stockage de l'eau sur nos territoires. Que ce soit dans les sols, sous forme d'eau verte, ou dans les nappes

[47] figure 8.6 du chapitre 8, Groupe 1 GIEC, AR6 (2021)

phréatiques, par une meilleure infiltration. Inversement, l'artificialisation et le tassement des sols accélèrent le passage de l'eau sur nos territoires, entre son arrivée au sol et son déversement dans les cours d'eau.

Mobiliser et développer des réserves, et les interconnexions entre territoires

Il est envisagé de mobiliser davantage les réserves hydroélectriques existantes (barrages) pour le soutien d'étiage, en situation estivale. Cet usage peut entrer en conflit avec la production d'électricité. Pour réduire les pertes, on peut envisager la modernisation des ouvrages existants (ex : curage des retenues). On peut éventuellement envisager le développement de lieux de stockage d'eau, avec par exemple l'utilisation de carrières désaffectées. Le Département Finistère a par exemple lancé un travail avec le BRGM pour identifier les carrières non utilisées, ou prochainement non utilisées, qui peuvent être utilisées pour stocker de l'eau[48]. Ce travail a mené à l'identification de 13 carrières, dont 5 peuvent être utilisées à court terme. Les volumes considérés (jusqu'à 60 millions de m3 potentiels) sont comparables aux volumes consommés sur le territoire (65 millions de m3).

On peut également travailler sur l'interconnexion des réseaux d'eau et des territoires, afin de pallier aux sécheresses qui pourront être localement plus fortes que sur le territoire général. Cela peut permettre d'éviter des situations extrêmes localisées où l'on vient à devoir livrer de l'eau en bouteilles. Par contre, la solution serait moins efficiente dans une situation où les tensions sur l'eau seraient généralisées.

Une solution parmi d'autre : la désalinisation de l'eau, coûteuse énergétiquement et environnementalement

On peut également développer les technologies de **désalinisation de l'eau de mer**, qui sont très consommatrices en électricité et potentiellement très polluantes car menant à des rejets de saumure. On pourrait imaginer développer la désalinisation de l'eau en France sur quelques départements. Par exemple, on peut imaginer un déploiement dans les départements soumis à un stress hydrique chronique ou saisonnier, qui ont un accès direct à la mer et ont une population importante ou un usage économique de l'eau douce (agricole ou industriel).

Ci-dessous on se propose de tester l'hypothèse d'un déploiement de la désalinisation sur ces départements, en supposant couvrir toute la demande d'eau potable de quelques départements soumis soit à des ressources hydriques limitées, soit à des consommations importantes, à l'année ou en saison touristique.

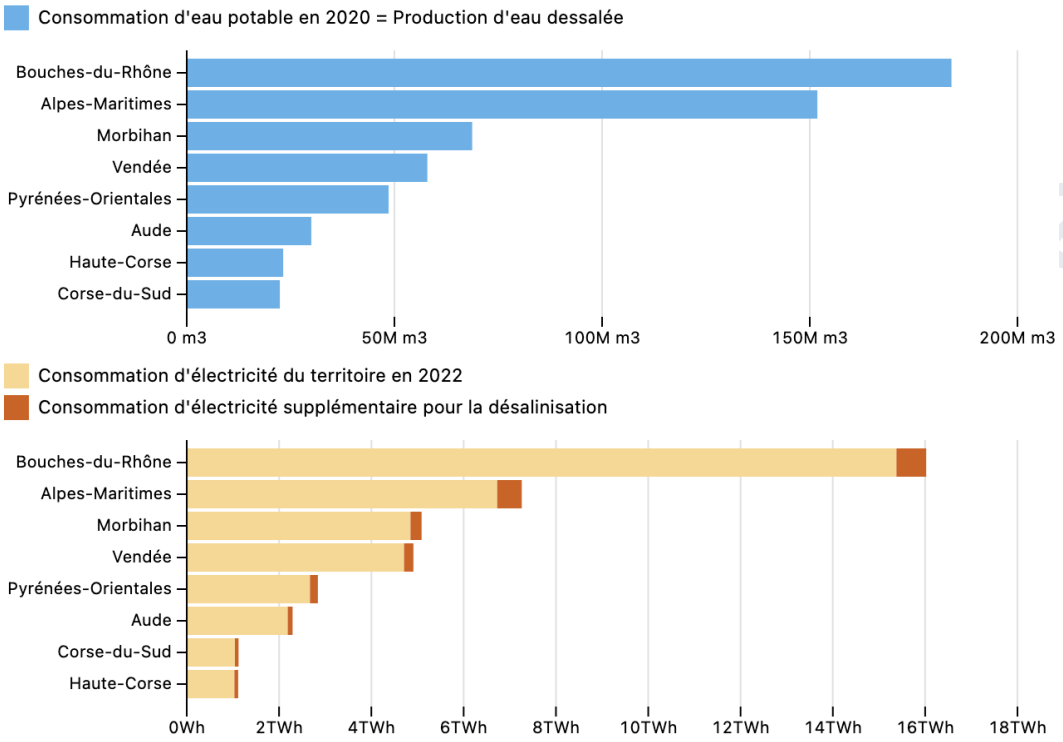
À titre de comparaison, l'Arabie Saoudite désalinise 1,5 milliards de m3 par an, les Émirats Arabes Unis un peu moins avec 1,2 milliards de m3 par an couvrant ainsi plus de 90 % de leur demande totale en eau douce. En Europe, l'Espagne produit 500 millions de m3 d'eau douce pour l'eau potable et l'irrigation par désalinisation chaque année, à mettre au regard des 5,4 milliards de m3 d'eau douce consommés par an en France. L'usine pilote de Bouin en Vendée quant à elle a une capacité de 7,3 millions de m3 par an, soit un peu plus de 1 % de la simulation réalisée ci-dessus.

[48] CD Finistère - Jacques Brulard - Google Docs

Rapport intermédiaire

Quantité d'électricité supplémentaire scénarisée pour produire de l'eau potable désalinisée (+2,1TWh)

En supposant l'installation d'une usine de désalinisation par département sélectionné produisant autant d'eau potable que consommée sur le territoire, c'est à dire ~600M m3 d'eau douce par an (soit ~9% de la consommation d'eau potable nationale).



Modélisation : The Shift Project (2025)
Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.

L'un des problèmes principaux dans le déploiement de la désalinisation, au-delà des consommations électriques évoquées ci-dessus, reste la gestion de l'eau polluée en sortie du processus. Son simple rejet dans l'environnement, par exemple dans la mer peut être très impactant localement, en générant des "zones mortes", dites hypoxiques.

Risques n°1 et n°2 : Les risques sur la disponibilité de l'eau :

EDP #1_2 : nous allons développer une analyse territoriale visant à montrer les menaces générées par le changement climatique sur les nappes et les eaux de surface. L'objectif est de croiser les sources de perturbation sur une même carte.

	Format	Répartition	
Salinisation nappes	Point	Territoires littoraux	Taille du point : en fonction des parts de conso qui proviennent de l'eau de nappe

Précipitations été	Aplat surface	Modélisation Météo France	Aplat de couleur en fonction de données Météo France
Baisse des débits	Aplat linéaire des fleuves	Cours d'eau et modélisation Météo France	Coloration en fonction de la baisse de débit
Pollutions eaux de surfaces	Point	Carte répartition années 2020	Taille du point proportionnelle à la part (%) de réserves > concentration pesticides
Pollutions nappes	Point	Carte répartition années 2020	Taille du point proportionnelle à la part (%) de réserves > concentration nitrates
PFAS	Point	Carte répartition années 2020	Taille du point proportionnelle à la part (%) de réserves > concentration PFAS

1_2.1
Macro carte : telle que décrite dans le tableau ci-dessus.

D. Une multitude de conflits sur l'eau

Des risques et conflits d'usage sur tous les territoires, et qui s'accumulent dans certains territoires

EDP #7 : nous allons développer une analyse territoriale visant à croiser les consommations projetées à 2050 et les menaces sur la disponibilités.

EDP #1_1 : conso induites par CC (hors irrigation)

EDP #3 : irrigation

EDP #4 : résidentiel

EDP #5 : industrie

VS.

EDP #1_2 : disponibilité de l'eau / tensions

Des tensions très fortes l'été, et dans les mois qui précèdent et suivent l'été

Les consommations en eau, qui sont largement portées par l'irrigation, sont particulièrement concentrées pendant la période estivale, qui est elle-même une période de moindre disponibilité de la ressource, notamment du fait d'une plus forte évaporation et d'une sécheresse des sols.

Des tensions plus fortes dans certaines Régions

Selon le scénario de France Stratégie, les consommations pourraient évoluer de cette manière dans les différents scénarios, par ensemble de bassins associés à une agence de l'eau.

Tout d'abord, les bassins des différentes agences de l'eau sont tous exposés au changement climatique, avec quelques variations :

Agence de l'eau	Débit des rivières	Précipitations	Evapotranspiration	Recharge nappe	Neige
Adour-Garonne[49]	-20 % à -40 %	-10 %	+10 % à +30 %		-35 % à -60 % de hauteur
Artois-Picardie[50]	-25 % à -45 %	-5 % à -10 %		-6 % à 46 %	
Loire-Bretagne[51]	-10 % à -40 %			jusqu'à -50 %	
Rhin-Meuse					

[49] Eau et changements climatiques dans le grand Sud-Ouest
[50] Le changement climatique dans le bassin Artois-Picardie - L'eau dans le bassin Artois-Picardie
[51] Plan d'adaptation au changement climatique du bassin Loire-Bretagne

Rapport intermédiaire

Agence de l'eau	Débit des rivières	Précipitations	Evapotranspiration	Recharge nappe	Neige
Rhône-Méditerranée-Corse[52]	-15 % (Rhône) -40 % (Isère) -30 % (Drôme / Durance)				-20 % à -40 %
Seine-Normandie[53]	-10 % à -30 %				

Ensuite, les bassins sont également différemment exposés aux augmentations de consommation d'eau. Par exemple, sur la base des consommations exposées par France Stratégie :

Agence de l'eau	Consommation 2020 (Mm³)	Tendanciel 2050 (%)	Politiques publiques 2050 (%)	Rupture 2050 (%)
Adour-Garonne	1 192	+142 %	+91 %	+36 %
Artois-Picardie	297	+187 %	+69 %	+3 %
Loire-Bretagne	1 257	+121 %	+85 %	+15 %
Rhin-Meuse	312	+40 %	+13 %	-19 %
Rhône-Méditerranée-Corse	1 335	+59 %	+54 %	-7 %
Seine-Normandie	628	+111 %	+73 %	+13 %

Des cas particuliers par type de territoire (métropole, littoral, agricole, industriel, touristique)

Les tensions se dérouleront à l'échelle d'un **territoire consommateur d'eau** (dépendant d'une ou de plusieurs sources d'eau de surface ou de profondeur) : risque d'incapacité **quantitative** à fournir l'eau nécessaire à toutes les activités, et donc risque de **conflits d'usage** entre les acteurs d'un territoire qui dépendent d'un même réseau d'approvisionnement. Les tensions pourraient se cristalliser à l'échelle d'une **réserve d'eau** (dont plusieurs territoires et acteurs dépendent), par exemple un bassin versant ou une nappe phréatique. On risque alors des conflits d'usage, une surexploitation de la ressource

[52] Plaquette "Les débits d'étiage du Rhône en baisse sous l'effet du changement climatique" (télécharger le document)
[53] La stratégie d'adaptation au changement climatique (2023) | Agence de l'Eau Seine-Normandie

Rapport intermédiaire

(au-delà de sa capacité de régénération), ou une dégradation qualitative de celle-ci. Enfin les tensions se traduiront évidemment à l'échelle des **activités consommatrices d'eau**, par exemple agricole, énergétique ou industrielle, avec le risque de ne pas avoir assez d'eau pour le fonctionnement de l'activité forçant à des arrêts ou des réductions de production.

Sources tendancielles et ponctuelles de conflits d'usage (dû à une insuffisance quantitative ou qualitative) :

	Tendances	Facteurs ponctuels
Métropole / Ville	- tendances résidentiel, industrie et agriculture - hausse des températures / sécheresse	- installation datacenter - piscines privées - développement végétalisation : arrosage espaces publics / espaces privés - développement industriel : hydrogène, agroalimentaire, métallurgie… - développement réutilisation des eaux
Littoral	- tourisme estival - pollution eau en sortie de delta VS. culture conchylicole - salinisation des aquifères et remontée du biseau salé	
Montagne	- tourisme estival et hivernal - disparition glaciers - sécheresse	- production neige artificielle - barrage
Rural	- tendance agriculture / elevage - pollution eau de surface et nappes via phytosanitaires et effluents - hausse température / sécheresse et sols secs / baisse pluviométrie	- développement retenues collinaires - extraction minière - développement irrigation
Fleuve	- sécheresse / étiage	- centrale nucléaire / thermique - barrages / centrales hydroélectriques

Rapport intermédiaire

III. Des structures de gestion complexes

A. Gestion de crise et pilotage de la sobriété : dispositifs mais peu de dynamique

Trois acteurs en situation de crise : préfets de bassin et de département, et maire

Préfet de bassin	Préfet de département*	Maire
Gère la **cohérence** de la gestion de la sécheresse entre les Départements du bassin : • Promulgue l'arrêté d'orientation de bassin. • Coordonne et veille à la cohérence des arrêtés-cadres départementaux. • Animation des comités de concertation réunissant différents acteurs à l'échelle du bassin pour suivre la situation du bassin.	Il est **l'autorité compétente** pour : • Déclencher et gérer les **restrictions d'usage**** en cas de sécheresse via des **arrêtés préfectoraux**. • Activer et piloter le Comité Ressource en Eau (anciennement appelé **comités sécheresses)** • Coordonner les services de l'État (DDT, DREAL, ARS, etc.) pour la **gestion intersectorielle**. • Déclencher le **Plan Orsec-Eau** (en cas de risque de rupture d'alimentation en eau potable).	En cas de pénurie ou de pollution de l'eau potable, le **maire est responsable de la sécurité sanitaire**. Il peut : • Activer le **PCS (Plan Communal de Sauvegarde)**. • Organiser la distribution d'eau potable (ex : bouteilles, citernes). • Fermer des usages non prioritaires (ex : fontaines, arrosage espaces verts…).

*Dans des cas d'intensité et d'étendue nationale des sécheresse, un **centre interministériel de crise (CIC) peut être activé** pour un suivi hebdomadaire de la situation et pour des prises de décision, en sollicitant notamment les préfets pour des remontées d'information hebdomadaires.

**Les restrictions d'usages par niveau de crise ont été partiellement harmonisés entre les départements, suite à la promulgation du guide sécheresse 2021[54], bien qu'il persistait encore quelques disparités en 2022[55].

[54] ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide secheresse_VF.pdf
[55] Retour d expérience sur la gestion de l eau lors de la sécheresse 2022 | vie-publique.fr

Rapport intermédiaire

***La plupart des départements n'ont pas réuni leurs Comité Ressource en Eau (CRE) à la sortie de l'hiver 2021-2022, comme le recommandait l'instruction ministérielle de 2021[56].

La police de l'eau (OFB, DDT…) joue également un rôle de contrôle du bon respect des restrictions. Une campagne **de contrôle importante à visée essentiellement pédagogique** a d'ailleurs été menée en 2022, durant laquelle plus de 13 000 opérations de contrôle ont été réalisées par différents services de l'État[57].

Des outils dédiés à la répartition de l'eau entre acteurs : PTGE, zone de répartition des eaux, tours d'eau…

Il existe une série de dispositif qui ont été pensés pour gérer de potentielles insuffisances en eau :

PTGE	Zone de répartition des eaux	Tours d'eau
Le PTGE est une démarche collaborative réunissant les acteurs d'un territoire (collectivités, agriculteurs, industriels, associations, etc.) pour élaborer une stratégie partagée de gestion de l'eau. Il vise à équilibrer les besoins en eau avec les ressources disponibles, en anticipant les tensions liées au changement climatique. Cette approche permet de définir des actions concrètes.	Une ZRE est un périmètre où la ressource en eau est structurellement insuffisante par rapport aux besoins. Dans ces zones, la réglementation sur les prélèvements est renforcée : les seuils d'autorisation sont abaissés, et les contrôles sont plus stricts pour préserver l'équilibre entre les usages et la ressource disponible.	Les tours d'eau sont des dispositifs de répartition temporelle de l'usage de l'eau, notamment pour l'irrigation. Ils consistent à organiser des périodes d'accès à l'eau pour différents usagers selon un calendrier établi, afin de limiter la pression sur la ressource en période de pénurie. Ce système favorise une gestion équitable et concertée de l'eau disponible.

Le plan eau : une architecture structurelle pour penser l'avenir de l'eau en France

En complément de ces mesures de gestion de crise, le gouvernement avait fixé en 2019 des objectifs de réduction globale des prélèvements d'eau (-10 % d'ici 2024 et -25 % d'ici 2034). Cependant, ces objectifs semblent avoir été peu connus des acteurs rencontrés lors de la sécheresse de 2022[58]

En mars 2023, le plan eau[59] a été promulgué, consistant en 53 mesures suivants 6 axes :

I. **Organiser la sobriété des usages pour tous les acteurs** → Compter la ressource, planifier son usage et l'économiser ;

[56] Retour d expérience sur la gestion de l eau lors de la sécheresse 2022 | vie-publique.fr
[57] Retour d expérience sur la gestion de l eau lors de la sécheresse 2022 | vie-publique.fr
[58] Retour d expérience sur la gestion de l eau lors de la sécheresse 2022 | vie-publique.fr
[59] ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/MAR2023_DP-PLAN EAU__BAT (1).pdf

Rapport intermédiaire

II. **Optimiser la <u>disponibilité</u> de la ressource** → Réduire les pertes, valoriser les eaux non conventionnelles, améliorer et développer, lorsque cela est nécessaire, le stockage dans les sols, les nappes, les ouvrages ;

III. **Préserver la <u>qualité</u> de l'eau** → Prévenir les pollutions diffuses, préserver et restaurer le grand cycle de l'eau.

IV. **Mettre en place les <u>moyens</u> d'atteindre ces ambitions** → Améliorer la gouvernance de l'eau, Assurer une tarification et un niveau de financement, Investir dans la recherche

V. **Être en capacité de mieux répondre aux <u>crises</u> de sécheresse** → Améliorer la gestion des périodes de sécheresse

VI. **Des <u>engagements</u> tenus** → Rendre compte des avancées et actualiser le plan autant que de besoin

Dans l'application de ce plan, et dans le financement de projets concrets associés, plusieurs acteurs jouent un rôle structurels :

- Les Agences de l'eau qui fixent le SDAGE et gère largement la subvention des projets liés à la préservation des milieux aquatiques et de la ressource en eau.
- Les acteurs économiques

La **CCI de Bretagne** a par exemple développé un dispositif ("ECOD'O")[60] pour aider les entreprises à diminuer leur consommation d'eau, en les aider sur plusieurs axes : Hiérarchiser vos principaux postes de consommation d'eau ; Identifier les économies potentielles et réalisables pour économiser l'eau ; Bâtir un plan d'actions priorisé ; Réaliser un diagnostic consommation d'eau ; Trouver les prestataires et fournisseurs capables d'apporter les solutions techniques pour vos actions d'économie d' eau ; Solliciter les aides publiques disponibles pour accélérer la mise en œuvre de votre plan d'action).

Rapport intermédiaire

[60] Economiser la ressource en eau | CCI de Bretagne

B. De multiples expérimentations locales, pour anticiper les menaces

Répondre au risque clé n°1 : Quantifier les effets du changement climatique et s'y adapter

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire :

- relativement exposé au CC
- ayant projeté l'impact local du changement climatique en terme de disponibilité de l'eau
- ayant considéré la disponibilité de l'eau dans ses projets d'adaptation au CC (que ce soit un territoire de montagne ou une ville par exemple)

Répondre au risque clé n°2 : Lutter contre les pollutions qui vulnérabilisent les approvisionnements, l'exemple de la Métropole de Lyon

Cas d'étude Métropole de Lyon

La Métropole de Lyon considère l'eau comme une ressource clé dans son diagnostic de risque lié au changement climatique. Les études de l'Agence de l'Eau projettent une baisse de 20 % du débit du Rhône, mais sans assèchement critique. Ainsi, si l'approvisionnement en eau potable n'est pas menacé quantitativement aujourd'hui, il repose à 80 % sur une seule nappe, rendant le système vulnérable à toute menace sur cette nappe. La pollution des nappes phréatiques par les pesticides et les PFAS constitue un enjeu majeur pour l'approvisionnement en eau potable de la Métropole de Lyon, rendant plusieurs captages inutilisables. La contamination, principalement d'origine industrielle, est plus marquée en aval du Rhône, et fait craindre les conséquences d'un incident industriel prolongé.

Face à ces risques, plusieurs actions sont en cours, comme la **sécurisation et diversification des sources**, avec une étude sur l'usage de l'eau de la Saône et la protection de la nappe ou encore la **reconquête des captages**, via l'accompagnement des agriculteurs et industriels vers le zéro pesticide sous 5 à 10 ans. Par ailleurs, la ville a également entrepris une politique pour réduire un vecteur de pollution : l'artificialisation des sols. La stratégie de ville perméable de la Métropole de Lyon vise à atteindre 250 à 300 hectares de surfaces perméables, en favorisant la recharge des nappes phréatiques et le rafraîchissement urbain par la végétalisation. Un coefficient de pleine terre pouvant aller jusqu'à 50 % est envisagé pour permettre une meilleure infiltration de l'eau.

Rapport interne

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire couvrant simultanément les conditions suivantes :

- a quantifié les pollutions auxquelles il est exposé (surface, nappe…)
- a identifié les sources de ces pollutions
- a mis en oeuvre des actions et régulations pour réduire les pollutions à la source
- a entrepris une dépollution des ressources

Répondre au risque clé n°3 : Réguler l'irrigation pour réduire les chances de conflit d'usage en saison estivale

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire :

- ayant régulé le développement de l'irrigation en fonction de la disponibilité de l'eau potable - que ce soit dans le développement des équipements ou dans les quantités prélevables
- ayant renoncé à des cultures alimentaires
- ayant renoncé au développement de cultures énergétiques (ex : maïs) pour cette raison

Répondre au risque clé n°4 :

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire :

- ayant une réflexion sur la sécurisation de la ressource en eau potable
- agissant sur la rénovation des réseaux
- agissant sur le développement de la réutilisation
- agissant sur la sobriété dans le résidentiel

Réponse au risque clé n°5 :

Nous avons besoin de vous !

Pour la suite de nos travaux, nous recherchons un exemple de territoire :

- ayant régulé l'installation de datacenters / de nouvelles usines en fonction de la disponibilité de l'eau douce

C. Défis, limites et insuffisances de la gestion de l'eau en France

Nous avons besoin de vous !

Cette partie d'analyse critique sur la gouvernance de l'eau est encore en construction. N'hésitez pas à nous faire un retour sur :

- les éléments d'analyses exposés ci-dessous
- les éléments qui devraient être abordés selon vous

Collectivités, acteurs économiques et consommateurs doivent se préparer à des tensions estivales régulières

Pour éviter que les tensions surviennent, ou pour gérer les tensions qui n'ont pas plus être évitées sans aller jusqu'aux conflits d'usage, il faut que l'existence d'une menace soit bien intégrée par tous les acteurs. Il ne faut pas que la menace soit redécouverte que lorsqu'elle advient, et qu'elle soit oubliée aussitôt que la crise se termine.

En effet, seule une prise de conscience anticipée laisse le temps aux acteurs des territoires d'adapter leur usage de la ressource pour s'adapter à sa disponibilité.

L'anticipation de la menace rend aussi plus facile la mise en œuvre de la gestion de crise, notamment lorsqu'il s'agit d'appliquer des restrictions dans l'usage de l'eau. Ces dernières peuvent être mal acceptées lorsque l'arbitrage n'a pas été bien défini et expliqué en amont de la crise.

La gouvernance de l'eau est complexe, et ne permet pas toujours d'impliquer tous les acteurs qui devraient l'être

La gouvernance de l'eau est composée d'une structuration dédiée (bassins et sous-bassins) à laquelle on peut ajouter de multiples autres structures et échelons administratifs qui se posent aussi les questions associés à l'eau (Département, PNR…).

L'existence d'une multiplicité de structures se posant la question de l'eau, de même que l'existence de multiples documents de planification (SDAGE, SAGE, PTGE, PRGE, schémas

Rapport intermédiaire

d'orientation…) peut générer une certaine complexité, voire une certaine illisibilité de la gouvernance de l'eau.

Mais elle est également propice à une prise en compte transversale et interterritoriale des enjeux de l'eau, permettant notamment des collaborations entre territoires qui dépassent les frontières administratives.

La complexité du maillage étant déjà grande, il faut s'assurer de s'appuyer dessus dès que possible, et de ne pas répondre à un manque de coopération par la création de nouvelles structures.

La complexité du sujet et de sa gouvernance peut générer le désengagement de certains acteurs, et pousser à la concentration du sujet dans les mains de quelques élus sachants et intéressés, comme le témoigne une Agence de l'Eau.

Il existe un risque à ce que la vision et les orientations locales n'irrigue pas suffisamment les choix locaux structurants

Un manque de dialogue entre les différents services des collectivités peut générer des incohérences dans les politiques entreprises. Par exemple, les projections en matière de développement économique, ou alors des politiques d'attractivité pour accroître la population du territoire, peuvent entrer en contradiction avec les politiques de préservation du foncier et de sobriété sur l'eau, voire peuvent outrepasser les capacités des infrastructures installées (pour l'assainissement par exemple). De même, à l'échelle d'un projet, la disponibilité en eau doit devenir une condition préliminaire, plutôt qu'une variable d'ajustement, voire même une variable absente de la réflexion comme ça peut parfois être le cas.

Il faut également penser la cohérence entre les documents de planification qui sont gérés par des structures différentes. Par exemple, une association spécialisée sur les enjeux de l'eau témoigne qu'il n'y a pas aujourd'hui suffisamment de cohérence pensée entre le SDAGE et le SRADDET.

Les territoires doivent intégrer les interdépendances inter-territoriales dans leur gouvernance

Par exemple, certains territoires situés le long d'un bassin versant peuvent exprimer ne pas percevoir de problème quantitatif sur la ressource, alors même que leurs propres prélèvements sur cette ressource contribuent à générer une insuffisance sur une autre partie du bassin versant. Il faut intégrer le fait que tout prélèvement pose un enjeu quantitatif, même si celui qui prélève n'est pas le premier exposé.

Il ne faut pas négliger les enjeux de qualité

Les enjeux de qualité peuvent être difficiles à aborder puisqu'ils supposent une évolution dans les pratiques de certains acteurs économiques (agriculteurs, industriels…), ce qui peut être délicat à porter politiquement.

Rapport intermédiaire

Conclusion en cinq risques de conflits d'usage sur la ressource en eau

1. Risque des effets du changement climatique sur les consommations et la disponibilité de la ressource en eau

Le changement climatique va générer un double effet sur le recours à l'eau dans les activités humaines. Tout d'abord, le changement climatique contribue à rendre l'eau moins disponible du fait de la baisse des précipitations qu'il génère, et de la plus forte évapotranspiration. Cela génère notamment une plus grande sécheresse des sols rendant l'eau moins disponible pour les usages. Ces impacts du changement climatique sont généraux en France, menant à des baisses de débit allant jusqu'à 40 % sur certains cours d'eau et à des baisses de recharge des nappes allant jusqu'à moins 50 %. Par ailleurs, le changement climatique va générer des hausses dans les consommations d'eau, notamment pour s'adapter à ses conséquences. Dans les villes, le développement de la végétalisation accroît les consommations pour l'arrosage et le développement des piscines privatives accroît les consommations des zones résidentielles. Dans les montagnes les consommations augmentent en cas de développement de la neige artificielle. Par ailleurs, les facteurs. Le changement climatique génère également un besoin accru d'irrigation (développé ci-dessous), par exemple dans le sud, le sud-ouest, l'ouest et le nord de la France.

2. Risques de pollutions sur la qualité des écosystèmes et la disponibilité en eau consommable

Les pollutions incontrôlées génèrent aujourd'hui des problématiques dans l'accès à l'eau en menant parfois à des fermetures de points de captage de nappes, et peuvent rendre inconsommables les ressources de surface, tout en dégradant leurs écosystèmes. Ces pollutions sont portées par l'agriculture avec les pesticides et les effluents en sortie d'élevage, et par l'industrie avec les émissions de composés chimiques comme les PFAS. Ces polluants s'accumulent dans l'environnement. A ceux-ci s'ajoutent les autres effets de pollutions anthropiques comme l'artificialisation qui réduit la perméabilité des sols et nuit donc à l'infiltration de l'eau dans les sols et dans les nappes, tout en favorisant la collecte des polluants sur la chaussée par le ruissellement.

3. Risques de conflits d'usage de l'eau liés à l'augmentation de la demande d'irrigation

L'irrigation consomme aujourd'hui 61 % de l'eau douce en France, tout en ne concernant que 11 % des prélèvements. Sur les trois quarts du territoire français, l'irrigation sera la consommation d'eau la plus déterminante dans les conflits d'usage futurs. Celle-ci va s'accroître là où elle est déjà mobilisée notamment du fait de la plus forte évaporation. Elle va se développer du fait de l'équipement croissant des exploitations agricoles (jusqu'à + 50 % de surfaces couvertes selon France Stratégie). Dans certains cas, elle peut s'accompagner du développement de retenues de substitutions, qui génèrent elles-mêmes un accroissement de l'évaporation des réserves disponibles. Enfin, elle dépend également des choix agricoles plus généraux, et notamment de la mise en œuvre de techniques d'agroécologie permettant de réduire le besoin en eau. Par ailleurs, la culture de certaines

Rapport intermédiaire

plantations est plus consommatrice en eau, ce qui peut poser des problématiques dans la relocalisation de certaines activités particulièrement consommatrices comme le maraîchage ou les cultures énergétiques comme le maïs.

4. Risque de difficulté d'accès à l'eau potable en été

Les consommations pour le résidentiel représentent 14 % des prélèvements et 13 % des prélèvements en 2020. Ces consommations ont été particulièrement menacées pendant la crise de 2022, menant parfois jusqu'à des ruptures d'approvisionnement. Par ailleurs, les acteurs du secteur estiment que de nombreuses consommations pourraient être évitées à condition de rénover les réseaux d'eau. Il est également possible de réduire l'usage local grâce à des efforts de sobriété dans les usages, et en développant la réutilisation des eaux usées. Tout cela peut permettre d'alléger globalement les consommations d'eau en France, et en particulier dans les territoires qui concentrent beaucoup de populations à l'année comme c'est le cas des métropoles, ou en saison estivale comme c'est le cas des territoires balnéaires, dont une partie est parfois également moins dotée en ressource en eau comme c'est le cas des littoraux.

5. Risques liés à la réindustrialisation et l'économie numérique sur les conflits d'usage de l'eau

Les prélèvements et consommations pour l'industrie sont de 8 % en 2020. Elles pourraient être influencées par deux tendances inverses : d'un côté les efforts d'efficacité permettant d'économiser la ressource, par exemple dans l'agroalimentaire et dans la chimie, et de l'autre la réindustrialisation vient augmenter les consommations, par exemple pour la production d'hydrogène ou pour l'industrie manufacturière de manière générale. Par ailleurs, le développement des infrastructures numériques et notamment celui des datacenter risque d'augmenter fortement les prélèvements pour leur refroidissement à l'échelle très locale alors même qu'ils sont parfois situés dans des zones déjà très consommatrices (des métropoles comme Paris et Marseille).

Rapport intermédiaire

Rapport intermédiaire
Livret Ressource

07

SOLS

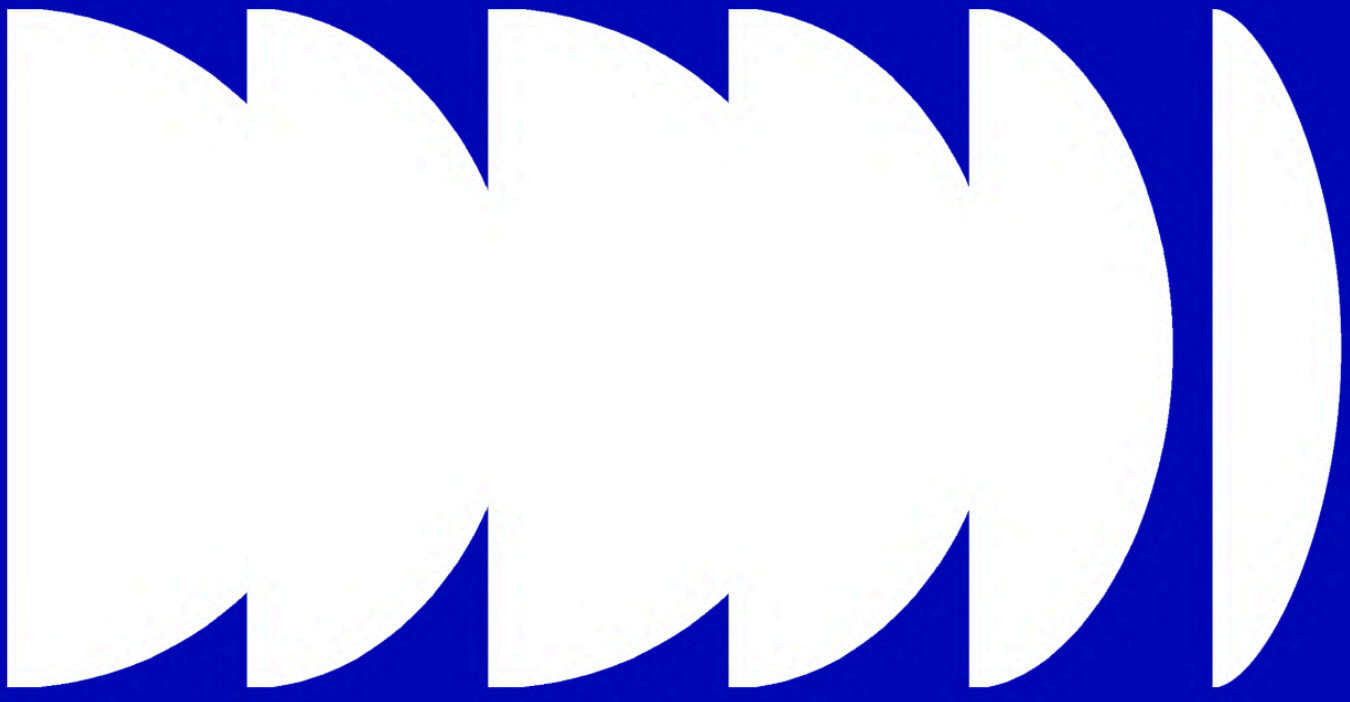


Table des matières

Table des matières **2**
Introduction **4**
Ressource sol : de quoi parle-t-on ? 4
Les sols dans la transition : une ressource sous tension 5
I. La dépendance des territoires à la ressource sol **7**
A. Toute activité consomme des sols 7
Le sol en France reste majoritairement dédié à l'agriculture, avec d'importantes variations de sa répartition selon les territoires 7
Des consommations de sol variables selon les caractéristiques socio-économiques des territoires 8
L'habitat et le transport, premiers consommateurs de sols en France 10
Les activités économiques sont aussi d'importantes consommatrices de sol 12
L'accès au foncier agricole, enjeu croissant du développement des énergies renouvelables 14
Les consommations invisibles du foncier agricole 16
Alors, qui consomme les sols ? 17
B. Une ressource sol plus ou moins “rare” selon les territoires 17
L'artificialisation des sols depuis les années 80 a réduit la disponibilité de sols vivants 17
Aujourd'hui, le rythme d'artificialisation varie grandement selon les territoires 18
Une pression croissante des activités économiques sur les sols non artificialisés 20
La pollution des sols dégrade la qualité des sols et leur disponibilité pour certains usages 20
Les friches et terres abandonnées, réservoirs pour certains usages de la ressource sol ? 22
Alors, quels sont les territoires riches en sol ? 24
C. La nécessité de mieux coordonner la gestion de la ressource sol face à l'empilement de tous ces usages 24
La spécialisation des usages du sols selon les territoires génère des interdépendances 24
L'allocation de la ressource sol est régulée à l'échelle européenne, nationale et locale 24
II. Des risques croissants de conflits d'usage sur la ressource sol à l'horizon 2050 **26**
A. Les conflits d'usage des sols sont omniprésents dans les projets des territoires 26
Exemples de conflits liés à l’artificialisation ou au changement d’usage des ENAF 28
Exemples de conflits d’accès à la ressource 29
Exemples de conflits liés à la dégradation et la pollution de la ressource 30
B. Des risques de conflits d'usage liés aux dynamiques territoriales et aux effets du changement climatique 30
Selon les tendances actuelles, l'artificialisation des sols va se poursuivre à horizon 2050 30
Nos usages actuels dégradent la qualité des sols et leurs capacités à rendre des services écosystémiques 32
Les effets du changement climatique dégradent les sols et créent des risques sur

Rapport intermédiaire

certains usages 33
Des sols de qualité contribuent à lutter contre le changement climatique 35
C. Des risques croissants de conflits d'usage liés à la mise en oeuvre des leviers de transition énergétique et climatique 37
L'impact des leviers de transition énergétique sur la consommation de sols 37
L'impact de la transition agroécologique sur la consommation de sols 40
D. D'ici à 2050, les territoires vont donc être confrontés à des conflits d'usage des sols de plus en plus intenses 41
III. Les réponses actuelles de gestion et de gouvernance territoriale face aux risques 43
A. Les limites des structures de gouvernance actuelles pour réguler la ressource sol 43
La difficile émergence de la ressource sol dans les cadres de gouvernance français et européens 43
Des territoires confrontés à des injonctions contradictoires 44
Les acteurs publics jouent un rôle de vigie des acteurs publics sur l'évolution des sols, mais un pouvoir limité 44
Des conflits d'usage des sols traités dans les processus de planification ou par la confrontation sur le terrain 45
Un panel de solutions proposées par les acteurs publics et privés 46
B. De nouveaux modes de gestion de la ressource sol s'inventent localement 46
Limiter la consommation de sol 47
Valoriser et recycler la ressource "sol" 47
Préserver les sols agricoles et naturels 48
Connaître les sols de son territoire pour mieux les allouer 48
Miser sur la coopération territoriale pour piloter les usages de la ressource sol à long terme 48
C. Des questions majeures pour la gestion et gouvernance de la ressource en 2050 49
Quel langage commun pour parler du sol sur les territoires ? 49
Quelles compétences (obligatoires) et instances locales pour la gestion de la ressource sol ? 49
Quels garde-fous pour limiter la dégradation qualitative de la ressource sol? 50
Quels outils de connaissance, à l'échelle locale, de l'état de la ressource ? 50
Quelle ingénierie territoriale pour gérer la ressource en 2050 ? 50
Quels enjeux sur les autres ressources locales guideront les arbitrages sur la gestion des sols ? 51
Conclusion en cinq risques de conflits d'usage sur la ressource sol 52
1. Risques des effets du changement climatique sur les usages des sols 52
2. Risques de conflits d'usage foncier liés à la réindustrialisation 52
3. Risques de conflits d'usage foncier liés au développement des ENR 52
4. Risques liés à la dégradation des sols agricoles 53
5. Risques liés à l'artificialisation des sols par les constructions résidentielles et les infrastructures de transport 53

Rapport intermédiaire

Introduction

Les sols sont une ressource fondamentale à la vie et aux activités humaines, bien souvent invisibilisés dans les exercices de planification écologique : elle est peut-être trop considérée comme acquise pour pouvoir imaginer qu'elle puisse être un jour mise en danger. Le sol est pourtant bien une *ressource*, une richesse offerte “naturellement” et exploitée pour les besoins de l'Homme - si l’on parle souvent d’ “or bleu”, on devrait tout autant parler d’“or brun”.

Ressource sol : de quoi parle-t-on ?

On peut définir le sol comme “un volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée, ou peu marquée par la pédogenèse”[1]. En d'autres termes, le sol est cette fine couche de matière allant de quelques centimètres à plusieurs mètres, mêlant matières organiques et minérales, qui accueille une riche biodiversité et sur laquelle nous marchons et développons nos activités.

Les fonctions et services d’un sol

La littérature scientifique distingue les **fonctions** du sol et les **services** rendus par les sols. Les fonctions du sol sont les fonctions premières que remplissent cette ressource : régulation du cycle naturel de l'eau (filtration, stockage), de l'air et des substances organiques et minérales, réservoir de biodiversité, réservoir de carbone (ils représentent le premier puits de carbone, devant la forêt[2]). La loi Climat et résilience retient 4 fonctions essentielles des sols : ses fonctions hydrique, climatique, biologique et agronomique.

Grâce à ces fonctions, le sol délivre des **services** aux activités humaines : production d'aliments et de biomasse, stockage de l'eau et régulation des risques de sécheresse/inondation, support des infrastructures humaines, fourniture de matériaux de construction, de fibres et combustibles… Les sols fournissent 95 % de la nourriture humaine, et hébergent deux tiers de la biodiversité terrestre.

Formé au cours de dizaines de milliers d'années[3] pour offrir aujourd'hui un support à nos logements, infrastructures et activités, **le sol est une ressource “non renouvelable”, car il ne peut se régénérer à échelle d'une vie humaine.**

La ressource sol se définit d'une part comme un **milieu vivant,** qui peut être dégradé de manière irréversible. Le sol "en 3D" s'étudie à travers ses caractéristiques morphologiques, physiques, chimiques, biologiques. Son épaisseur, sa structure, sa granulométrie, sa composition déterminent sa vie et les fonctions hydriques, de stockage de carbone, etc. qu'il

[1] Définition proposée par l'AFES, Association française d'étude des sols
[2] Publication INRAE, mars 2025
[3] Il faut environ 1 000 ans pour former 10 cm de sol.

Rapport intermédiaire

assure. Comment les activités humaines affectent les fonctions du sol, voire les dégradent de manière irréversible ?

La ressource sol se définit également en termes de **surface** (le sol en “2D”)**.** Le terme de “foncier” fait référence à son usage (naturel ou anthropisé, quelles activités) et à sa couverture (végétations, écosystèmes, équipements). Cette définition ouvre des questions sur les enjeux de consommation et d’artificialisation des sols, de changement d'usage des sols pour les activités humaines. Ce chapitre se focalise sur les tensions actuelles et futures liées aux enjeux surfaciques de la ressource, bien qu'il rappelle à plusieurs reprises la dépendance forte à sa dimension vivante.

Concepts clés

Couverture des sols : l'IGN (OCSGE) distingue 11 catégories pour qualifier la couverture des sols français naturels et anthropisés : Zones bâties, Zones non bâties, Zones à matériaux minéraux, Zones à autres matériaux composites, Sols nus, Surfaces d'eau, Névés et glaciers, Peuplements de feuillus, Peuplements de conifères, Peuplements mixtes, Formations arbustives et sous-arbrisseaux, Autres formations ligneuses, Formations herbacées, Autres formations non ligneuses.

Usage des sols : l'IGN (OCSGE) distingue 5 grandes catégories pour qualifier l'usage des sols : production primaire (agriculture, sylviculture, activités d'extraction, pêche et aquaculture, autre) ; production secondaire ; production tertiaire ; réseaux et transports logistiques (routier, ferré, aérien, eau, services de logistique, réseaux d'utilité publique) ; résidentiel ; autres usages (zones en transition, zones abandonnées, sans usage, usage inconnu).

Changement d'usage des sols : changement de catégorie d'usage d'un sol, par exemple d'une production primaire vers du résidentiel. C'est une des 9 limites planétaires.

Consommation des sols : “la consommation d'espace correspond au changement d'usage de parcelles cadastrales naturelles, agricoles ou forestières en espaces urbanisés” (INSEE)

Artificialisation des sols : “altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage” (article 192 de la loi Climat et Résilience), c'est-à-dire la dégradation des fonctions des sols. La catégorisation d'un sol comme artificialisé ou non s'appuie sur la nomenclature tirée du décret d'application de la loi Climat et résilience.

Les sols dans la transition : une ressource sous tension

La ressource sol est aujourd'hui sous tension. Le rythme de consommation du sol et l'artificialisation, notamment la dégradation des fonctions biologiques et hydriques du sol, rendent nécessaire la régulation de la consommation et des usages de cette ressource, alors que les sols, "à l'interface de l'ensemble des enjeux de la transition, sont clé de voûte de la

Rapport intermédiaire

transition écologique"[4], autant pour l'atténuation du changement climatique que pour l'adaptation des écosystèmes.

La commission européenne considère que **60 à 70 % des sols européens sont dégradés**[5]. L'IPBES rappelle par ailleurs que le changement d'usage des sols, une des 9 limites planétaires, met en péril les sols forestiers et agricoles. En France, l'INRAE et le Ministère de l'Environnement ciblent plusieurs menaces qui pèsent sur nos sols[6] : l'érosion, l'artificialisation des sols, la pollution, la perte de biodiversité des sols, la salinisation, la baisse de fertilité et le tassement des sols. En particulier, l'artificialisation des sols reste un défi majeur alors que son rythme augmente plus rapidement que l'accroissement de la population et la construction de logements.

La lutte contre la dégradation des sols, et notamment contre l'artificialisation des sols, est aujourd'hui à l'agenda politique français et européen. L'adoption de la loi Climat et résilience (2021) et les négociations actuelles pour l'adoption de la Directive européenne sur la surveillance des sols en font une priorité. Pour autant, c'est un enjeu qui peine à s'imposer : une première directive européenne avait été étudiée en 2006 et a échoué, et l'objectif “zéro artificialisation nette” de la loi Climat et résilience est actuellement remis en question par les débats parlementaires sur la loi TRACE et la loi de simplification de la vie économique, visant un assouplissement du rythme de réduction de la consommation de sols[7].

L'objectif de ce chapitre est d'illustrer **la nécessité de tenir compte de la ressource sol dans les choix de planification écologique à l'échelle locale et dans les stratégies de territorialisation**. Les trajectoires de décarbonation vont mettre en tension nos sols : il va falloir tenir compte des dépendances de nos activités à la ressource sol pour prioriser nos usages et tenir compte du “bouclage sol” sur les territoires.

5 risques majeurs pèsent déjà sur la ressource et risquent de s’accroître à horizon 2050 : le **changement climatique**, qui vient contraindre la disponibilité des surfaces et la santé des sols (risque #1) ; la **réindustrialisation** qui accroît la pression foncière et la compétition dans l’allocation des hectares à artificialiser (risque #2) ; la **production d’EnR** qui, malgré des emprises foncières maîtrisées, accroît les conflits d’usage locaux et les débats autour de l’accaparement des terres (risque #3) ; la **dégradation de la santé des sols** agricoles qui vient grever les capacités d’adaptation au changement climatique et de souveraineté alimentaire des territoires (risque #4) ; l’**artificialisation du foncier agricole (pour l’habitat et le transport)** qui doit pourtant être préservé voir augmenter pour mener la transition agroécologique (risque #5).

Rapport intermédiaire

[4] Selon les termes du coordinateur de la feuille de route “Sol” de l'Ademe au Salon de l'agriculture 2024
[5] Orientation générale concernant la directive relative à la surveillance des sols, Commission Européenne. 33 % des sols à l'échelle mondiale selon la FAO Soil Portal
[6] INRAE, Dossier “Peut-on encore sauver les sols”
[7] Voir débats du 13 mars 2024, site du Sénat

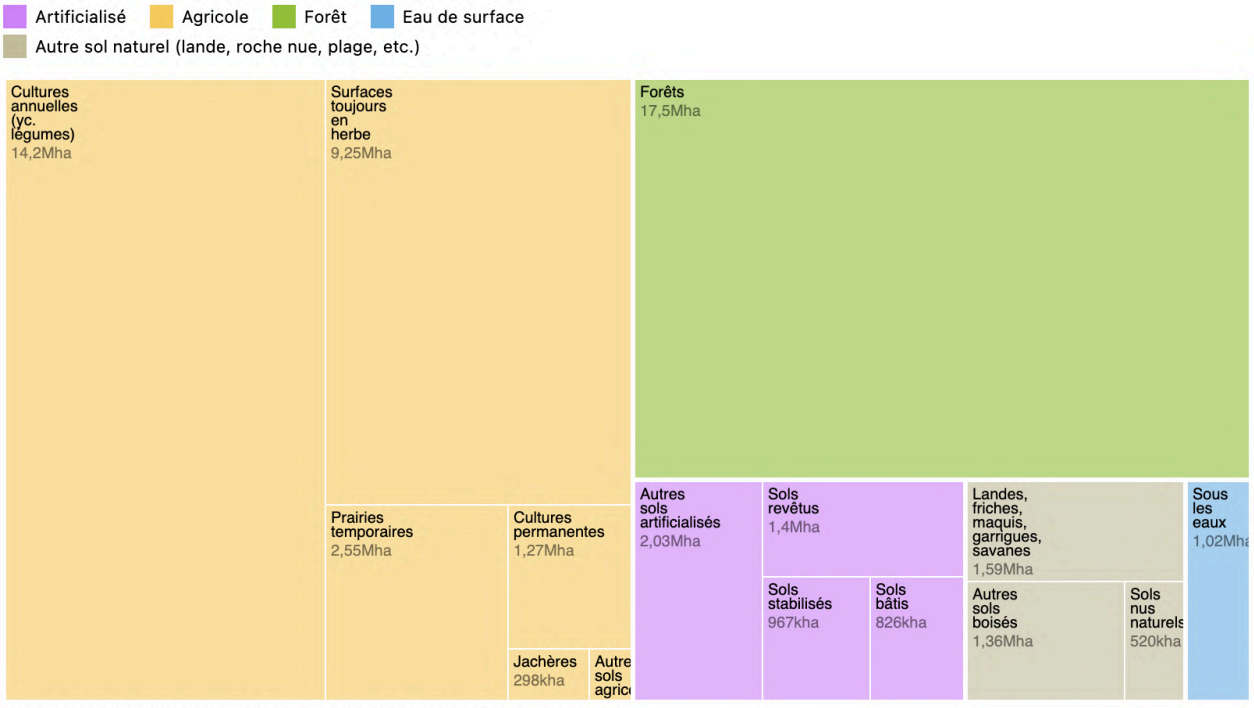
I. La dépendance des territoires à la ressource sol

A. Toute activité consomme des sols

Le sol en France reste majoritairement dédié à l'agriculture, avec d'importantes variations de sa répartition selon les territoires

La France dispose de 55 millions d'hectares, dont 28 millions de surface agricoles et 17 millions de surface forestière. **En 2020, 9 % des sols français sont artificialisés, pour 39 % de sols naturels et 52 % de sols agricoles** (INSEE)[8]. Plus de la moitié des sols français sont des surfaces agricoles : la plupart des sols agricoles sont couverts de cultures, puis d'herbes et prairies. Les sols naturels sont eux majoritairement couverts de forêts (env. 32 %)[9].

Occupation des sols en 2022



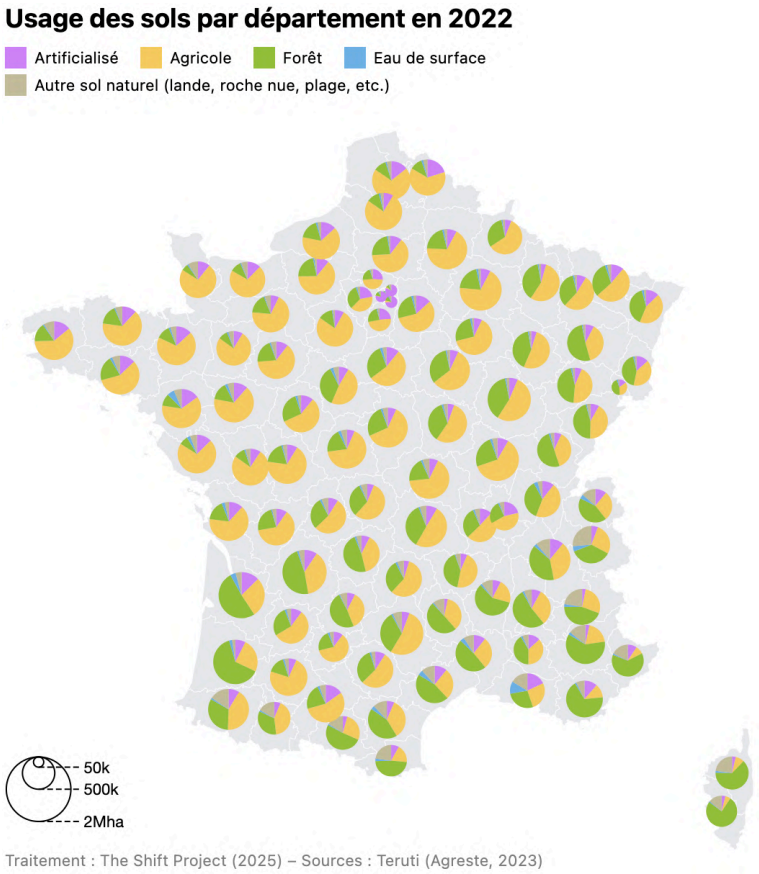
Traitement : The Shift Project (2025) – Sources : Teruti (Agreste, 2023)

La répartition des sols agricoles, naturels et artificialisés est très variable selon les territoires :

- certains territoires au profil **agricole** vont être dominés par des surfaces agricoles et artificialisées, dans une moindre mesure naturels,
- des territoires à dominante **naturelle** seront a contrario moins concernés par l'activité agricole.

[8] Dossier Artificialisation des sols, Insee, février 2024
[9] Note Sols artificialisés, Agreste , février 2025

Les régions de France métropolitaine les plus artificialisées (au-dessus de la moyenne nationale de 9 %) sont l'Ile-de-France, la Bretagne, les Hauts de France et les Pays de la Loire. Les 5 régions les moins artificialisées sont la Corse, Bourgogne-Franche-Comté, l'Occitanie, la région Grand Est. Les régions Corse et PACA sont de loin les régions accueillant le plus d'espaces naturels (85 % et 45 % de leur superficie). Les régions les plus agricoles sont les Hauts-de-France, la Normandie et les Pays de la Loire : ce sont également les 3 régions ayant le moins d'espaces naturels.[10]



Traitement : The Shift Project (2025) – Sources : Teruti (Agreste, 2023)

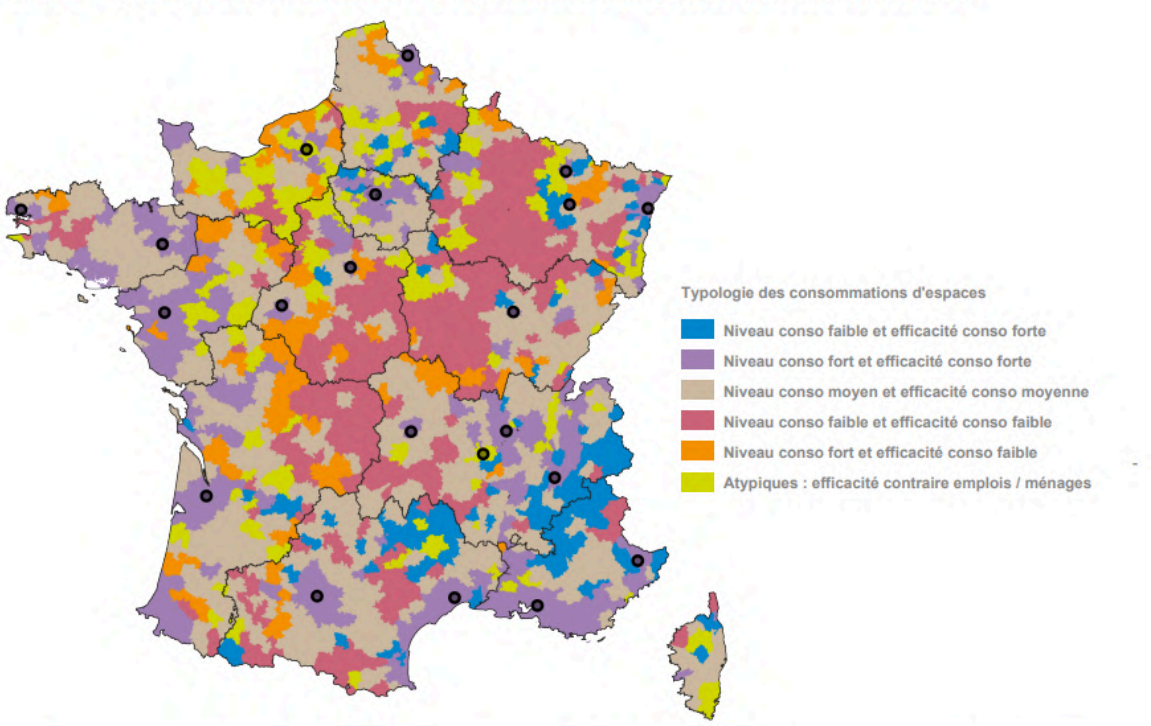
Des consommations de sol variables selon les caractéristiques socio-économiques des territoires

Les départements les plus artificialisés en France correspondent aux départements accueillant la plus forte population urbaine, aux départements les plus densément peuplés, et aux départements littoraux. A l'inverse, les territoires les moins artificialisés sont les départements les moins densément peuplés, et en zones de montagne. L'artificialisation n'est pas corrélée à la croissance démographique : les territoires en déprise démographique urbanisent plus rapidement que les territoires fortement peuplés et attractifs.

A la maille locale, on observe par ailleurs que les territoires (SCOT/département) les plus artificialisés sont ceux qui accueillent le plus d'infrastructures routières, d'implantations industrielles, de fréquentation touristique…

[10] ibid

France stratégie distingue **différents profils de territoires consommateurs d'ENAF**, en fonction de leur niveau de consommation d'ENAF (plus ou moins faible/fort) et de leur efficacité de consommation (surface consommée pour l'habitat et les activités face à l'évolution du nombre de ménages et d'activités). Se dessine alors une carte de France très hétérogène, qui illustre la disparité des consommations de sol (surfaces) : les territoires fortement consommateurs contre les territoires sobres en fonciers, les territoires efficaces dans la consommation de foncier directement utile aux ménages et aux activités du territoires contre ceux ayant une faible efficacité[11].



Lecture : les EPCI sont classés en six catégories selon leur profil de consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers – selon leur niveau de consommation (nombre d'hectares consommés, part de la superficie de leur territoire consommée) et l'efficacité de leur consommation liée à l'habitat et à l'activité (par rapport à l'évolution du nombre de ménages et du nombre d'emplois).

Champ : EPCI de France métropolitaine (2011-2021)

Source : France Stratégie à partir des fichiers fonciers (Cerema), du recensement (Insee) et de l'Acoss (Urssaf)

Typologie des consommations d'ENAF par EPCI. Source : France Stratégie[12]

L'étude explique que la grande hétérogénéité territoriale en matière de consommation de sols peut s'expliquer par le niveau d'urbanité des communes :

- "les communes les plus urbaines consommant plus de foncier en valeur absolue, mais de façon plus efficace, car le foncier disponible y est rare et cher"
- "les communes rurales consomment davantage que les communes denses/intermédiaires"
- "plus on s'éloigne des centres urbains, plus la part d'espaces consommés pour l'habitat est importante".

[11] Note d'analyse n°128, France Stratégie, novembre 2023, "L'artificialisation des sols : un phénomène difficile à maîtriser"
[12] ibid

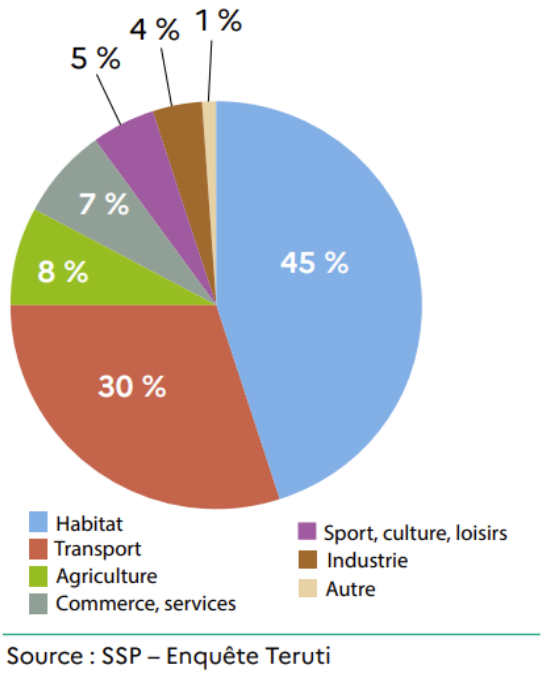
Le rapport du CEREMA analysant la consommation d'espaces entre 2009 et 2023[13] souligne la **concentration** du phénomène :

- “5 % des communes sont concernées par 37 % de la consommation d'espaces
- “une partie de la consommation d'espaces est située dans des zones avec une dynamique démographique faible : 7 820 communes perdent des ménages tout en consommant de l'espace”
- “61,3 % de la consommation d'espaces est localisée dans des communes détendues (zonage « C »)”

Pour autant, quasiment toutes les communes de France consomment des espaces NAF : tous les territoires sont donc concernés par la problématique.

L'habitat et le transport, premiers consommateurs de sols en France

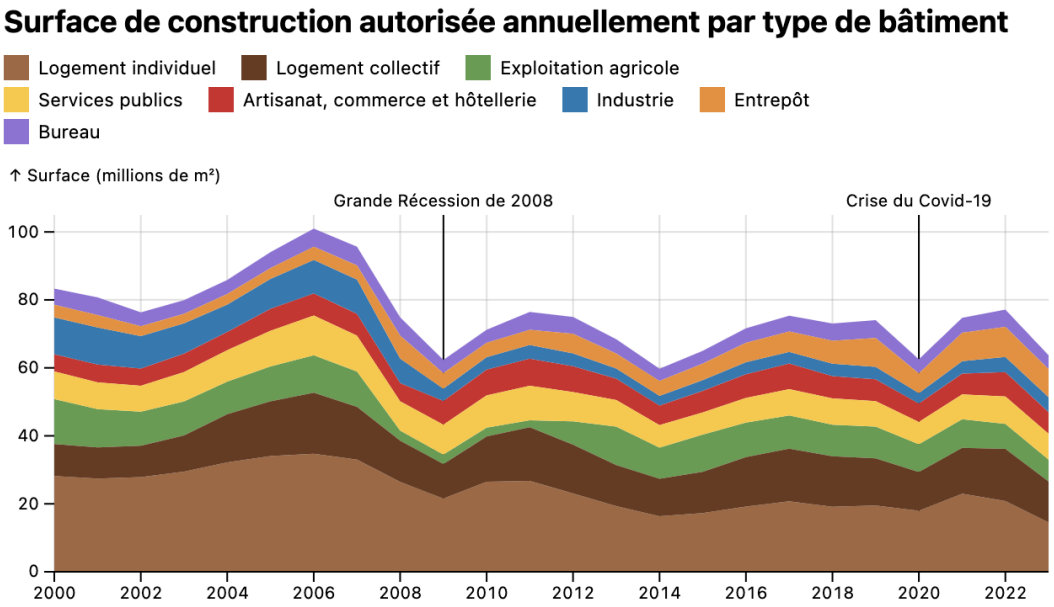
Les usages des sols artificialisés en France sont en grande partie dominés par l'habitat (45 % des sols artificialisés) et les infrastructures de transport (30 %). L'industrie et les **activités tertiaires** (commerce, hébergement touristiques, services, etc.) représentent 12 % de l'artificialisation.



Répartition des usages des sols artificialisés en France en 2022
Source : Agreste[14]

On constate que les activités les plus consommatrices de surfaces bâties annuellement sont les activités tertiaires nécessitant la construction de **bureaux** et d’**entrepôts**, et les activités **industrielles**, devant les activités commerciales, d’artisanat et d’hôtellerie, et devant les constructions dédiées aux services publics.

[13] Rapport "Analyse de la consommation d’espaces”, CEREMA, mai 2024
[14] Note Sols artificialisés, Agreste, février 2025



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : Sitadel (SDES, 2025)

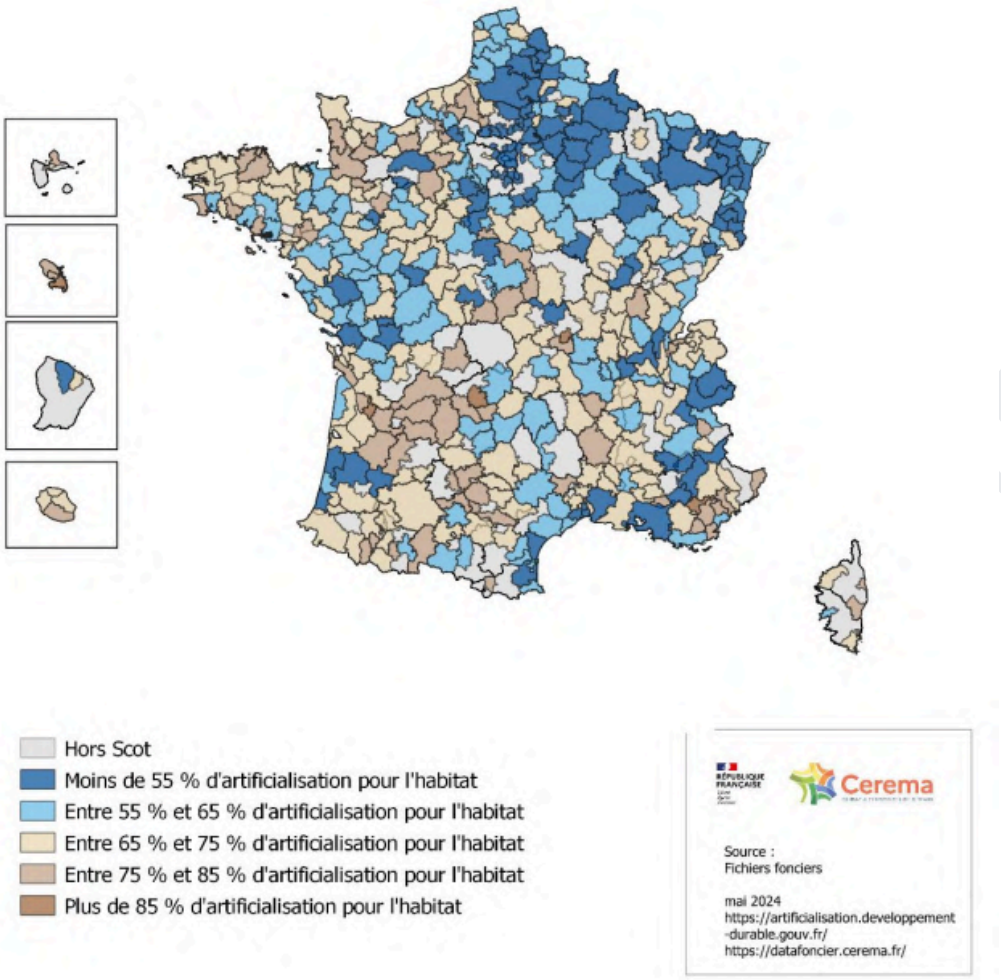
Les **infrastructures de transport** représentent 5 % de la consommation annuelle de sol. “La consommation d'espaces pour de nouvelles infrastructures routières tend à diminuer et celle des infrastructures ferroviaires, bien que restant très faible, est étroitement liée aux programmes de lignes à grande vitesse.” [15]

Au niveau national, la consommation d'espace pour **l'habitat** reste largement majoritaire. En 10 ans (2010-2020), on observe une importante croissance du nombre de logements par EPCI, allant jusqu'à 3 % pour des EPCI situés majoritairement en zones littorales (arc Atlantique et méditerranéen), en Corse, et autour de pôles métropolitains.[16]

L'artificialisation dédiée à l'habitat reste très hétérogène selon les territoires. La carte des SCOT illustre que les territoires les plus concernés par l'artificialisation pour l'habitat se situent dans des espaces ruraux du sud-ouest de la France, de la vallée rhodanienne, sur le littoral breton, corse et de l'est méditerranéen. L’artificialisation des sols pour l’habitat cache différents phénomènes d’accumulation de logements vacants (1,1 million en France métropolitaine), d’accroissement du nombre de résidences secondaires (10 % de l’habitat) et de meublés touristiques (qui a plus de doublé entre 2016 et 2021[17]), de desserrement des ménages et d'accroissement du nombre de m2 par habitant.

Rapport intermédiaire

[15] Rapport d'étude CEREMA, mai 2024
[16] Carte de l’évolution du nombre de logements entre 2010 et 2020 par EPCI, France Stratégie Arambourou, H., Bouvart, C., Tessé, S., Avec la contribution de Rostand, J. (2023). L’artificialisation des sols : un phénomène difficile à maîtriser. La note d'analyse de France Stratégie, 128(13), 1-16.
[17] Publication Institut de la transition foncière, mars 2025

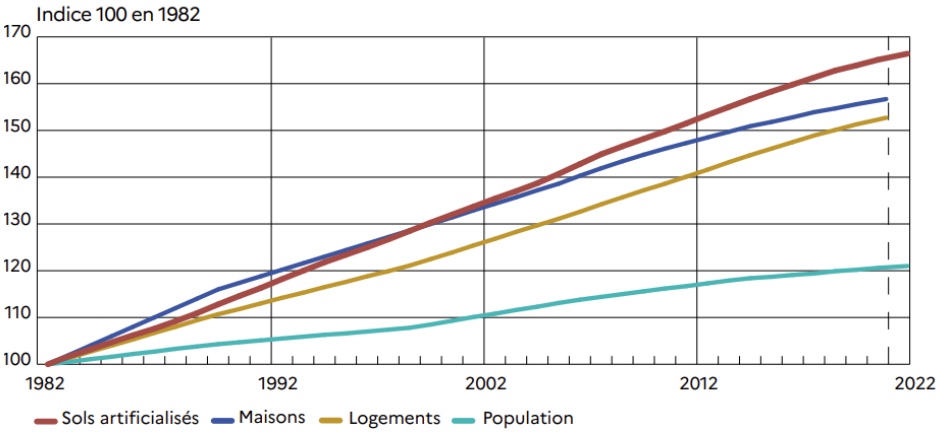


Niveau d'artificialisation dédié à l'habitat par SCOT en 2024. Source : CEREMA

Les activités économiques sont aussi d'importantes consommatrices de sol

L'**artificialisation croît à un rythme plus important que l'augmentation de la population et du nombre de logements** : l'activité habitat n'est pas la seule responsable de la consommation de sol.

Rapport



Lecture : entre 1982 et 2010, les surfaces artificialisées augmentent de 48 %, contre 45 % pour le nombre de maisons et 37 % pour le nombre de logements (maisons et appartements). Entre 2010 et 2021, le nombre de maisons augmente moins vite (+ 8 %), l'évolution des surfaces artificialisées (+ 11 %) étant proche de celle du nombre de logements (+ 11 %).
Sources : SSP – Enquêtes Teruti ; Insee – Recensements de la population

Evolution depuis 1982 de l'artificialisation des sols, du nombre de maisons et logement, et de la population française. Source : Agreste

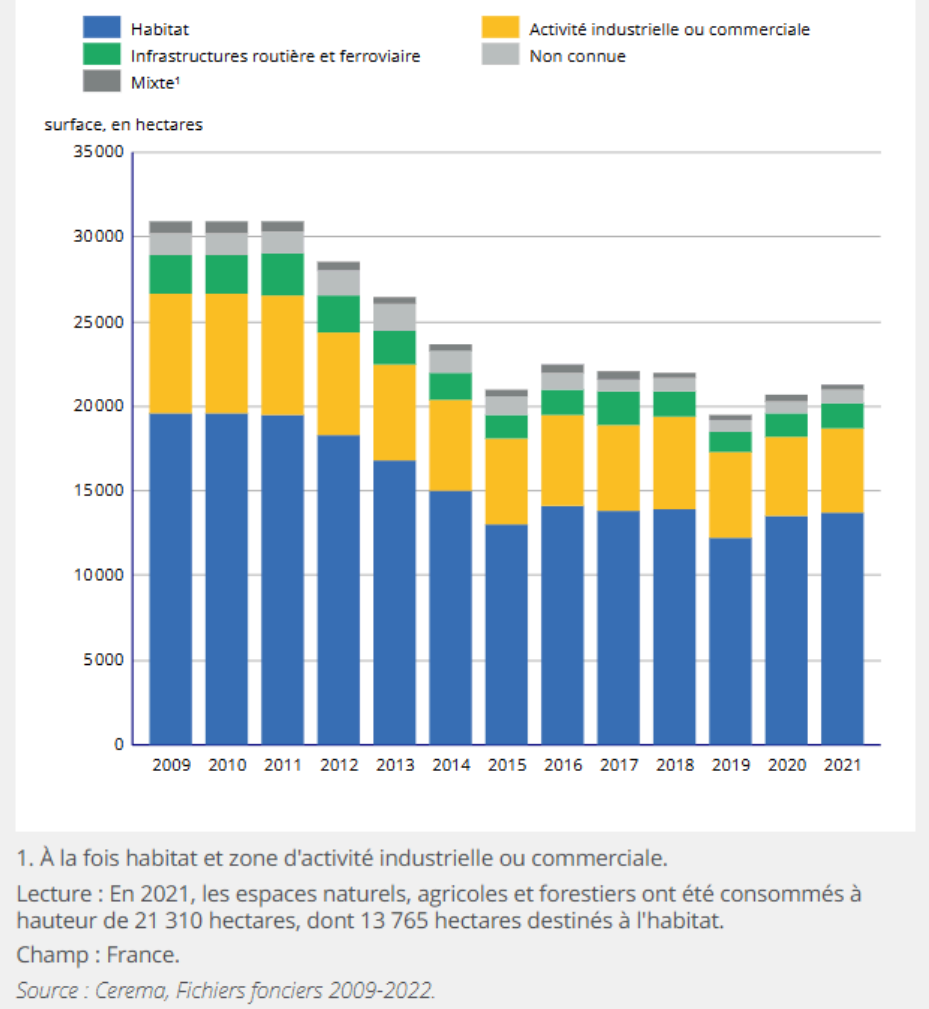
L'activité économique est également responsable de l'artificialisation. Selon l'INSEE, 23 % de la consommation totale d'espace est liée à l'activité économique. Au sein de l'activité économique, 29 % de la consommation d'espace est liée à l'activité industrielle, et 28 % aux bureaux et services publics. L'activité tertiaire est particulièrement consommatrice de sol : "En dix ans, les bureaux et services publics ont consommé autant d'espace naturel, agricole ou forestier que l'industrie."[18]

Le **secteur industriel** est à l'origine de la moitié des demandes d'implantation, ainsi que pour la **logistique**[19]. Même si l'industrie "ne représente que 10 % des surfaces de plancher autorisées pour la construction de nouveaux locaux non résidentiels entre 2011 et 2022", on observe tout de même "un essor important ces dernières années, avec 4,6 millions de mètres carrés SDP en 2022 (contre 3,1 millions en moyenne entre 2013 et 2015)" (France stratégie).

Les **activités commerciales** ont également des besoins croissants en foncier : une étude de France stratégie souligne que "les surfaces commerciales ont repris leur extension depuis 2018 − après une baisse lors de la première moitié de la décennie −, et ce malgré une vacance commerciale de l'ordre de 10 %. En 2022, 4,3 millions de mètres carrés SDP ont été autorisés, ce qui représente une croissance de plus de 12 % du flux autorisé depuis 2018."[20]

Rapport intermédiaire

[18] INSEE Première n°2039, février 2025
[19] Dossier "Foncier industriel et stratégies publiques locales : une articulation imparfaite. Un projet de recherche sur l'accès au foncier", CEREMA, mars 2024
[20] Arambourou, H., Bouvart, C., Tessé, S., Avec la contribution de Rostand, J. (2023). L'artificialisation des sols : un phénomène difficile à maîtriser. La note d'analyse de France Stratégie, 128(13), 1-16.



1. À la fois habitat et zone d'activité industrielle ou commerciale.

Lecture : En 2021, les espaces naturels, agricoles et forestiers ont été consommés à hauteur de 21 310 hectares, dont 13 765 hectares destinés à l'habitat.

Champ : France.

Source : Cerema, Fichiers fonciers 2009-2022.

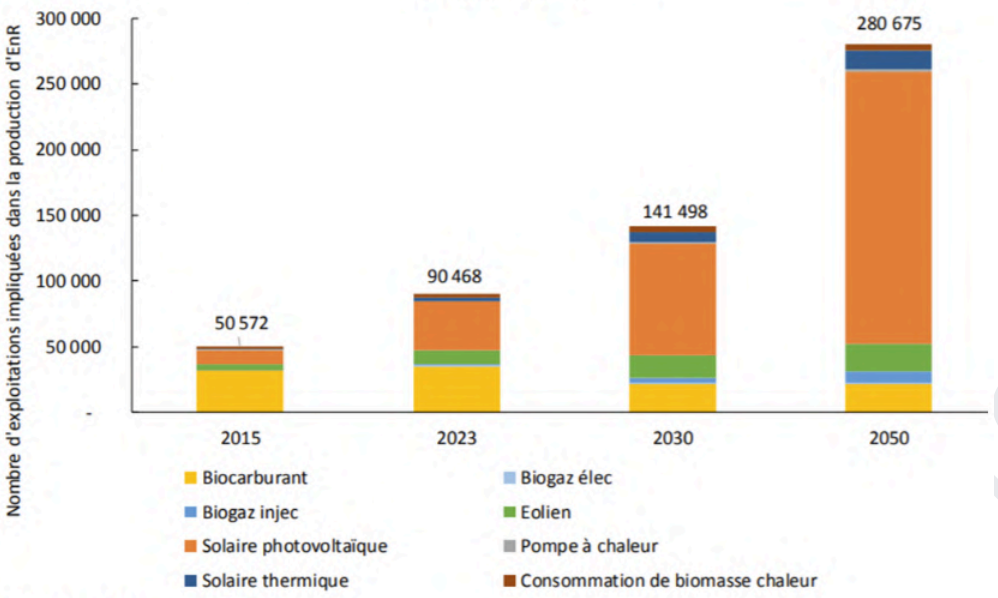
Consommation d'ENAF par activité. Source : INSEE

Les usages des sols dédiés aux **activités touristiques** sont également non négligeables. L'étude de France stratégie[21] illustre les **disparités territoriales** de cet enjeu : "si au niveau national la surface pour les hébergements hôteliers entre 2011 et 2022 rapportée à la surface totale autorisée pour des locaux non résidentiels est de 2,6 %, elle représente plus de 70 % des constructions dans certaines intercommunalités touristiques, comme pour les communautés de communes Val Vanoise et de Haute-Tarentaise en zone de montagne. À ces hébergements hôteliers s'ajoute aussi l'augmentation des résidences secondaires, particulièrement marquée dans les zones littorales. Ainsi, sur le littoral aquitain, la part des résidences secondaires atteint désormais 22,5 %."

L'accès au foncier agricole, enjeu croissant du développement des énergies renouvelables

Les **usages énergétiques** des sols agricoles, enjeu particulièrement politisé depuis l'introduction des Zones d'accélération des énergies renouvelables (ZAEnr) par la loi APER en 2023, restent minoritaires dans les usages des sols agricoles, bien que la part des exploitations agricoles impliquées dans la production d'EnR croisse rapidement.

[21] ibid



Source : Ademe.

Évolution du nombre d'exploitations impliquées dans la production d'EnR selon le scénario médian de l'Ademe. Source : Ademe

Un rapport du Sénat[22] souligne que l'**accès au foncier agricole** est un enjeu majeur du développement des EnR. La part des sols agricoles mobilisés pour la production d'EnR reste très faible, moins de 3 % de la SAU totale (données de 2015). Les biocarburants restent les plus consommateurs de SAU, loin devant la méthanisation, le photovoltaïque au sol et l'implantation d'éoliennes.

Surface agricole totale	28 000 000 d'ha [57 (*)]	100 %
Type d'énergie	**Surfaces agricoles mobilisées (en ha)**	**Part de la surface agricole totale (en %)**
Photovoltaïque au sol	450	0,0016 %
Éolien	583	0,0021 %
Méthanisation (cultures dédiées)	14 850	0,0530 %
Biocarburants	769 000	2,7464 %
Total	784 883	2,8031 %

Source : OPECST d'après les données de l'Ademe.

Les surfaces agricoles mobilisées pour la production d'énergie
Source : Sénat

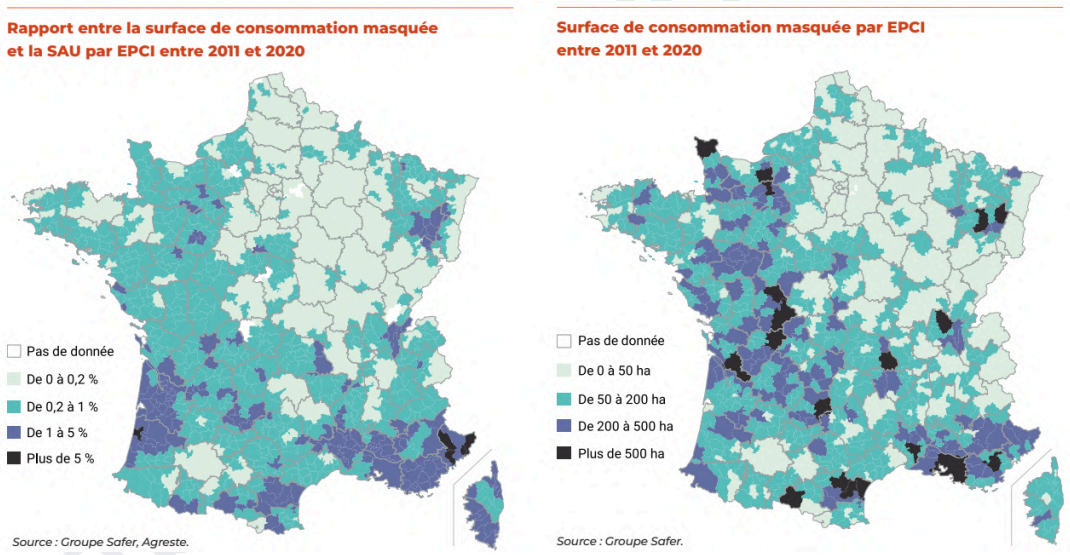
[22] Rapport n° 646 (2019-2020), "L'agriculture face au défi de la production d'énergie", Sénat, juillet 2020

Les consommations invisibles du foncier agricole

La **consommation masquée** de foncier agricole est une problématique croissante qui contribue à artificialiser les sols agricoles pour des usages divers : logement principal ou résidence secondaire, usages récréatifs, autres usages. **Si la surface d'ENAF grignotée par l'urbanisation chaque année diminue, la surface annuelle de consommation masquée augmente[23].**

La **consommation masquée** correspond à la perte d'usage agricole d'un terrain, c'est-à-dire à "la consommation des espaces productifs agricoles par les non agriculteurs qui se rendent propriétaires de terres, soit lors d'un achat résidentiel (acquisition d'une maison + jardin + quelques milliers de mètres carrés de terres ou prés), soit lors d'achats d'agréments (achat d'un pré, extension d'un jardin, etc.).

Ces terrains ne sont pas soustraits de « l'espace nature ou agricole », car ils ne sont pas urbanisés : ils acquièrent un usage de loisirs difficilement réversibles." Source SAFER AURA



Carte des consommations masquées de foncier agricole. Source : SAFER

Outre la consommation masquée des sols agricoles, l'**abandon des terres agricoles** est un autre phénomène majeur : un rapport du CGAAER[24] (2023) souligne que c'est un enjeu clé pour les politiques foncières. Ce terme de "terres abandonnées" ou "délaissées" concerne les terres agricoles perdues pour un usage agricole, sans qu'il n'y ait artificialisation. ". **Les surfaces en friche sont estimées aujourd'hui à presque 10 % de la SAU par le Conseil supérieur du notariat (2,5 millions d'hectares sur 28)."**

[23] Dossier "Les grandes tendances des marchés fonciers ruraux", SAFER, 2023

[24] Rapport n°21131p, "Plus de 20 000 ha de terres agricoles abandonnés chaque année, un angle mort des politiques foncières", CGAAER, Novembre 2023

Alors, qui consomme les sols ?

Particuliers, entreprises de toutes filières économiques, services publics : les sols sont une ressource consommée (artificialisée et dégradée) par une multitude d'acteurs locaux. Ces usages s'additionnent à toutes les échelles du territoire : celle de la parcelle de vie/d'habitat, celle du quartier, de la commune, des infrastructures reliant plusieurs territoires. Bien que les ménages français soient les premiers consommateurs de sol, pour l'habitat, nos infrastructures de transport, les infrastructures de nos services publics (réseaux d'eau potable, de télécommunication…), nos infrastructures énergétiques sont toutes dépendantes du foncier disponible et de la manière dont il est alloué à l'échelle locale.

B. Une ressource sol plus ou moins “rare” selon les territoires

Calculer et estimer la “disponibilité” de la ressource sol est un exercice qui peut sembler très théorique, car cette ressource ne constitue pas un stock variable selon une saisonnalité (telle que l'eau), des pratiques de renouvellement (telle que le bois, la biomasse), ou de production (telle que l'électricité).

Nous entendons par “disponibilité” de la ressource sol :

- le stock d'espaces non-artificialisés
- les variations de ce “stock” en considérant :
    - les “gisements” de foncier non artificialisés ou reconvertibles pour divers usages qui peuvent venir augmenter la disponibilité en sols d'un territoire (la réhabilitation de friches, de terres abandonnées),
    - les mises en indisponibilité de la ressource par la pollution des sols (qu'ils soient artificialisés ou non).

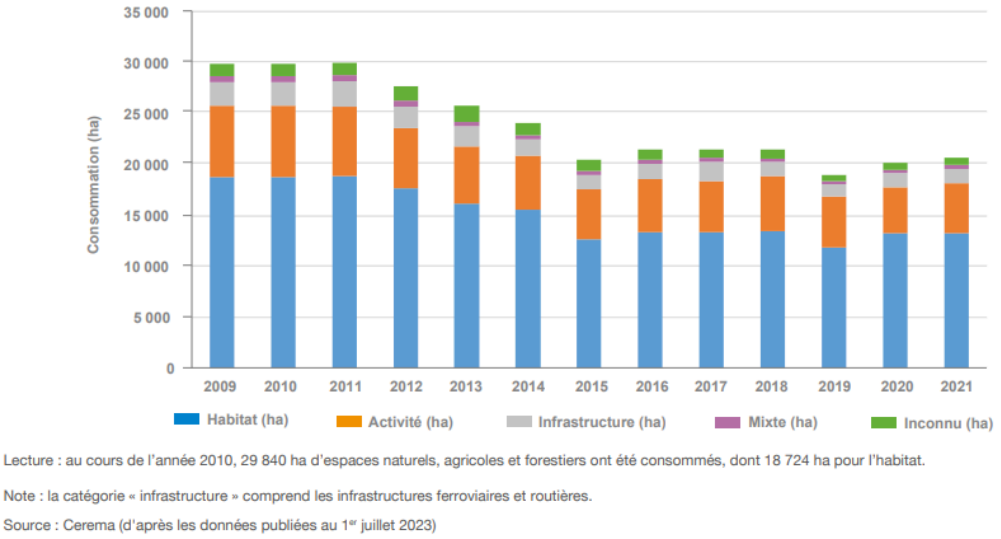
> La réflexion sur la disponibilité des sols est délicate : il ne s’agit pas de laisser penser que l'on cherche à organiser l'exploitation maximale de la ressource sol. Cette partie sera reprise dans la publication finale.

L'artificialisation des sols depuis les années 80 a réduit la disponibilité de sols vivants

Si les chiffres du Cerema mettent en évidence une baisse tendancielle du rythme d'artificialisation depuis les années 2010, la consommation de foncier a pourtant **augmenté de 66 % entre 1982 et 2022**[25] : la part de surface artificialisée représentait 5,7 % du territoire en 1982 contre 9,5 % aujourd'hui.

[25] Note Agreste, Février 2025

Rapport intermédiaire



Lecture : au cours de l'année 2010, 29 840 ha d'espaces naturels, agricoles et forestiers ont été consommés, dont 18 724 ha pour l'habitat.

Note : la catégorie « infrastructure » comprend les infrastructures ferroviaires et routières.

Source : Cerema (d'après les données publiées au 1er juillet 2023)

Consommation d'ENAF entre 2009 et 2021 en France métropolitaine.
Source : France Stratégie

Cette réduction de la disponibilité en sols non-artificialisés en flagrante sur les territoires littoraux, dont l'artificialisation a augmenté de manière significative depuis les années 80.

Dans le cadre du dispositif zéro artificialisation nette (ZAN), adopté en 2021 (loi Climat & Résilience), la France pourra artificialiser 262 500 hectares d'ici à 2050, soit 0,39 % du territoire français.

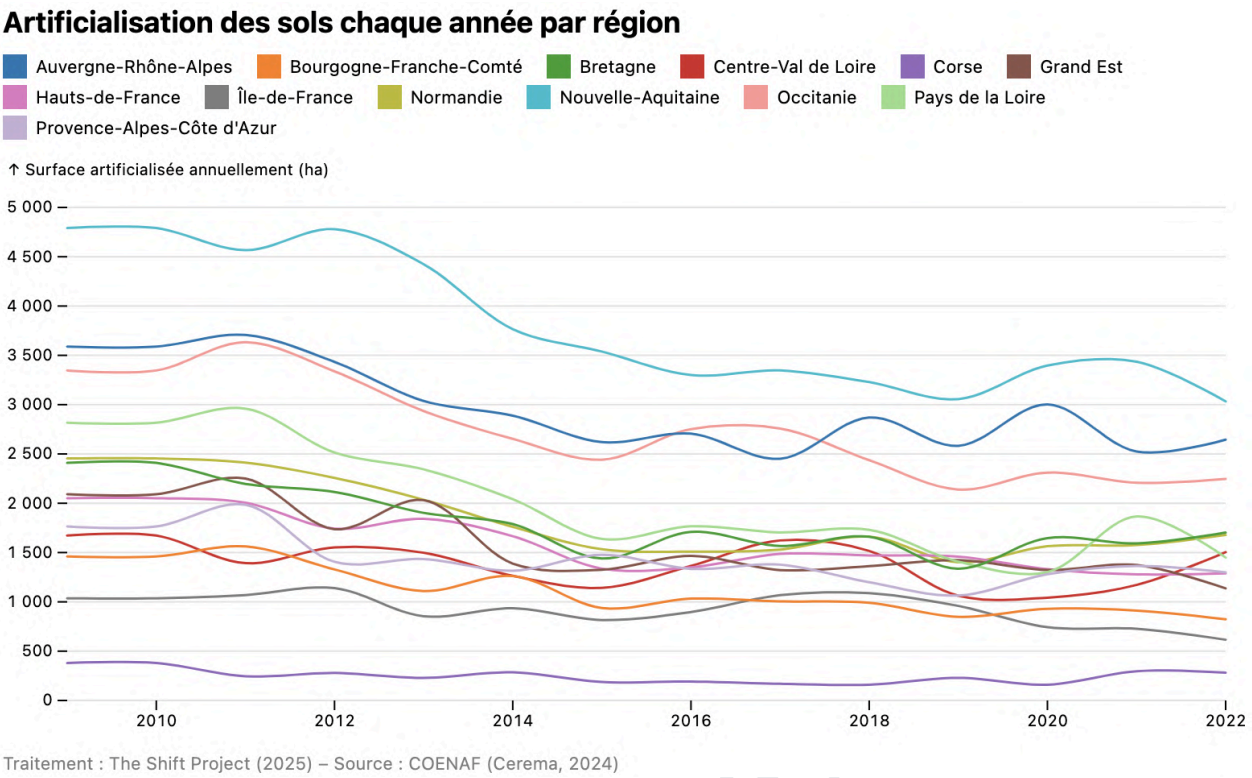
Aujourd'hui, le rythme d'artificialisation varie grandement selon les territoires

Selon les régions, le rythme d'artificialisation est très contrasté. En moyenne, la France artificialise entre 20 et 24 000 hectares[26] par an. On observe sur le graphique ci-dessous que les régions Nouvelle-Aquitaine, Aura et Occitanie sont les plus artificialisantes. A l'inverse, la Corse artificialise peu (territoire à la géographie très contrainte), ainsi que l'Île-de-France, région la plus artificialisée de France (23 % de sa surface en 2018).

Ce graphique illustre une tendance générale à la baisse du rythme d'artificialisation depuis 2010. Les enjeux de lutte contre l'artificialisation ne se posent toutefois pas avec la même ampleur sur tout le territoire, la Bourgogne-Franche-Comté artificialisant moins de 1 000 hectares en 2022, contre plus de 3 000 ha pour la région Nouvelle-Aquitaine.

[26] Il existe de grandes variations d'estimation de l'artificialisation de France selon les systèmes de collecte.

Rapport intermédiaire



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : COENAF (Cerema, 2024)

Il ne s'agit pas non plus des mêmes postes d'artificialisation :

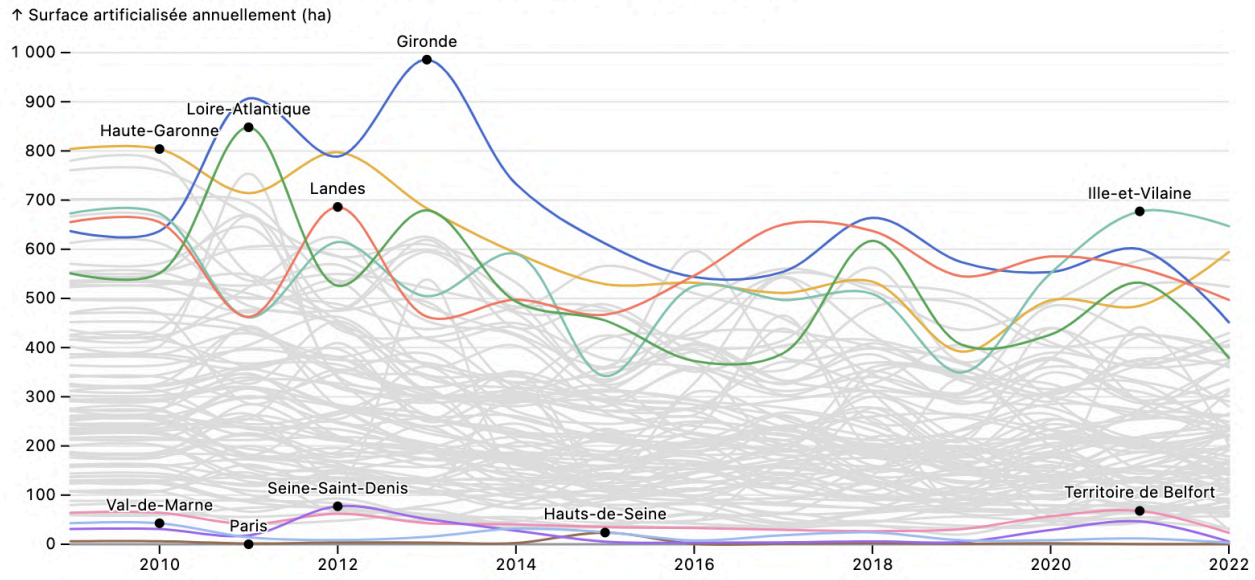
- **l'habitat** est particulièrement responsable de l'artificialisation en Corse (72 %) et en Normandie (70 %) et l'est beaucoup moins dans le Grand Est (53 %), les Hauts-de-France (52 %), et en Ile-de-France (37 %),
- les **activités** sont les premières responsables de l'artificialisation en Ile-de-France et bien plus élevées que la moyenne nationale dans les Hauts-de-France (34 %),
- l'artificialisation causée par les **infrastructures** sont un enjeu bien moindre en Pays de la Loire (1 %), Corse (4 %) et Nouvelle Aquitaine (5 %), qu'en Bretagne (8 %), Ile-de-France (10 %) et Grand Est (10 %).

A l'échelle **départementale**, on observe également de grandes **disparités** dans la consommation d'hectares sur la période 2009-2022 : on retrouve, parmi les départements les plus artificialisants, certains de la région Nouvelle-Aquitaine, et parmi les moins consommateurs, ceux de la région Ile-de-France (en raison de son taux d'artificialisation parmi les plus élevés).

Rapport intermédiaire

Artificialisation des sols chaque année par département

Top 5 des départements les plus et les moins artificialisés depuis 2009.



Traitement : The Shift Project (2025) – Source : COENAF (Cerema, 2024)

Une pression croissante des activités économiques sur les sols non artificialisés

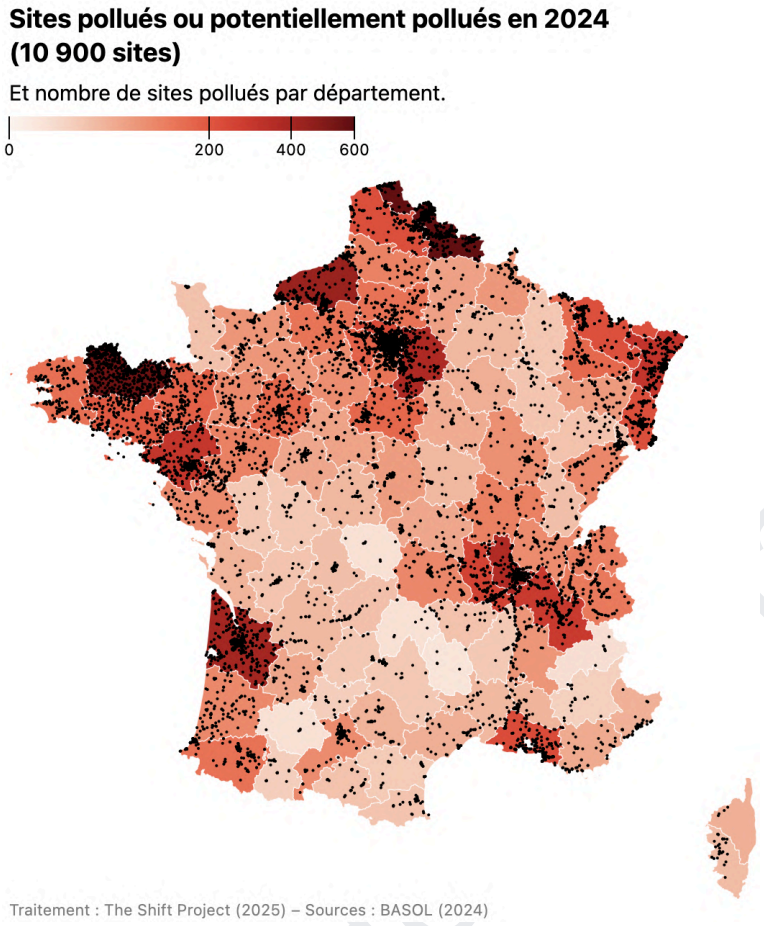
Une étude du CEREMA[27] sur le développement du foncier économique illustre que 28 % des ZAE (zones d'activités économiques) sont déjà saturées[28], avec près des deux tiers des territoires refusent de nouvelles implantations et voient des entreprises déménager faute de place, avec un risque de saturation totale à moyen terme. L'enquête montre également que moins de 10 % des intercommunalités peuvent accueillir une activité qui nécessite plus de 100 hectares et 27 % peuvent accueillir des activités sur plus de 50 hectares. La **pénurie de foncier** disponible pour les activités économiques concerne donc les sites nécessitant de **grandes emprises foncières**.

La pollution des sols dégrade la qualité des sols et leur disponibilité pour certains usages

La **pollution des sols** est un facteur majeur de réduction de la disponibilité de la ressource sol pour de multiples usages. Les sources de pollution des sols sont multiples : trafic routier, activités industrielles polluantes, pratiques agricoles…

Rapport interne

[27] Étude "Le foncier économique à l'heure de la sobriété foncière", CEREMA, octobre 2022
[28] Étude "Le recensement des zones d'activité économique, un enjeu pour leur optimisation et la sobriété foncière", CEREMA, mars 2024

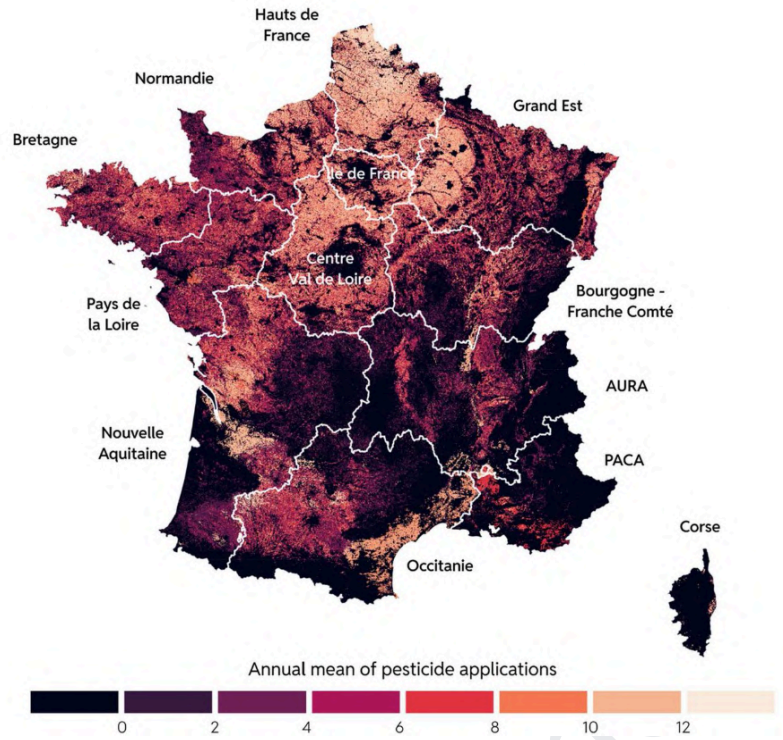


Il n'existe pas à ce jour de base de données nationale recensant les hectares de sols pollués en France au même titre que les hectares artificialisés. Des plateformes recensent le nombre de sites et sols pollués, leur position géographique (Basol, sur le site Géorisques.gouv.fr), mais la base officielle ne fait pas d'agrégation de la qualification des données (type de pollutions, démarches de dépollution engagées, niveau de risque…) : on ne connaît pas de manière agrégée les types de polluants et risques associés, ni le nombre d'hectares concernés. Environ **10 900 sites pollués** en France sont recensés.

En termes de **pollution des sols naturels, agricoles et forestiers**, il n'existe pas non plus de suivi agrégé à la maille nationale des hectares d'Enaf pollués. La qualification des sols est faite localement, par des **diagnostics et études de sol**, ou via la détection de pollution dans l'eau. Pourtant, les niveaux de pollution des sols (aux métaux lourds, aux phytosanitaires…) peuvent rendre impropres des hectares à certains usages.

Certaines **pratiques agricoles** sont notamment responsables de la dégradation et de la mise à risque de la santé des sols. Parmi les facteurs de dégradation de la santé des sols sont ciblées certaines pratiques culturales : labour profond, absence de couvert végétal, fertilisation minérale, faible rotation des cultures.

Rapport intermédiaire



Estimation de l'usage annuel de pesticides entre 2019 et 2021. Source : B. Nowak[29]

Les **pratiques industrielles** sont également responsables de la pollution des sols. Une multitude de polluants, liés à nos activités humaines, viennent dégrader la qualité de nos sols. Le GISSols (Groupement d'intérêt scientifique sur les sols) analyse les teneurs en éléments traces métalliques (teneurs en cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc), et révèle des contaminations multiples sur certains territoires à l'aide de cartes propres à chaque éléments. Il mesure également les teneurs en polluants organiques persistants et pesticides, sans publier de carte à l'échelle nationale[30].

Récemment, les révélations sur les pollutions au PFAS ont attiré l'attention sur la pollution de l'eau, mais elle concerne également les sols[31]. Dans une enquête récente, Le Monde[32] identifie les sites de rejets de PFAS en France, illustrant la dispersion de ces rejets.

Les friches et terres abandonnées, réservoirs pour certains usages de la ressource sol ?

Les territoires ont peu de leviers pour augmenter la **disponibilité** en sol sur leur territoire. Les **friches** et **terres abandonnées** représentent un réservoir pour mobiliser de nouveaux sols pour l'agriculture, l'artificialisation ou la renaturation.

Rapport intermédiaire

[29] Benjamin Nowak, Gaëlle Marliac. Assessment of population exposure to pesticide applications with a high-resolution map of pesticide use intensity for mainland France. 2025. ⟨hal-04886394⟩

[30] Voir les cartes dur programme BDTEM sur le site du Gissols

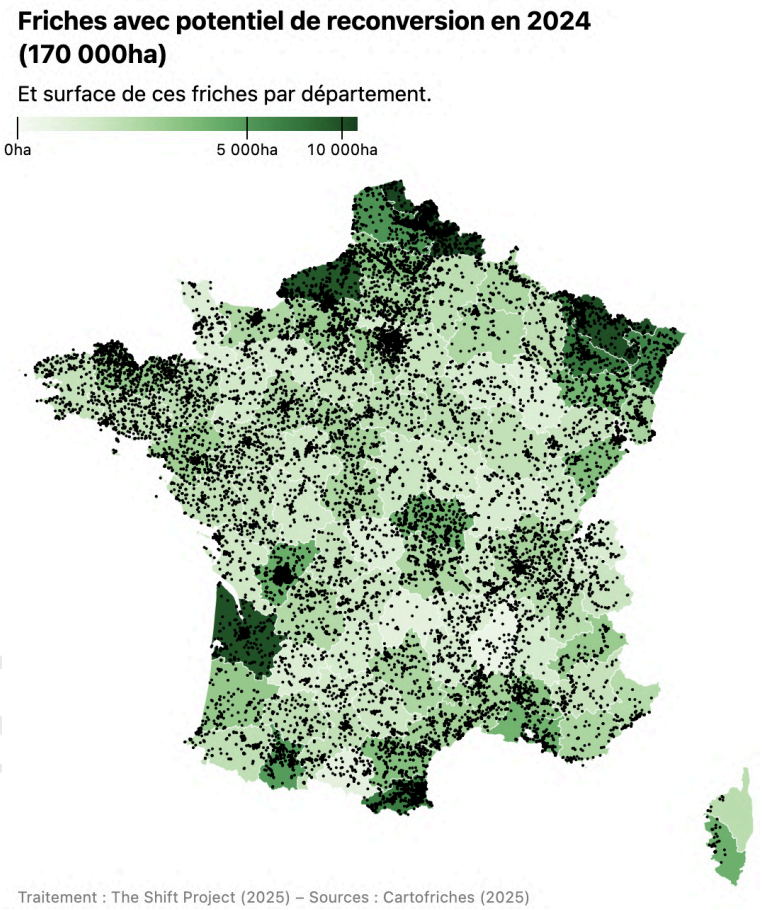
[31] L'Ineris ('Institut national de l'environnement industriel et des risques) assure un suivi de l'évolution des PFAS dans les sols

[32] Article publié le 1er avril 2025

Les terres agricoles abandonnées représentent 2,5 millions d'hectares, soit près de **10 % de la SAU**[33] : elles sont souvent vouées à une afforestation sauvage. Cela représente environ 20 000 Ha de terres délaissées par an, quasiment autant que les surfaces consommées annuellement (entre 20 et 24 000 Ha/an). Les « terres en friche ou manifestement sous-exploitées »[34] représentent également environ 10 % de la SAU.

Le rapport du CGAAER étudiant ces phénomènes cite plusieurs facteurs contribuant à l'abandon ou la sous-exploitation de terres agricoles : les contraintes liées au statut du **fermage**, la perte d'attractivité et de rentabilité du métier, la « captation » de foncier pour des **usages non agricoles** au profit du loisir (cheval, jardinage), les contraintes à la préservation de la **biodiversité** et à la prévention des risques (incendies), le **changement climatique** ou encore le dépeuplement de certaines zones.[35]

La revalorisation de friches représente un important potentiel pour les territoires : cela représente par exemple plus de 7 millions d'hectares pour les régions Aura, Nouvelle Aquitaine et Occitanie.



[33] Rapport du CGAAER n°21131-P « Plus de 20 000 ha de terres agricoles abandonnés chaque année, un angle mort des politiques foncières », publié en janvier 2025
[34] Rapport du CGAAER cité ci-dessus
[35] Liste de facteurs reprise dans l'article du 3 février 2025 de Plein champ

Alors, quels sont les territoires riches en sol ?

Pour beaucoup d'experts fonciers, un territoire riche en sol sera celui qui les préserve en tant que tels et pour les services écosystémiques (biodiversité, atténuation, adaptation au changement climatique, cadre de vie, agroécologie). Et surtout pas un territoire qui dispose de ressources sol à artificialiser.

Qualifier la disponibilité des territoires en ressource sol reste un exercice relatif. On peut distinguer des territoires avec :

- une faible disponibilité en sol : les territoires déjà très artificialisés, avec peu de friches à valoriser, avec des terrains non valorisables pour des usages anthropiques car pentus, inaccessibles, inondables, avec d'importantes surfaces polluées et de sols dégradés…
- une forte disponibilité en sol : les territoires avec une artificialisation limitée, avec des espaces naturels/agricoles, des friches à valoriser, des sols en bonne santé…

C. La nécessité de mieux coordonner la gestion de la ressource sol face à l'empilement de tous ces usages

La spécialisation des usages du sols selon les territoires génère des interdépendances

Nous l'avons vu, les départements ont des profils très hétérogènes de disponibilité et d'usage de la ressource sol : territoires productifs, territoires d'habitat, territoires forestiers, territoires de réserves d'espaces naturels, territoires agricoles… Ces **spécialisations** génèrent des **interdépendances** entre départements, et au sein de ces départements, entre zones artificialisées et sols destinés à d'autres usages. Cette spécialisation de nos sols peut agir comme un facteur de **coopération** mais aussi de **compétition** entre territoires pour attirer certaines activités/infrastructures/industries. A l'heure du ZAN et des objectifs de maîtrise de la consommation d'hectares artificialisés, cela peut également devenir un enjeu de lutte pour préserver son territoire de projets artificialisants.

L'allocation de la ressource sol est régulée à l'échelle européenne, nationale et locale

L'allocation de la ressource sol dans sa dimension surfacique, la répartition et la régulation de ses usages sur les territoires (à la maille locale, départementale, régionale) repose sur différents outils :

- **la stratégie européenne** de 2011 sur la gestion des ressources, le règlement restore et la directive sol en cours de négociation

Rapport intermédiaire

- des **lois et cadres réglementaires nationaux**[36] : notamment le Code de l'urbanisme, Code de l'environnement, Code rural ; l'adoption de lois successives venant encadrer les pratiques d'aménagement du territoire et l'étalement urbain (notamment Loi d'orientation foncière de 1967, Loi Montagne de 1985, Loi littorale de 1986, Loi SRU de 2000, Loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt et loi ALUR en 2014, Loi Climat et Résilience de 2021), et venant encadrer la préservation d'espaces naturels et des écosystèmes (notamment Loi sur la protection de la nature de 1976, Lois Grenelle de 2009-2010, Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages en 2016, Plan Biodiversité de 2018 puis Stratégie nationale de Biodiversité en 2023, Règlement sur la restauration de la nature en 2024) ;

- des **instruments** de mise en oeuvre des l'**action publique locale** : des documents de planification urbaine (SRADDET, SCOT, PLU(i)) ou d'autres documents de planification de gestion de l'eau, des implantations industrielles, etc. (SAGE, SDAGE, SRDEII…) ; des dispositifs de protection des espaces naturels, de l'eau, de la biodiversité (trames vertes et bleues, zone de protection des captages d'eau potable, corridors écologiques, espaces naturels sensibles, etc.) ;

- des **instances locales** de gouvernance, de contrôle et **d'arbitrage** sur les projets locaux : conférence régionale de la politique de réduction de l'artificialisation des sols ; CDPENAF (commission départementale de protection des espaces naturels, agricoles et forestiers) ; autorité environnementale (Mission régionale de l'autorité environnementale) ; police environnementale…

Les documents d'urbanisme sont à ce jour la pierre angulaire de la régulation des consommations de la ressource sol : ils ont pris différentes formes, aboutissant aujourd'hui à l'emboîtement de 3 échelles de planification urbaine - les SRADDET à l'échelle régionale, les SCOT à l'échelle inter-territoriale, les PLUi à l'échelle intercommunale ou les PLU à l'échelle communale.

Face à l'emballement de l'étalement urbain et la prise en compte de nouveaux impératifs environnementaux, les structures de gouvernance de la consommation des sols ont donc évolué. A travers ces documents de planification, le défi pour les territoires et les collectivités qui l'administrent est de diagnostiquer les **besoins** de consommation de sol, la **disponibilité** effective de la ressource, et d'anticiper les usages futurs pour **hiérarchiser** et **prioriser** les usages.

Rapport intermédiaire

[36] Voir le décryptage juridique de Notre Affaire à tous, décembre 2023 : "Guide juridique : La lutte contre l'artificialisation des sols" et les travaux des juristes Philippe Billet ("Le statut juridique des sols face à l'artificialisation : état des lieux et perspectives") et Maylis Desrousseaux (thèse sur "La protection juridique de la qualité des sols")

II. Des risques croissants de conflits d'usage sur la ressource sol à l'horizon 2050

A. Les conflits d'usage des sols sont omniprésents dans les projets des territoires

Nous avons vu dans la première partie la **diversité d'activités** qui consomment des sols, pour des usages publics, privés, d'habitat, de transport, de production d'énergie… et dans le même temps, une **disponibilité limitée** de cette ressource sur les territoires. Les conflits d'usage liés au sol ont toujours existé : autour de permis de construire, de plans d'aménagement décidant de la construction de parkings/d'autoroutes indésirables, du tracé de servitudes d'utilité publique, d'épandage de produits phytosanitaires sur des parcelles proches de cours d'eau… Mais l'arrivée de la loi ZAN et d'un objectif réglementaire de **réduction de l'artificialisation**, auquel s'ajoutent des nouvelles demandes en sol pour mener la transition, viennent davantage mettre en tension la ressource sol et la mise en concurrence des usages.

Par ailleurs, de **multiples pressions** liées aux activités humaines et au changement climatique pèsent sur la ressource sol aujourd'hui : érosion, artificialisation, pollution, tassement, salinisation… Ces phénomènes ont des conséquences sur le plan **écologique** (érosion de la biodiversité des sols, aggravation du risque de ruissellement, limitation du stockage carbone, limitation des mécanismes biochimiques de dépollution) et **socio-économique** (coût du foncier constructible, coûts des équipements publics, tension sur les rendements agricoles, mitage du territoire et augmentation de la dépendance à la voiture, des temps de déplacement et de la facture énergétique des ménages, etc.)[37]. Les conséquences des pressions sur la ressource illustrent des **conflits potentiels** entre politiques publiques et entre usages des sols. Par exemple, l'artificialisation des sols entre en contradiction avec des stratégies nationales d'**atténuation** (puits de carbone dans les sols, réduction émissions de GES), également avec les politiques d'**adaptation** au changement climatique (infiltration des eaux de pluie, adaptation au retrait-gonflement des argiles, confort d'été, etc).

Toutes les pressions qui pèsent sur la ressource sol sont imbriquées : l'artificialisation contribue au tassement, à l'érosion et à la pollution des sols, le tassement des sols contribue à la perte de biodiversité et à la dégradation des fonctions hydriques et de stockage carbone, la pollution contribue à la perte de disponibilité de sols pour certains usages… L'augmentation de ces pressions contribue à augmenter les conflits d'usage de la ressource sur les territoires. On peut donc catégoriser les conflits d'usage présents sur les territoires selon les **activités** concernées par ces conflits d'usage, et selon le **type** de conflits.

- Conflits impliquant les **activités** locales : le logement, le transport, les activités industrielles et commerciales, le tourisme, les services publics,

[37] Rapport d'étude du CEREMA, "Consommation d'espaces et Documents d'Urbanisme", Novembre 2023

Rapport intermédiaire

- Conflits liés aux enjeux de **consommation** du sol :
    - liés à l'**artificialisation d'ENAF** et au conflit entre usages artificialisants, usages agricoles, usages naturels ;
    - liés à l'arbitrage entre deux **usages** artificialisants. Par exemple, artificialisation pour un projet touristique vs pour des résidences annuelles ; autre exemple : artificialisation pour des usages commerciaux vs pour pour des logements,
    - liés à **l'accaparement** par un type d'activité/un type d'acteur. Par exemple, la production d'énergie,
    - liés au **prix** d'accès à la ressource. Par exemple, dans des zones très touristiques où l'usage résidence secondaire concurrence l'usage résidence principale et fait grimper les prix du foncier,
    - liés à la **pollution** ou la **dégradation** de la qualité de la ressource. Par exemple, pollution industrielle d'un terrain agricole ou naturel.

Aujourd'hui, certains conflits d'usage semblent évidents à identifier, ils concernent plus particulièrement les territoires **touristiques**, des territoires dynamiques en développement **commercial/industriel**, des territoires ciblés pour l'implantation de **grands projets** (notamment les projets d'envergure nationale et européenne), les territoires pouvant accueillir des **EnR**… Différents territoires, interviewés dans le cadre de notre enquête, soulignent les conflits croissants dans l'accès et le partage du foncier.

> *"L'addition des besoins en foncier énoncés pour les différentes feuilles de route stratégiques ne permettent pas de tout mettre en œuvre. On a besoin de prioriser les politiques publiques, entre besoins agricoles, énergétiques, résidentiels, économiques…" (Bordeaux Métropole)*

> *"Une crise du foncier semble se dessiner mais il n'y a pas de méthodes de gestion actuellement, à part les PLUi mais qui s'adaptent aux dynamiques d'urbanisation du fait qu'ils sont en cours, ou alors via des procédures de révision des PLU à l'échelle d'une commune, alors que ça devrait être l'inverse." (PETR du Haut-Rouergue et Communauté de Communes Comtal Lot et Truyère)*

Types de conflits	Usages des terres agricoles	Usages d'espaces naturels / forestiers	Entre usages artificialisants	Accès : prix, accaparement	Pollution et dégradation de la ressource
Logement					
Transport					
Activités commerciales et industrielles					
Tourisme					

Rapport intermédiaire

Types de conflits	Usages des terres agricoles	Usages d'espaces naturels / forestiers	Entre usages artificialisants	Accès : prix, accaparement	Pollution et dégradation de la ressource
Services publics					
Agriculture, sylviculture					

Synthèse des types de conflits et de la prégnance de ces conflits par types d'activités sur les territoires

Exemples de conflits liés à l'artificialisation ou au changement d'usage des ENAF

L'impact des activités sur les ENAF	
Conflits liés à l'activité tourisme	En Haute-Savoie, sur le Plateau de Cenise, un collectif s'oppose à un projet d'aménagement de ski nordique en zone Natura 2000, pour protéger les terres pastorales[38].
Conflits liés à l'activité transport	La carte des luttes des projets routiers, alimentée par l'association La déroute des routes, recense les nombreux conflits autour de projets autoroutiers en Ile-de-France, Pays de la Loire, Normandie, Auvergne-Rhône-ALpes, PACA, Occitanie… Par exemple, en Haute-Savoie, le projet d'autoroute du Chablais censé être livré en 2029, a généré une DUP permettant l'expropriation et la construction sur des terrains privés : de nombreux recours sont lancés par des associations de riverains et des agriculteurs, notamment devant le Conseil d'Etat.
Conflits liés aux infrastructures	La construction d'une ligne à haute tension à Fos-sur-Mer génère des tensions sur les besoins fonciers du projet (75 Ha), grignotant des espaces naturels et agricoles, mais également la consommation d'énergie que cela implique[39].
Conflits liés à l'activité énergétique nucléaire	Le projet de construire de nouveaux EPR2 à Loyettes dans la plaine de l'Ain à l'est de Lyon génère des tensions autour de l'accaparement et de l'artificialisation de terres agricoles fertiles (370 ha), dont "220 ha pour les installations nucléaires (réacteurs, tours aéroréfrigérantes, usines diverses) et 150 ha pour les parkings, logements et infrastructures".[40]

[38] En savoir plus : article France 3 régions, 2022
[39] En savoir plus : enquête Contexte, mars 2025
[40] Article Le Progrès, février 2024

Rapport intermédiaire

L'impact des activités sur les ENAF	
Conflits liés à l'activité énergie photovoltaïque	Dans la région de Perpignan, un projet d'installation de 29 000 panneaux photovoltaïques dans le bassin de rétention du Mas Romeu génère des conflits avec des militants qui dénoncent la destruction d'une zone humide (18 ha).[41] Dans les Landes, le projet de ferme solaire Horizeo censé être le plus grand d'Europe (agrivoltaïsme et panneaux solaires, porté par Engie, RTE et Neonen) génère des tensions sur l'artificialisation d'espaces naturels et forestiers (le projet implique la déforestation de 1000 ha) et sur l'adaptation au changement climatique (risques incendies, inondations).[42]
Conflits liés à l'activité logistique	Dans la région de Nantes, à Montbert, un projet de plateforme logistique Amazon a finalement été abandonné en 2021 suite à la mobilisation d'associations et commerçants, il impliquait l'artificialisation d'espaces naturels (14 ha), dont 13 ha imperméabilisés[43].
Conflits liés à l'activité industrie	Appel à exemple de conflit local
Conflits liés à l'activité agriculture	Agriculture vs sylviculture Appel à exemple de conflit local
Conflits liés au logement	appel à exemple

Exemples de conflits d'accès à la ressource

Manque de disponibilité du foncier	
Pénurie de foncier constructible	La Métropole de Grenoble témoigne : "Le foncier est déjà très rare : nous avons beaucoup de terrains en pente. Il se raréfie très vite en métropole. Il y a un phénomène de concurrence avec les territoires voisins".
Pénurie de logement	Le SCOT du Pays du Périgord Noir témoigne : "Nous sommes en plein dans la crise du logement. Notre territoire est très touristique, ce qui engendre un fort taux de résidences secondaires sur le territoire (25 % en moyenne). De ce fait, les habitants et les nouveaux arrivants ne trouvent pas à se loger. Aujourd'hui, les collectivités locales répondent à cette difficulté en construisant des logements - sociaux notamment - mais il reste encore d'autres leviers à trouver."
Coût du foncier	

[41] Article France 3 régions, février 2025
[42] Article France 3 régions, mars 2022
[43] Avis de l'autorité environnementale, MRAE Pays de la Loire, septembre 2020

Rapport intermédiaire

Manque de disponibilité du foncier	
Coût du logement	Un élu de Rennes Métropole témoigne de l'augmentation des coûts du logement et des enjeux d'accès au foncier : "à Rennes Métropole, environ 70 % des logements neufs sortent dans des dispositifs hors prix libres du marché (logement social, accession aidée, locations et accessions à tarifs régulés), on a donc mis en place des mécanismes de collectivisation du foncier."
Restrictions d'usage du foncier	
Adaptation au changement climatique	En 2024 dans le Var, la vague de sécheresses a amené certaines communes à suspendre les autorisations de permis de construire et l'accès au foncier.
Lutte contre l'artificialisation	L'objectif de lutte contre l'artificialisation et de préservation des sols peut générer des conflits locaux autour du dézonage de zones ouvertes à l'urbanisme, générant un sentiment de spoliation pour des riverains. Par exemple, des collectifs "PLUmés" se sont formés dans plusieurs régions.

Exemples de conflits liés à la dégradation et la pollution de la ressource

Impact des activités agricoles	
Pollution aux pesticides	Appel à exemple de conflit local
Impact des activités industrielles	
Pollution aux métaux lourds	Le projet d'ouverture d'une mine de lithium à Echassières dans l'Allier cristallise les tensions, notamment au sujet de la pollution sols aux métaux lourds[44].

B. Des risques de conflits d'usage liés aux dynamiques territoriales et aux effets du changement climatique

Selon les tendances actuelles, l'artificialisation des sols va se poursuivre à horizon 2050

La Stratégie nationale bas carbone souligne que "si le rythme d'artificialisation des sols observé se poursuivait, le taux d'artificialisation, aujourd'hui de 10 %, s'élèverait à 14 % en 2050 et 20 % en 2100"[45]. Si aucune mesure n'est prise en France, 280 000 hectares d'espaces naturels supplémentaires seront artificialisés par l'urbanisation d'ici 2030, soit une

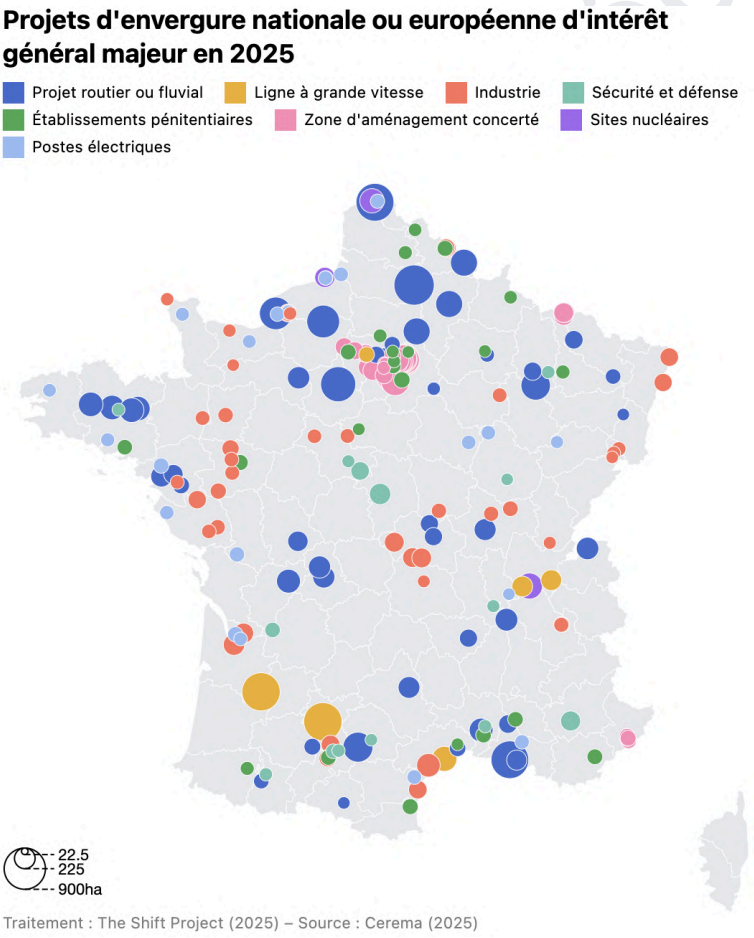
[44] En savoir plus : article Le Monde, mars 2024
[45] MTES, SNBC2, Mars 2020

Rapport intermédiaire

superficie supérieure à celle du Luxembourg[46]. Ces chiffres illustrent les besoins croissants qui pèsent sur la ressource sol.

Selon l'INSEE, le nombre de ménages en France métropolitaine augmenterait de 3,5 millions entre 2020 et 2050[47], principalement des ménages de personnes seules : si la construction de bâtiments dédiés au **logement** en 2050 reste un sujet sujet à controverse[48], on peut anticiper une pression croissante sur l'accès au logement en raison du desserrement des ménages, et d'une population vieillissante nécessitant la construction d'infrastructures d'accueil (EHPAD).

Par ailleurs, les besoins liés à la **réindustrialisation**, à la production d'"**infrastructures** et **équipements** vont également accroître la pression sur l'artificialisation (risque #2) : par exemple, le gouvernement planifie l'implantation de 175 projets d'envergure nationale et européenne à horizon 2031, justifiant une artificialisation de certains territoires pour des projets d'équipements de sécurité/défense, de stockage de déchets, de développement industriel, d'infrastructures électriques, de transport… et représentant un total de 12 500 hectares[49].



[46] Selon l'association FNE, dossier "Artificialisation des terres : enjeux et solutions", juin 2023
[47] Selon le dernier scénario central de projection de ménages du SDES et de l'Insee, juillet 2024
[48] PUCA, Programme "besoins en logements à l'heure de la transition écologique"
[49] Cartographie des projets d'envergure nationale, site du gouvernement

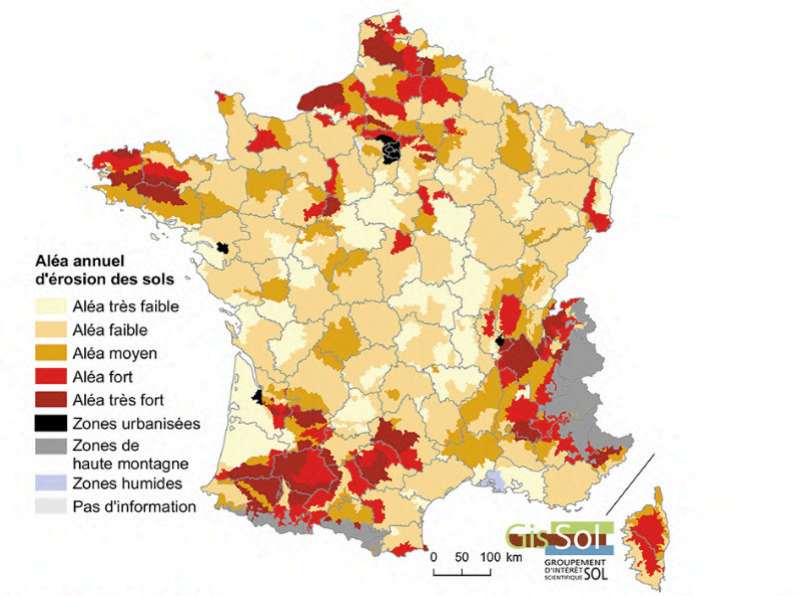
Rapport préliminaire

D'autres postes d'artificialisation émergent : par exemple, la construction de **data center**. L'implantation de 35 sites de data center, annoncée en février 2025 par le gouvernement, représente une enveloppe de 1 200 Ha répartis entre 9 régions. Afin de s'aligner sur les objectifs du "zéro artificialisation nette", l'Ademe suggère d'implanter ces centres sur des friches industrielles ou urbaines.

Nos usages actuels dégradent la qualité des sols et leurs capacités à rendre des services écosystémiques

Différents effets des activités humaines mettent à risque, de façon tendancielle, la possibilité d'utiliser la ressource sol à long terme, en raison de sa dégradation et de sa pollution.

L'**activité agricole** met particulièrement en péril la qualité des sols, pourtant indispensable au maintien de cette activité (risque #4) : les pratiques culturales conventionnelles contribuent au tassement des sols, à la perte de biodiversité des sols, favorisant des phénomènes d'érosion, d'inondation, et une baisse de la fertilité des sols. A long terme, les rendements agricoles sont menacés. A l'échelle mondiale, le sixième rapport du GIEC alerte particulièrement sur la dégradation et l'appauvrissement des sols sous l'effet de l'agriculture intensive. Il estime que "la vitesse d'érosion des sols dans les terrains agricoles excéderait actuellement de 10 à 20 fois (sans labour) à plus de 100 fois (avec labour classique) le rythme auquel se forment les sols"[50] : leur exploitation intensive contribue ainsi à réduire les surfaces cultivables.



Source : Gis Sol-Inra-SOeS, 2011.

Note : L'aléa d'érosion des sols par petite région agricole est estimé à l'aide du modèle Mesales (Modèle d'évaluation spatiale de l'aléa d'érosion des sols), développé par l'Inra. Il combine plusieurs caractéristiques du sol (sensibilité à la battance et à l'érodibilité), du terrain (type d'occupation du sol, pente) et climatiques (intensité et hauteur des précipitations). L'aléa est caractérisé par cinq classes représentant la probabilité qu'une érosion se produise.

Carte de l'aléa érosion des sols par petite région agricole. Source : GISSol

Par ailleurs, l'artificialisation des sols, engendrant une imperméabilisation des sols, des risques de pollution, vient également accroître le tassement des sols, les risques

[50] Rapport "Changement climatique et terres émergées", GIEC, 2019

d'inondation, la perte de biodiversité des sols - les sols abritent pourtant un quart de la biodiversité terrestre.

La dégradation des sols, sous l'effet d'activités agricoles ou artificialisantes, vient surtout grever **la capacité des sols à stocker du carbone et réguler le cycle de l'eau**. A l'échelle des territoires, elle vient mettre en péril les capacités de **résilience alimentaire**, la **santé publique** d'habitants ou consommateurs de sols pollués, le fonctionnement des **écosystèmes** et de la **biodiversité** locale. Enfin, la dégradation des sols a des **répercussions en cascade sur les autres ressources locales** : eau, production de biomasse végétale et animale destinée à l'alimentation (humaine ou animale), à la production d'électricité.

Les effets du changement climatique dégradent les sols et créent des risques sur certains usages

"Multiplication des sécheresses, pluies extrêmes, gel tardif, canicules… **Le changement climatique vient s'ajouter aux nombreuses pressions que subissent déjà les sols en raison des activités humaines**"[51]. Le changement climatique, qui se traduit par une augmentation globale de la température moyenne à la surface terrestre, a un impact direct sur l'état de sols : leur structure, leur biodiversité, leur fonction hydrique… Les épisodes extrêmes (sécheresses, inondations), amenés à s'accroître sous l'effet du changement climatique, vont contribuer à assécher les sols[52], inonder et lessiver les sols. Le recul du trait de côte, autre conséquence du changement climatique, va accroître l'érosion du littoral, la salinisation des sols.

Concrètement, cela signifie :

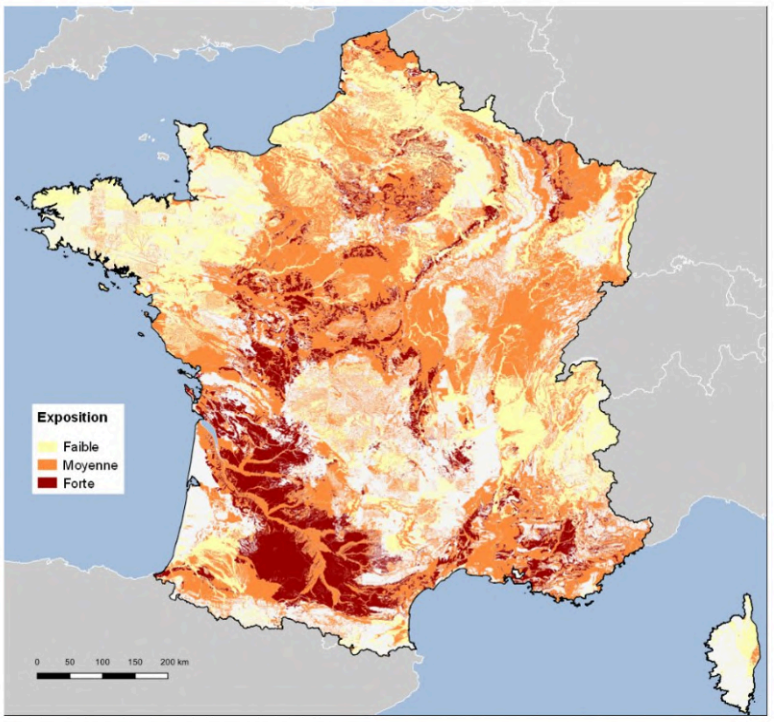
- **des sols secs et appauvris impropres pour certaines activités** agricoles nécessitant actuellement des sols riches, humides,
- **des sols érodés ou soumis à des risques croissants d'inondation** ou submersion, impropres à l'artificialisation,
- **des sols soumis au retrait-gonflement des argiles**, devenant impropres à la construction, ou nécessitant des aménagements coûteux.

La **sécheresse** des sols vient perturber le cycle de l'eau : les sols n'absorbent plus l'eau, qui ruisselle et augmente les risques d'inondation. Elle augmente également le risque d'affaissement des sols, et d'érosion (pouvant entraîner des coulées de boues). Le ministère de la transition écologique anticipe 2 fois plus de sécheresse des sols en 2050, comparé à la période 1976-2005[53].

Rapport intermédiaire

[51] Dossier "Le sol, un trésor à protéger face au changement climatique, centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique, janvier 2023
[52] Le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) relève une baisse de l'humidité des sols depuis le début du XXIe siècle. Article : Ki-Weon Seo et al., Abrupt sea level rise and Earth's gradual pole shift reveal permanent hydrological regime changes in the 21st century. Science 387,1408-1413(2025).
[53] Dossier "Sécheresse : à quoi s'attendre et comment s'adapter ?", juillet 2023

Géorisques estime que 48 % du territoire est exposé au retrait-gonflement des argiles (RGA) à des niveaux moyens et forts. “Les dernières projections réalisées par la Caisse centrale de réassurance (CCR) tablent sur une augmentation de 44 % à 162 % de la sinistralité due au retrait-gonflement des argiles d’ici 2050.”[54] “Le dernier recensement du ministère en charge de l’écologie fin juin 2021 fait état de plus de 10,4 millions de maisons individuelles potentiellement très exposées à ce phénomène. Les trois-quarts des communes sont concernées, avec plus de 50 % de maisons exposées, selon les derniers chiffres de la mission Risques naturels.”[55]



Cartographie de l'exposition du territoire au phénomène de retrait gonflement : 48 % du territoire métropolitain est en zone d'exposition moyenne ou forte © BRGM, juillet 2020

Exposition des territoires au retrait-gonflement des argiles. Source : BRGM

Concernant les risques d’**inondation**, le sixième rapport du GIEC met en évidence que les ruissellements de pluies, débordements de cours d’eau ou submersions des côtes augmenteront dans presque toutes les régions de France. Les inondations par ruissellement en ville gagneront en fréquence et en intensité, et les débordements de cours d’eau toucheront particulièrement la France continentale[56].

En termes de risque de **submersion**, les projections du BRGM[57] illustrent que les départements du Nord, Pas de Calais, Seine-Maritime, Ille et Vilaine, Loire-Atlantique, Vendée, Charente Maritime, l’Aude, l’Hérault et les Bouches du Rhône sont les plus exposés au risque de submersion lié à l’élévation du niveau de la mer.

[54] Dossier expert sur le retrait et gonflement des argiles, Géorisques, sans date
[55] Dossier "Le sol, un trésor à protéger face au changement climatique, centre de ressources pour l’adaptation au changement climatique, janvier 2023
[56] Dossier "Inondation : à quoi s’attendre et comment s’adapter ?”, Centre de ressources pour l’adaptation au changement climatique, juillet 2023
[57] Disponibles sur le site Sealevelrise

Au total, des milliers d'hectares sont concernés, et certains territoires vont voir leur ressource sol particulièrement mise en tension par les effets du changement climatique (risque #1).

Des sols de qualité contribuent à lutter contre le changement climatique

Les sols forestiers, agricoles et naturels représentent des stockages de carbone : plus les sols sont chargés en biomasse (racines, feuilles, enherbement…), plus ils stockent du carbone. Les sols pourraient stocker et ainsi **compenser 7 % des émissions de GES**.[58]

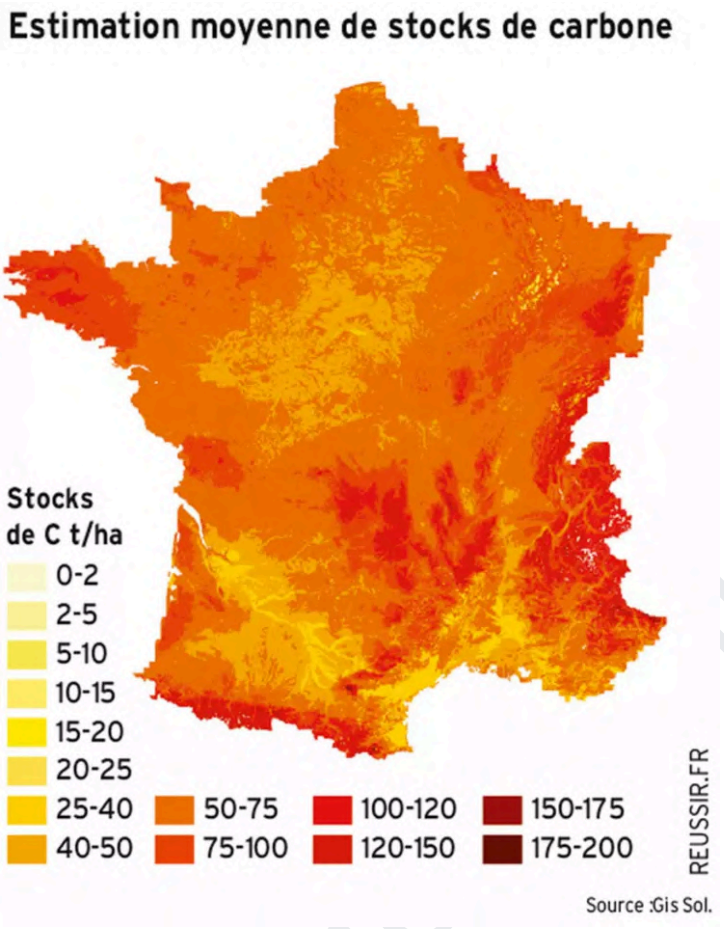
Les sols sont soumis à des activités (**agriculture, artificialisation, sylviculture**) qui dégradent sa capacité de stockage de carbone (appauvrissement des sols par l'agriculture intensive, les coupes rases, l'imperméabilisation).

"Les derniers chiffres à notre disposition montrent que ce puits capturait 50 millions de tonnes de CO_2 de l'atmosphère dans les années 2010 – contre environ 400 millions émis – alors qu'aujourd'hui on est tout juste à 20 millions de tonnes" (C. Cassou, climatologue[59]).

Sur les territoires, se pose donc la question de la capacité à entretenir des puits de carbone dans les sols à horizon 2050. Le Gissol fournit une carte estimant l'état actuel des puits de carbone en France, mais nous ne disposons pas de projections ou de scénarios à horizon 2050. Augmenter la capacité de stockage de carbone dans les sols signifie augmenter le nombre de prairies permanentes, de forêts, et massifier les pratiques agricoles stockantes (conservation des sols, couverts végétaux, agroforesterie) : augmenter la capacité de stockage où elle est particulièrement faible - dans les sols artificialisés et dégradés par l'activité agricole. On anticipe ici de nouveaux conflits d'usage des sols sur les territoires : articuler mesures d'atténuation et de stockage de carbone et poursuite de l'artificialisation, articuler préservation des terres agricoles et augmentation des puits de carbone dans les sols par des pratiques agroécologiques.

Rapport intermédiaire

[58] Dossier "peut-on encore sauver les sols ?", INRAE, juillet 2023
[59] Infolettre "Sol et climat, l'indissociable couple", Frédéric Denhez, juillet 2024



Carte des stocks de carbone en France. Source : Gis Sol

Le rôle des sols comme puits de carbone

"La variation de stock de la matière organique des sols dépend de deux types de flux :

- les entrées dans le sol sous forme « fraîche », composée de litière avec des feuilles, brindilles, racines mortes, micro-organismes morts, résidus de cultures, fertilisation organique, etc.
- les sorties sous forme gazeuse : décomposée et minéralisée par des organismes décomposeurs (champignons, bactéries, vers de terre, etc.), la MO est transformée en molécules de gaz (CO_2, N20 et CH4) et relâchée dans l'atmosphère.

Les sols constituent ainsi une épée à double tranchant : d'un côté, ils sont capables de stocker du carbone, donc ils constituent un levier fondamental à intégrer dans les stratégies d'atténuation du changement climatique, et de l'autre, ils peuvent être source d'émissions de gaz à effet de serre (du CO_2, mais également du méthane - CH4 - dans certains cas), car le changement climatique et la hausse des températures ont tendance

Rapport intermédiaire

à accroitre la décomposition de la matière organique des sols et donc le rejet de carbone dans l'atmosphère."[60]

"En France métropolitaine, près de la moitié du stock total de carbone des forêts se situe dans les sols. Ce stock souterrain reste en place pour une plus longue durée par rapport au carbone de la biomasse vivante aérienne. La préservation du sol forestier et des sols sous couverts végétaux de manière générale est donc un enjeu majeur pour le stockage à long terme du carbone. (...) Le carbone est stocké plus durablement et en quantité importante dans les sols peu perturbés au sein des forêts gérées durablement."[61]

C. Des risques croissants de conflits d'usage liés à la mise en oeuvre des leviers de transition énergétique et climatique

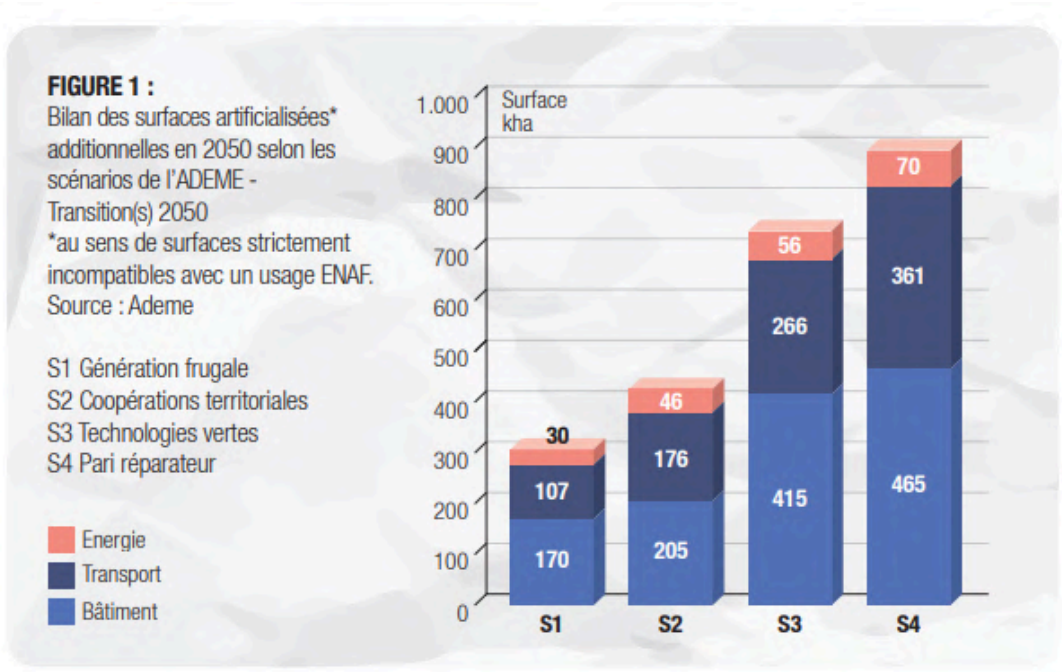
Les leviers de transition mobilisés dans le cadre de la planification écologique vont intensifier les besoins en surfaces. Outre le tendanciel et les effets du changement climatique, la mise en œuvre des mesures de transition énergétique et climatique vont venir accroître la pression qui pèse sur la ressource sol, notamment la production d'énergies renouvelables, l'implantation d'industries de transition et la transition vers un modèle d'agroécologie.

L'impact des leviers de transition énergétique sur la consommation de sols

L'Ademe illustre bien que ses stratégies de transition ne sont pas neutres sur la consommation de sols : quel que soit le scénario (S1, S2, S3, S4), il nécessite une consommation additionnelle d'au moins 30 000 Ha à horizon 2050, avec une part conséquente dédiée à la construction de bâtiments, d'infrastructures de transport, et d'infrastructures énergétiques[62].

Rapport intermédiaire

[60] Dossier "Les sols, puits de carbone et acteurs du climat", IFPEN, sans date
[61] Rapport de l'UICN, "Les solutions fondées sur la nature"
[62] Note, "Conjuguer développement des EnR et usages durables des sols par la planification", ADEME, juillet 2024



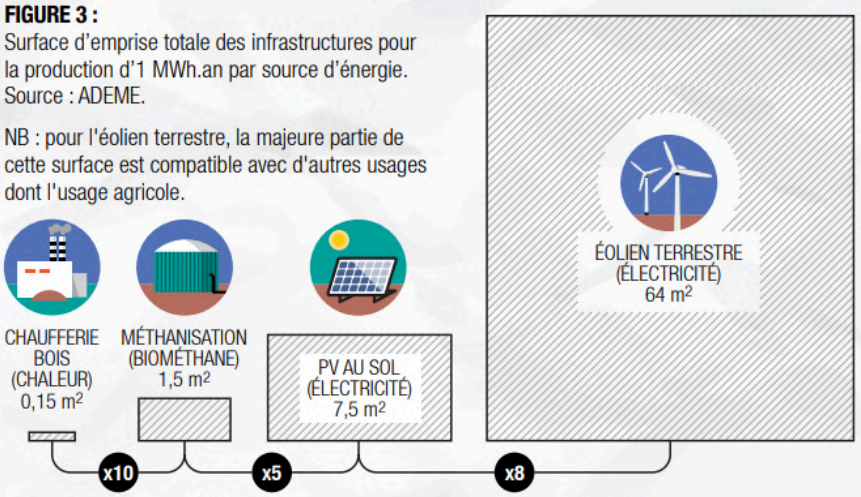
Bilan des surfaces artificialisées dans les scénarios Transition(s) 2050
Source : Ademe

L'implantation d'**énergies renouvelables** sur les territoires implique l'installation d'infrastructures de production, de transformation, de transport et de consommation de ces énergies : autant d'infrastructures ayant une empreinte foncière (surface d'emprise totale, surface utile, surface imperméabilisée). Dans ses scénarios Transition 2050, l'Ademe estime que les surfaces nécessaires au déploiement des EnR représentent entre 1,5 à 1,7 % du territoire métropolitain, soit entre 0,85 à 0,95 million d'hectares. Cependant les choix d'installation d'Enr ne sont pas équivalents en termes de consommation de sols.

Rapport intermédiaire

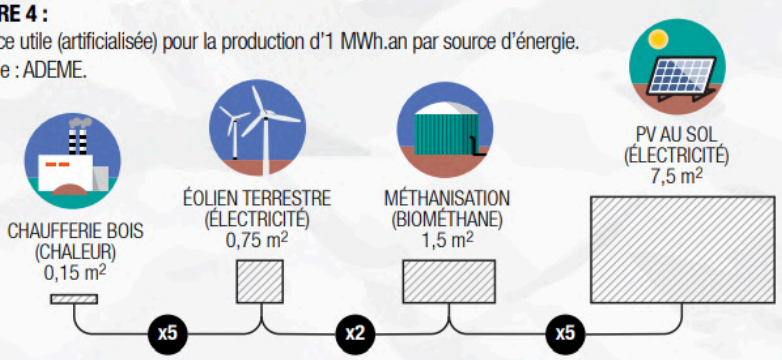
FIGURE 3 :
Surface d'emprise totale des infrastructures pour la production d'1 MWh.an par source d'énergie.
Source : ADEME.

NB : pour l'éolien terrestre, la majeure partie de cette surface est compatible avec d'autres usages dont l'usage agricole.



Surface d'emprise totale pour la production d'1 MWh/an

FIGURE 4 :
Surface utile (artificialisée) pour la production d'1 MWh.an par source d'énergie.
Source : ADEME.

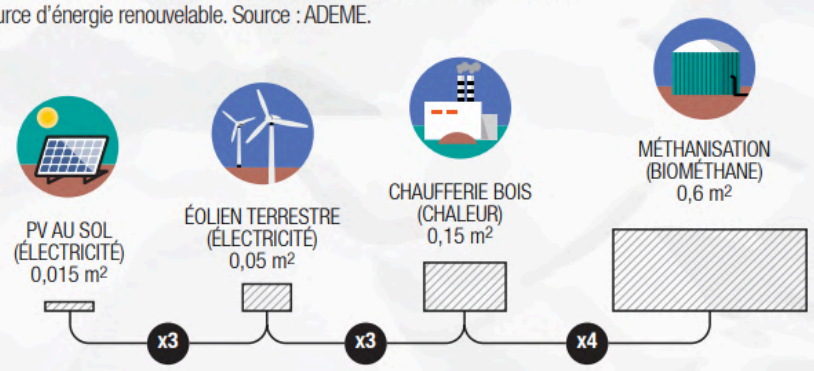


Surface utile (incompatible NAF) pour la production d'1 MWh/an

L'implantation de **photovoltaïque** au sol nécessite une emprise foncière plus importante qu'une installation de production de biomasse (c**haufferie bois** et centrale de **méthanisation**) - l'Ademe vise pour l'instant une multiplication du rythme actuel d'installation de photovoltaïque par quatre.

L'installation d'un **parc éolien** a l'emprise foncière la plus importante. Cependant, en termes de surfaces consommées sur des ENAF, l'éolien a une bien plus faible empreinte sol. Lorsque l'on considère les surfaces imperméabilisées, les Enr les plus consommatrices de sol sont la méthanisation et la chaufferie bois. Ces graphiques illustrent la complexité d'arbitrer entre différentes EnR pour limiter la consommation de sol.

FIGURE 7 :
Comparaison des surfaces imperméabilisées pour la production d'1 MWh.an par source d'énergie renouvelable. Source : ADEME.



Les choix de **territorialisation** de la production d'EnR pour atteindre les objectifs 2030 (33 % dans la consommation finale brute d'énergie) puis 2050 (selon les scénarios de transition) dépendent donc également d'arbitrages sur les usages prioritaires des sols. Bien que les EnR permettent des co-usages (par exemple, production agricole et photovoltaïque ou éolienne), l'installation des énergies renouvelables vient concurrencer à la fois la préservation des terres agricoles et la lutte contre l'artificialisation dans les exercices locaux de planification locaux.

A horizon 2050, on peut identifier des scénarios très contrastés du paysage EnR en fonction des **priorités** données aux usages énergétiques, et à quel type de **production**, et des modes de **répartition** choisis entre les territoires. Les conflits d'usage, qui émergent des sur les territoires accueillant des Enr (section II.A), risquent de s'aggraver (risque #3) si l'on anticipe des scénarios de 40 voire 50 % de part d'EnR dans notre mix énergétique à horizon 2050.

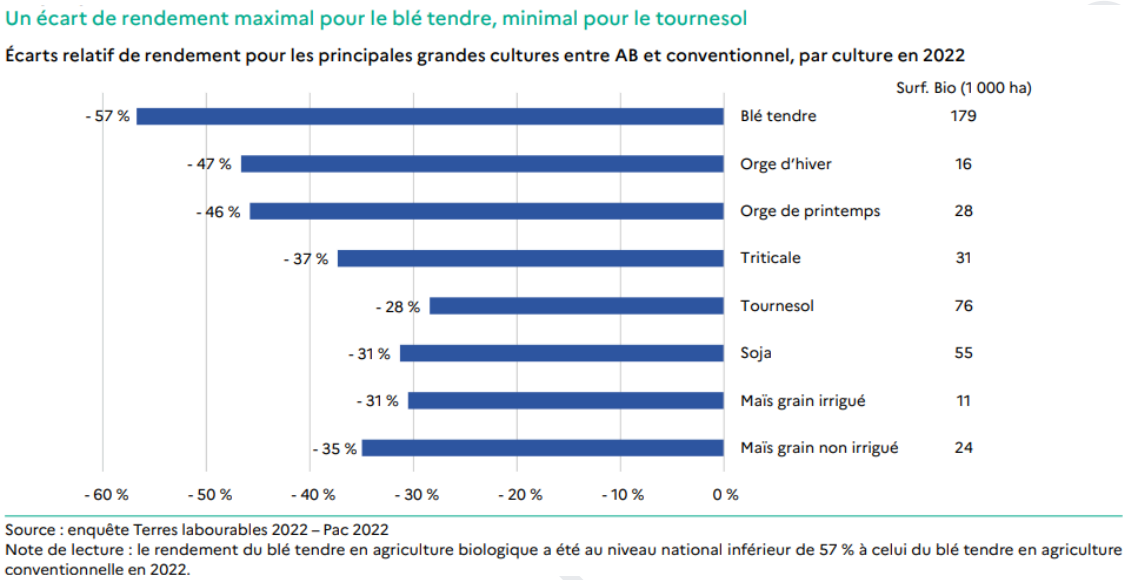
En termes de **biomasse**, le développement des bioénergies n'aura pas seulement un impact en termes d'artificialisation nécessaire à l'infrastructure, mais également d'**immobilisation de surfaces agricoles** dédiées à la production de biomasse énergie. L'ADEME estime dans Transition(s) 2050 que la demande en biomasse pour des usages non alimentaires sera multipliée par 2 à l'horizon 2050, et pour la production d'énergie spécifiquement par 4[63]. Ce qui met en évidence une concurrence évidente, à horizon 2050, entre les usages alimentaires, énergétiques et de production de matériaux à partir de surfaces agricoles.

L'impact de la transition agroécologique sur la consommation de sols

Outre la transition énergétique, un certain nombre de territoires agricoles vont être confrontés au défi de réconcilier les trajectoires de **transition agro-écologique** avec les **surfaces disponibles pour l'agriculture**. Concrètement, le passage à des pratiques agroécologiques (agriculture raisonnée, agriculture biologique, agriculture de conservation des sols, agroforesterie…) va augmenter le besoin en surfaces agricoles.

[63] Une grande partie de ces besoins doit être couverte par du "recyclage" de biomasse. Si on ne parvient pas à valoriser les coproduits, déchets et autres cultures intermédiaires autant qu'escompté dans les différents scénarios, cela pourrait se répercuter sur des terres dédiées.

La France dispose de 28 millions d'hectares de surfaces agricoles, dont 2,8 millions d'hectares en bio soit 10 % de la SAU française. A horizon 2050, on peut imaginer des objectifs ambitieux de passage en bio pour préserver les sols. Seulement, pour les grandes cultures, les rendements de surfaces en bio sont bien inférieurs aux rendements de l'agriculture conventionnelle : "l'écart atteint 57 % pour le blé" et "28 % pour le tournesol"[64]. Se pose alors la question du bouclage de la production agricole, à surface égale. Faudra-t-il consommer des espaces naturels pour mobiliser davantage de surfaces agricoles ? Limiter davantage l'artificialisation au profit d'usages agricoles ? Ou simplement modifier nos habitudes de consommation ?



Écart de rendement entre l'activité agricole conventionnelle et l'agriculture biologique. Source : Agreste

Si la trajectoire ZAN n'est pas maintenue et que le grignotage de terres agricoles se poursuit, cela fait peser un risque majeur sur la capacité à conduire la transition agroécologique (risque #5).

D. D'ici à 2050, les territoires vont donc être confrontés à des conflits d'usage des sols de plus en plus intenses

En se projetant à 2050, on imagine bien qu'en cumulant les leviers de transition aux effets du tendanciel et du changement climatique, se pose la question du "bouclage sol". Certains territoires cumulant des tensions actuelles sur la disponibilité en sol, des effets déjà visibles du changement climatique sur cette disponibilité et qui s'aggraveront en 2050, et des consommations croissantes liées aux leviers de transition, vont être confrontés à de nouveaux conflits d'usage. Les activités consommatrices de sols vont entrer en compétition dans l'allocation de cette ressource, qui plus est dans une trajectoire de réduction de l'artificialisation.

[64] Enquête Terres labourables en 2022, Agreste, juin 2023

Nous allons proposer une analyse territoriale croisée de différents facteurs de consommation et de disponibilité de la ressource :

- ZAN
- augmentation de surfaces préservées
- augmentation du nombre de logement
- implantation EnR
- augmentation de la surface agricole
- augmentation de la surface forestière
- data center
- nouvelles infrastructures de transport

Rapport intermédiaire

III. Les réponses actuelles de gestion et de gouvernance territoriale face aux risques

A. Les limites des structures de gouvernance actuelles pour réguler la ressource sol

La difficile émergence de la ressource sol dans les cadres de gouvernance français et européens

Le “sol” ne constitue pas une **politique publique** à proprement parler du gouvernement français : à ce jour, ce n'est pas une porte d'entrée des exercices de planification écologique (notamment du SGPE, des COP régionales), contrairement à la biodiversité ou à la forêt par exemple, et on ne retrouve pas de compétence directement liée à la gestion des sols dans les compétences réglementaires des collectivités territoriales (contrairement à la gestion de l’eau par exemple).

Par ailleurs, le cadre réglementaire de la protection des sols comme bien commun ou ressource sous tension reste flou, tant à l'échelle européenne que nationale :

- A l'échelle **européenne**, l'adoption d'une Stratégie sur les sols (2006), le développement d'initiatives de recherches sur les sols et de protection des sols (Soil partnership, People4Soil), ont mis à l'agenda politique la question de la préservation des sols. Un projet de Directive sur la surveillance des sols doit encore être adopté, ce qui aurait un impact direct sur la mise en place de mesures de suivi de la qualité des sols français.

- En **France**, l'apparition des sols dans les cadres de gouvernance reste sporadique et oscillatoire : le Code de l'urbanisme et le Code de l'environnement ont depuis plusieurs décennies avancé dans le sens de la lutte contre l'étalement urbain et la préservation des espaces naturels, de même les lois pour l'agriculture ont renforcé la préservation des terres agricoles. Il n'existe toutefois pas de cadre juridique intégré définissant la place des sols et de leur protection dans nos institutions. L'adoption de la loi Climat et Résilience en 2021 incluant la “loi ZAN”, première brique décisive pour définir juridiquement la protection de la ressource sol, est aujourd'hui mise en ballotage par les travaux sur la loi TRACE, preuve que la ressource sol reste un objet de conflits hautement politiques.

- En particulier, les enjeux de suivi de la **qualité/santé/pollution des sols** restent sous-traités : face aux enjeux de pollution et de dégradation des sols agricoles, aux révélations successives de pollution de l’eau (et donc souvent des sols) aux polluants éternels, à l’inconnu qui demeure sur l’étendue des pollutions industrielles, l’enjeu de prise en charge de la préservation de la qualité de la ressource sol pour le long terme est fondamental.

Rapport intermédiaire

Des territoires confrontés à des injonctions contradictoires

Les efforts de **lutte contre l'artificialisation** s'imposent de manière croissante dans l'action publique locale, et de manière simultanée aux efforts de protection de la biodiversité, de préservation d'espaces naturels, et des politiques d'adaptation aux effets du changement climatique. Au-delà de la préservation de la ressource par la régulation de la consommation surfacique, les enjeux de suivi de la qualité et de la santé des sols sont davantage visibles dans les débats publics (débats sur la renaturation, la mise en place d'indicateurs de surveillance de la qualité des sols…).

Pour autant, face à de nouveaux impératifs de développements industriels, énergétiques, numériques, les territoires se retrouvent confrontés à des situations de planification de plus en plus complexes, parfois explosives. Un questionnaire adressé par la Fédération des Scot à des élus locaux[65] (présidents et vice-présidents d'intercommunalité, élus communautaires et municipaux, maires) souligne que, face à un **consensus** (68 % des répondants d'accord) sur la nécessité de mettre en oeuvre les principes de **sobriété foncière** sur leur territoire, on observe un réel **désaccord** sur les modalités de **mise en oeuvre** (autant de répondant en faveur qu'opposés au recours au ZAN), une majorité de répondants (70 %) s'opposant à la remise en cause des modèles d'aménagement du territoire. Les résultats du questionnaire soulignent l'inquiétude des élus sur les modalités de conciliation avec les **objectifs économiques** du territoire, avec les "**attentes des habitants**", et surtout sur les enjeux d'aggravation d'une **fracture entre territoires et populations urbains et ruraux**. Ils soulignent notamment le risque d'aggravation de la **concurrence** entre territoires, pour accueillir de nouveaux habitants et infrastructures de développement du territoire.

Enfin, l'enquête révèle que 60 % des répondants estiment "ne pas avoir assez de foncier disponible dans le cadre de la trajectoire ZAN pour répondre aux besoins de leur territoire", et notamment aux besoins de projets économiques.

Les résultats de ce questionnaire soulignent les enjeux évoqués dans ce chapitre : la nécessité de **prioriser** entre usages concurrents et souvent non compatibles de développement des activités du territoire et de préservation de la ressource ; l'enjeu d'anticipation et de **planification à l'échelle du territoire** pour éviter les conflits de mise en œuvre.

Les acteurs publics jouent un rôle de vigie des acteurs publics sur l'évolution des sols, mais un pouvoir limité

Les institutions publiques jouent un rôle clé dans le contrôle du marché foncier, de la consommation et l'artificialisation des sols. Ces acteurs permettent à la fois d'encadrer l'accès à la ressource, notamment pour les parcelles agricoles, et d'assurer des garde-fous pour préserver la qualité des sols :

- Les **SAFER** peuvent maîtriser l'usage de parcelles agricoles en imposant des cahiers des charges à clauses environnementales pour garantir le respect d'enjeux environnementaux[66],

[65] Analyse du questionnaire visant à recueillir la vision des élus locaux sur le ZAN, Fédération des Scot, Mai 2024
[66] Page web "Maîtriser l'usage de biens", SAFER

Rapport intermédiaire

- Les **EPF** peuvent jouer un rôle clé dans les opérations de recyclage urbain, la dépollution de friches et la renaturation, opérations onéreuses à porter pour réhabiliter des sols. Par exemple, l'EPF Hauts-de-France développe des opérations de dépollution de friches, l'EPF Normandie conduit des projets de renaturation innovants,

- Les **autorités environnementales** émettent des avis sur les projets urbains et d'aménagement du terrain pour évaluer leur impact sur l'environnement (et notamment sur les sols),

- Le **Conservatoire du littora**l mobilise son droit de préemption pour sanctuariser les espaces naturels côtiers, le **Conservatoire des espaces naturels** acquiert des espaces naturels pour les préserver,

- Au quotidien, les services urbanisme des collectivités et des services déconcentrés de l'Etat, chargés de l'application du **droit des sols** et d'instruire les permis de construire, ont pour rôle de porter à connaissance les enjeux environnementaux qui pourraient venir en contradiction avec des usages artificialisants, ou les enjeux de pollution de sols lorsqu'ils sont connus. Les collectivités disposent également d'un **droit de préemption** au nom de l'intérêt général[67].

Ces acteurs ont toutefois des moyens d'action limités. La maîtrise foncière reste notamment un défi financier pour les SAFER, EPF ou collectivités (métropoles) qui portent une stratégie d'acquisition foncière. Les missions régionales de l'autorité environnementale émettent des avis, sans qu'ils soient toutefois contraignants pour les collectivités / porteurs de projet. Les services de l'Etat et de la collectivité qui instruisent les PLU n'ont pas pour autant de levier sur les pratiques des propriétaires qui peuvent dégrader la qualité des sols (particuliers, entreprises, agriculteurs).

Des conflits d'usage des sols traités dans les processus de planification ou par la confrontation sur le terrain

A ce jour, les territoires sont confrontés à deux voies de résolution de **conflits** sur l'allocation et le partage de la ressource sol :

- en amont des projets, via la **planification**, à travers les débats dans le cadre de la révision/modification des documents d'urbanisme, qui nécessitent des phases de concertations, de négociations et d'arbitrages ;

- au cours / en **aval** des projets, via des actions spontanées ou le recours à des voies juridiques, lors de conflits d'appropriation/d'usages parfois violents sur le terrain (on peut par exemple citer l'exemple de l'autoroute A69, les manifestations de Bure, les conflits quotidiens entre agriculteurs à la lisière de leurs parcelles…).

Si les démarches de planification doivent permettre d'**anticiper** les futurs conflits d'usage des sols, donner un cadre commun et une visibilité pour l'action publique et les projets privés, on observe pourtant une multiplication de conflits d'usage **non anticipés** par les documents de planification locaux : par exemple, liés aux nouveaux objectifs d'implantation d'infrastructures d'énergies renouvelables, aux projets d'ouverture de mines. On peut aussi

[67] Note "Le droit de préemption urbain", CEREMA

Rapport intermédiaire

anticiper de futurs conflits d'usage, par exemple sur l'implantation des data centers générant l'allocation de surfaces importantes à des infrastructures numériques par ailleurs intensément consommatrices en eau et électricité.

Un panel de solutions proposées par les acteurs publics et privés

Face aux défis posés à la gouvernance territoriale du sol, aux compétences décentralisées des collectivités qui doivent jongler entre ces multiples politiques publiques prioritaires, et aux acteurs privés impactés par les enjeux de concurrence dans l'accès au foncier (filière de la construction/aménagement, filières industrielles et énergétiques, acteurs privés) et l'accès aux sols de qualités (notamment filières agricoles), différentes solutions émergent. Propositions réglementaires, innovations et expérimentations locales d'acteurs privés et d'élus engagés, etc.

Les acteurs de la **fabrique de la ville** appellent à développer de nouveaux modèles d'aménagement urbain pour limiter la consommation de sol : densification, mutualisation et réversibilité des espaces, revalorisation de friches, utilisation des logements vacants, évolution des modèles d'habitat (moins de m2/habitant, partage de surfaces…), désimperméabilisation... Ces mesures sont parfois activement soutenues par les autorités locales : programmes municipaux favorisant la densification, la renaturation, la désimperméabilisation, etc.

Dans le secteur **agricole**, les initiatives pour assurer un suivi de la qualité des sols (mise en place d'indicateurs de suivi, diagnostics) et faire progresser les pratiques qui améliorent t la santé des sols (agriculture de conservation des sols, agroforesterie, bio) sont de plus en plus visibles.

Les **élus locaux** prennent parfois des mesures engagées pour raisonner les consommations de foncier pour des usages moins prioritaires pour le territoire : préemption de terrains à haute valeur environnementale, de terres agricoles, rétrozonage de zones U en zones A ou N dans les documents d'urbanisme, augmentation des taxes foncières sur les résidences secondaires pour favoriser les résidences principal[68], opposition frontale à des projets d'implantations industrielles ou immobilières hautement artificialisantes, etc.

B. De nouveaux modes de gestion de la ressource sol s'inventent localement

Sur les territoires, élus, techniciens de collectivités, associations et acteurs privés développent des outils et pratiques de planification, de concertation, des procédés techniques, pour anticiper les conflits sur la ressource sol, la préserver en amont des projets, ou apporter une solution pour réhabiliter la ressource dégradée. Plusieurs leviers peuvent être mobilisés :

[68] La préservation du foncier n'est en général pas la première motivation pour de telles mesures, souvent motivées par des enjeux de développement de la vie économique locale et la garantie d'accès au foncier pour les habitants à l'année, elle peut toutefois contribuer à limiter la consommation de sol pour le logement.

Rapport intermédiaire

Limiter la consommation de sol

Pour la construction de bâtiments et notamment de logements, en 1) diminuant la construction, 2) augmentant le taux de renouvellement urbain, 3) augmentant la densité des opérations[69]. Le recyclage foncier, la densification, l'identification de réserves foncières, la désimperméabilisation, la mutualisation d'espaces sont autant de leviers mobilisables par les acteurs de l'aménagement urbain.

- La démarche Territoires pilotes de sobriété foncière (TEPOS, pilotée par l'Ademe) anime un réseau de collectivités pionnières des initiatives de sobriété foncière.[70]
- "La métropole de Lille, par exemple, a conduit un travail précurseur en matière d'identification et de réhabilitation des friches, son dernier PLUi identifiant près de 630 hectares de « foncier mutable » sur son territoire, l'un des potentiels les plus importants de France. Entre 2001 et 2015, 140 hectares en moyenne ont déjà été réhabilités chaque année sur son périmètre."[71]

Le renoncement à certains projets artificialisants (transport, logistique, industrie…) est également une solution.

- A La Réunion, le président de région a renoncé en 2020 à mener à terme le projet de la nouvelle route du littoral, qui avait des conséquences désastreuses sur les sols agricoles (matériaux de construction prélevés dans les champs de cannes), l'intégrité des sols et paysages (inondations, glissements de terrain, coulées de boues), la biodiversité terrestre et marine[72]

Valoriser et recycler la ressource "sol"

Acteurs publics et filières privées de l'aménagement collaborent pour développer des filières de revalorisation de la terre.

- A Lyon, des expérimentations sont menées sur le chantier Le Champ, à Confluence, pour valoriser la terre de chantier ou d'anciennes friches industrielles et créer de la terre fertile (terre végétale) pour ne pas avoir à décaper 16 ha de sols agricoles[73].
- En Île-de-France, le Cluster Eau Milieux Sols et l'entreprise Terre Utile s'associent pour développer la conception de terres végétales à partir de terres excavées recyclées.

Rapport intermédiaire

[69] Le CEREMA détaille ces leviers pour lutter contre la consommation d'espaces.
[70] ANCT, Initiative Territoire pilote de sobriété foncière
[71] Rapport d'information "Objectif de zéro artificialisation nette à l'épreuve des territoires", Sénat, mai 2021
[72] Article "La Réunion renonce à finir l'absurde « nouvelle route du littoral »" , Reporterre, juin 2020
[73] En savoir plus : article lyon-confluence.fr

Préserver les sols agricoles et naturels

Réguler davantage l'accès à la ressource pour préserver la vocation agricole du sol, faire de la place pour les espaces naturels parmi les espaces agricoles… les territoires développent des initiatives pour équilibrer la place des ENAF.

- Par exemple, un élu de la commune d'Orrouer, dans la région de Chartres, explique que sa commune a entrepris de développer un verger partagé pour donner davantage de places aux espaces boisés, sur un territoire majoritairement agricole.

Préserver la qualité de la ressource sol passe également par la lutte contre la pollution et l'adaptation des pratiques agricoles : maintenir le retour au sol de la matière organiques, développer les solutions fondées sur la nature et l'agriculture de conservation des sols, développer l'usage de diagnostic de sols pour mieux connaître l'état biologique des sols…

- A Châlons-en-Champagne, un rallye des fosses pédologiques est organisé par le groupe d'étude et de développement agricole (GEDA), en collaboration avec la Chambre régionale d'agriculture, pour mieux connaître la qualité des sols agricoles et ajuster les pratiques.

Connaître les sols de son territoire pour mieux les allouer

Des outils innovants permettent de mieux connaître les sols (leur structure, leurs propriétés) et ainsi de mieux l'allouer à des usages pertinents, grâce au développement des outils de cartographie des sols.

- Par exemple, le projet MUSE développé par le CEREMA permet d'accompagner les collectivités à mieux prendre en compte la nature des sols dans les stratégies d'aménagement. La ville de Ris Orangis s'appuie sur cette méthode de connaissance des sols pour réviser son PLU.

- Accompagnée cette fois par le CAUE 37, la Chambre d'agriculture d'Indre-et-Loire et l'ADAC (l'Agence Départementale d'Aide aux Collectivités locales), la commune de Chambourg-sur-Indre prend également en compte la qualité des sols dans son PLU.

- A une autre échelle, l'Agence d'urbanisme de la région angevine (Aura) développe une stratégie de reconquête des espaces urbanisés basée sur l'identification de la qualité des sols urbains pour prioriser les sols à densifier ou renaturer.

Miser sur la coopération territoriale pour piloter les usages de la ressource sol à long terme

Certaines communes anticipent déjà les tensions foncières à l'échelle du territoire élargi, et l'impact du changement climatique sur les sols, pour penser une stratégie foncière collective.

- La métropole de Lyon mène depuis les années 90 une réflexion sur la préservation des sols dans le cadre d'un PLU intercommunal, pour réfléchir de manière collégiale aux contraintes foncières.

Rapport intermédiaire

- Le SCOT de la métropole de Lyon intègre les impacts du changement climatique sur la ressource sol pour développer la stratégie d'aménagement du territoire. "Le Scot en cours de révision prévoit de nombreuses orientations en ce sens, celles-ci devant ensuite être mise en œuvre concrètement par les acteurs du territoire : Trame boisée et agro-bocagère, principe de la ville perméable, préservation des sols et stratégie de renaturation, réflexion à l'échelle de polarités agricoles et avec les territoires voisins sur l'alimentation, baisse des consommations d'énergie dans les mobilités (voyageurs et marchandises) et le bâtiment (rénovation énergétique)."[74]

C. Des questions majeures pour la gestion et gouvernance de la ressource en 2050

Quel langage commun pour parler du sol sur les territoires ?

Parler des sols dans les politiques publiques, c'est faire face à différentes définitions de cette ressource : les acteurs de l'**aménagement** parlent de réserve foncière, de gisement foncier, de dents creuse, de friche, etc. ; les acteurs **agricoles** de surfaces utiles, de rotation de cultures, de terre fertile ou inculte, etc. ; les acteurs des politiques de l'**environnement** parlent d'espaces protégés, de zones de biodiversité, de corridors écologiques, etc. ; les acteurs de l'**eau** de périmètre de protection des zones de captage, etc.

Autant de visions de gestion de la ressource qui doivent dialoguer et être mises en cohérence. Car derrière ces multiples désignation du champ lexical de la ressource sol dans les politiques publiques, ce ne sont pas toujours les mêmes perspectives de consommation / usage et de préservation de la ressource : il y a un enjeu d'acculturation aux enjeux de gestion partagée et raisonnée de cette ressource par les pouvoirs publics.

En 2050, les agents publics parleront peut-être tous de la gestion durable des sols et de la stratégie sol de la collectivité.

Quelles compétences (obligatoires) et instances locales pour la gestion de la ressource sol ?

En l'absence de cadre réglementaire très lisible sur les compétences des collectivités territoriales en matière de la gestion (du partage et la préservation notamment) de la ressource sol, au-delà des documents d'urbanisme, se pose la question de la **coordination** des échelons de collectivités pour coopérer autour de l'allocation de la ressource sol, pour quels usages, en faveur de quelles **coopérations** quelles (enjeux d'accueil de population, d'accès à la propriété, de répartition des activités productives, de sanctuarisation d'espaces naturels…), à travers quelles instances (comment adapter les instances existantes ? intégrer le sol à des instances de gestion de l'eau ? modeler de nouveaux espaces de dialogue et d'arbitrage sur les sols à l'échelle inter-territoriale ?...).

En 2050, les collectivités seront peut-être dotées d'élus à la santé des sols, de commissions territoriales de la santé des sols, de schéma directeurs de la biodiversité des surfaces et des

[74] Questionnaire collectivité diffusé en janvier 2025

Rapport intermédiaire

sols, et de documents de planification intégrant l'urbanisme, la gestion de l'eau, des surfaces agricoles et forestières.

Quels garde-fous pour limiter la dégradation qualitative de la ressource sol?

La question du rôle des collectivités et décideurs publics se pose notamment en terme de préservation de la disponibilité de la ressource sur le **long terme**, via la préservation de la **qualité** (santé) des sols pour les activités (et les générations) à l'avenir : quelle capacité de surveillance, de régulation, de contrôle de la qualité des sols ? quel encadrement des pratiques qui dégradent la ressource ?

Au-delà des pratiques de planification, il semble nécessaire de questionner l'importance d'autres instruments de politiques publiques (liés aux politiques de l'eau, de l'agriculture, de l'industrie, du tourisme, au rôle des autorités environnementales…) qui peuvent agir sur la dégradation / préservation des sols. Et notamment sur le financement de la restauration des sols : qui doit supporter ces coûts ?[75]

Quels outils de connaissance, à l'échelle locale, de l'état de la ressource ?

Assurer le suivi et la régulation du niveau de dégradation de la ressource sol nécessite de le **connaître** : aujourd'hui, les décideurs publics sont peu (voire pas) outillés pour décider, sur la base de données concrètes (sur la structure de leur sol, leur fertilité, leur capacité de stockage d'eau, de carbone…), pour prioriser les usages des sols de leur collectivité : quels sols privilégier pour des usages agricoles ? pour la construction de logements ? quels sols ne surtout pas artificialiser, ou au contraire flécher vers l'artificialisation pour en préserver d'autres ?

En 2050, le développement des capacités de diagnostic de la qualité et de la santé des sols deviendra peut-être un réflexe, grâce à des techniques développées à moindre coût et mises à disposition de la collectivité, jusqu'à devenir un prérequis à tout arbitrage d'aménagement du territoire.

Quelle ingénierie territoriale pour gérer la ressource en 2050 ?

Si les structures de gouvernance locales interrogent, il en est ainsi tout autant des **outils** concrets pour assurer les choix décisifs d'usage des sols : comment **prioriser** tel ou tel projet économique ? selon quels **critères** arbitrer en faveur d'un projet d'intérêt privé / d'intérêt général ? comment équilibrer le poids des **modèles économiques** et les enjeux physiques dans la prise de décision ? Derrière ces questions opérationnelles, se posent les problèmes de **fiscalité** locale, d'équilibres **budgétaires**, **d'acceptabilité** politique, de dialogue **citoyen**, des processus d'arbitrage, de résolution de contentieux en urbanisme…

En 2050, chaque échelon de collectivités, et leurs partenaires, seront peut-être outillés d'un référentiel d'arbitrage commun, construit avec les citoyens, pour décider des choix d'usage des sols et du partage de ce bien commun.

[75] Sur le sujet, voir l'article : Salin, M. et al. Les coûts de la restauration des sols urbains. CIRED Working Paper n°2024-96-FR. 2025.

Rapport intermédiaire

Quels enjeux sur les autres ressources locales guideront les arbitrages sur la gestion des sols ?

Nous l'avons vu, la ressource sol est le support de nombreuses autres ressources locales : elle est indissociable de la gestion de la ressource en eau, en biomasse agricole, en bois, et fortement liée à la production d'énergies renouvelables. En 2050, quelles priorités (nationales, régionales, ou locales) détermineront les arbitrages locaux sur la gestion de ces ressources ? de quels principes (de sobriété, de productivité, de compétitivité, de décroissance…) s'outilleront les territoires pour guider les arbitrages inter-ressources ?

En 2050, les instances de participation citoyenne décideront peut-être du "budget ressource" de la commune et du niveau de consommation de sol attribué pour les projets de service public, pour les projets énergétiques, pour le résidentiel privé…

Anticiper les "sujets chauds" en 2050

- Comment **prioriser** entre les usages énergétiques / industriels / résidentiels / agricoles des sols locaux ?
- Quelle priorité donner aux projets **privés** / aux projets dits "d'**intérêt général**" ?
- Selon quels principes, **valeurs**, construire ces arbitrages ?
- Quelle place pour le dialogue citoyen, la **démocratie** locale dans la construction de ces arbitrages ?
- Quelles **instances locales** de décision sur les usages prioritaires du sol pour assurer la production d'autres ressources locales (alimentation, énergie, chaleur…) ?
- Comment **désiloter** les arbitrages menés sur la gestion de l'eau, des surfaces agricoles et des forêts, de la production d'énergie, de l'artificialisation ?
- Comment gérer le nombre croissant de **contentieux** en urbanisme ? les PLU attaqués ?
- Quelles **compétences** intégrer en interne des collectivités / établissements publics pour piloter la renaturation des sols, la restauration de la qualité/santé des sols ?
- Quelles **solidarités** mettre en place auprès des collectivités partenaires ou acteurs privés en cas de terres dégradées, inutilisables, inconstructibles, impropres à l'agriculture, sous les effets du changement climatique et des pollutions croissantes ?

Rapport intermédiaire

Conclusion en cinq risques de conflits d'usage sur la ressource sol

1. Risques des effets du changement climatique sur les usages des sols

Les impacts du changement climatique vont transformer non seulement nos paysages et le cycle de l'eau, mais aussi nos sols. Les phénomènes de retrait et gonflement d'argile (RGA), d'assèchement des sols, de ruissellement et d'inondations, d'érosion et de recul du trait de côte vont rebattre les cartes des sols disponibles pour l'artificialisation et l'agriculture. La structure et les propriétés biologiques des sols vont être impactées, les surfaces disponibles à l'artificialisation réduites. Les territoires littoraux vont nécessairement devoir s'adapter à la perte de surfaces constructibles, des régions entières notamment dans le sud-ouest de la France seront exposés à un risque élevé de RGA, les territoires agricoles devront adapter leurs cultures et méthodes à des sols qui seront asséchés ou au contraire périodiquement inondés.

Concrètement, à l'échelle des territoires, cela se traduit par une restriction des surfaces à urbaniser dans les PLU, de nouveaux risques à intégrer dans les stratégies d'aménagement (inondations, submersion…), des stratégies d'adaptation pour les secteurs économiques (agriculture, zones d'activités) et les particuliers (logements) touchés.

2. Risques de conflits d'usage foncier liés à la réindustrialisation

La transition énergétique s'appuie sur un effort de réindustrialisation pour réimplanter sur les sols français des industries stratégiques : énergies renouvelables, agroalimentaire, transport, logistique, automobile… Nos besoins d'artificialisation liés à ces industries entrent en concurrence avec d'autres usages prioritaires des sols : surfaces dédiées à l'habitat, à l'agriculture, aux espaces naturels, entre autres. Le foncier destiné à des usages économiques est déjà une ressource sous tension, alors que près d'un tiers des zones d'activité économiques sont saturées et que plus de 40 % des communes s'estiment en "saturation foncière".

Concrètement, cela se traduit par une complexité accrue pour les territoires en situation d'arbitrer entre usages prioritaires du foncier, par des débats accrus sur l'acceptabilité des projets de réindustrialisation, et par la nécessité d'envisager des mécanismes de coopération entre territoires pour soutenir l'effort de réindustrialisation.

3. Risques de conflits d'usage foncier liés au développement des ENR

La production d'énergies renouvelables en particulier est amenée à peser sur les arbitrages locaux entre usages prioritaires du foncier. Si les surfaces artificialisées ou immobilisées (emprise totale, surface imperméabilisée) par les industries EnR restent minoritaires dans la trajectoire d'artificialisation nationale (1,5 à 1,7 % du territoire), atteindre 33 % d'EnR dans la consommation finale brute d'énergie à horizon 2030 génère déjà de nombreux conflits locaux sur les choix d'implantation des parcs éoliens, photovoltaïques et centrales biomasse.

Concrètement, les territoires sont confrontés à la nécessité de décarboner leur approvisionnement énergétique, en développant les EnR, tout autant qu'à l'objectif de

Rapport intermédiaire

maîtrise de l'artificialisation et la priorisation des axes de développement (construction de logements, d'infrastructures de loisirs, accueil d'activités économiques, préservation d'espaces naturels et de sites de compensation…), ainsi qu'aux attentes des habitants de préservation des paysages ou des espaces naturels et agricoles existants.

4. Risques liés à la dégradation des sols agricoles

La dégradation des terres agricoles (tassement, lessivage, pollution) est un risque majeur pour la transition énergétique et climatique de la France. Les événements climatiques extrêmes des dernières années, notamment les inondations de 2022 et 2024, ont illustré la vulnérabilité des terres agricoles tassées, lessivées, perdant leur biodiversité en raison des pratiques de labour, de monoculture et d'usage intensif de produits phytosanitaires.

Sans évolution des systèmes agricoles qui dégradent la fertilité et la santé des sols, les effets du changement climatique à horizon 2050 (+2,7° signifiant un nombre croissant de sécheresse, méga-feux, pluies diluviennes) mettent en péril la résilience alimentaire des territoires (et le modèle économique des professionnels de l'agriculture).

5. Risques liés à l'artificialisation des sols par les constructions résidentielles et les infrastructures de transport

En 2025, les trois quarts des artificialisations de sols sont portées par le développement résidentiel (45 %), qui contribue à l'étalement urbain, et par le développement de nouvelles infrastructures de transport (30 %). Ces dernières sont souvent au cœur d'importants débats territoriaux du fait des consommations de terres agricoles que leur construction induit. A l'échéance 2050, la poursuite du développement résidentiel pourrait générer des consommations importantes de sols agricoles à proximité des villes ce qui pourrait par exemple nuire à la relocalisation des productions alimentaires. De même, le développement des infrastructures de transport pourrait continuer à accroître les pollutions des sols du fait des flux de transport générés notamment du fait de l'abrasion des pneus. Une évolution des pratiques vers davantage de sobriété permettrait de mitiger le besoin de nouvelles infrastructures et d'optimiser l'usage des infrastructures existantes.

Rapport intermédiaire

The Shift Project est un think tank qui oeuvre en faveur d'une économie libérée de la contrainte carbone. Association loi 1901 reconnue d'intérêt général et guidée par l'exigence de la rigueur scientifique, notre mission est d'éclairer et d'influencer le débat sur la transition énergétique en Europe. Nos membres sont de grandes entreprises qui veulent faire de la transition énergétique leur priorité.
www.theshiftproject.org

Contacts :

Jason Saniez
Coordinateur du projet
jason.saniez@theshiftproject.org

Vous pouvez envoyer toutes vos remarques, critiques et propositions à l'adresse territoires@theshiftproject.org.

THE SHIFT PROJECT

