



## SCÉNARIOS POUR LA 3<sup>e</sup> RÉVOLUTION INDUSTRIELLE/REV3 DÉCLINAISON RÉGIONALE DES SCÉNARIOS DE TRANSITION(S) 2050



**Ce document est diffusé par l'ADEME**

20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

**Contributeurs :** PERIG, Auddicé Environnement, Chaire des Explorateurs de la Transition Écologique et Géonord  
(n° de contrat : 2021MA000299)

**Coordination technique ADEME :** Iman BAHMANI-PIASECZNY,  
Direction Régionale des Hauts-de-France

**Création graphique :** Agence Character

**Crédits images :** ©Unsplash, Ludovic Fauchet (p. 3) - ©ADEME, Xavier Spertini (p. 13) - ©Unsplash, Leandre Chastagnier (p. 15) - ©Unsplash, Gonz DLL (p. 16) - ©Unsplash, Jacques Dillies (p. 18 & 20) - ©Unsplash, Geoffroy Hauwen (p. 21) - ©Unsplash, Headway (p. 22) - ©Unsplash, Austin Distel (p. 23) - ©Unsplash, Benjamin Davies (p. 27) - ©ADEME (p. 42). Illustrations : S. Kiehl.

**Brochure réf. 012356**

**ISBN :** 979-10-297-2252-3

**Dépôt légal :** ©ADEME Éditions, décembre 2023

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.





05

**Contexte et objectifs**

12

**Principaux résultats**

24

**Méthode**

27

**Scénarios : occupation des sols et emplois**

36

**Bilan comparé**

38

**Enseignements communs - problématiques en débat**

41

**Limites et perspectives**

# CONTEXTE & objectifs

L'ex Région Nord-Pas de Calais, avec la Chambre de Commerce et d'Industrie Régionale, s'est lancée en 2013 dans une dynamique : la **Troisième Révolution Industrielle**. Amplifiée en 2016 puis en 2022, elle vise à répondre aux défis des transitions énergétiques, technologiques, économiques et sociétales. L'objectif est de **décarboner l'économie** et la société d'ici 2050 et de **créer de la valeur et des emplois durables**. La démarche inclut le monde économique, les collectivités territoriales, les acteurs publics, le monde de la formation et de la recherche, ainsi que les citoyens et les associations.

REV3 (Troisième Révolution Industrielle) oriente donc les choix stratégiques régionaux en prenant en compte l'emploi et les projets de développement. Cette démarche vise à promouvoir **une région plus durable et plus solidaire** en optimisant l'utilisation de ses ressources naturelles et en favorisant une gestion responsable de son territoire.

Dans ce contexte de région en transition, l'occupation des sols est un enjeu fort, il est lié au développement économique et territorial, à la production de ressources et de services.

Ainsi, en maîtrisant l'occupation des sols, la région cherche à **préserver les écosystèmes et les espaces naturels, à réduire les déchets, à promouvoir la biodiversité, tout en encourageant le développement d'une économie locale, connectée et durable**.

L'interdépendance entre l'aménagement du territoire et le développement économique incite à s'interroger sur la transition du tissu économique régional et des territoires vers une économie durable et connectée qui tient compte des usages du sol.

Afin d'enrichir la vision collective de cette transition, l'ADEME engage avec les partenaires de rev3 une démarche de **prospective portant sur les modes d'occupation des sols et les emplois dans les Hauts-de-France**.

Fin 2021, l'ADEME a dévoilé un rapport de prospective nationale : « **Transition(s) 2050. Choisir maintenant. Agir pour le climat** ».

Ce travail prospectif construit à partir des quatre archétypes du rapport spécial 1,5°C du GIEC (2019), propose quatre scénarios cohérents et contrastés pour permettre à la France d'aller vers la **neutralité carbone**<sup>1</sup> tout en intégrant une large palette d'enjeux environnementaux, tels que les différents usages de la biomasse, l'eau d'irrigation, la qualité de l'air, la gestion des déchets, l'occupation des sols et l'emploi.

**Ces 4 scénarios sont désignés de la manière suivante :**

- S1** Génération frugale
- S2** Coopérations territoriales
- S3** Technologies vertes
- S4** Pari réparateur

L'ADEME n'entend pas proposer des scénarios définitifs ni se prononcer sur celui à privilégier mais plutôt un panel permettant de tester différentes trajectoires, leurs intérêts et limites. **Les hypothèses de Transition(s) 2050 ont été mobilisées en Hauts-de-France dans cette étude pour instruire différents modes d'occupation des sols et d'évolution des emplois en région**. Les dynamiques régionales passées sont projetées dans le futur dans un scénario tendanciel en complément des 4 scénarios nationaux.

La présente étude a donc pour objectif de décliner ces quatre scénarios et un scénario tendanciel sur la région Hauts-de-France.

L'objectif est de donner dans le territoire une vision prospective de l'état de l'occupation des sols, de la pression des activités humaines, des **services écosystémiques<sup>2</sup> et des emplois** pour chacun des scénarios Transition(s) 2050.

Ce travail mesure l'effet des scénarios sur **l'occupation des sols** et des flux qui en dépendent :

- **Production de biomasse dont l'alimentation ;**
- **Consommation d'engrais ;**
- **Cycle de l'eau ;**
- **Émissions de gaz à effet de serre et stockage de carbone dans le sol ;**
- **Consommation et production d'énergie ;**
- **Changement d'activité et d'emplois.**

1. La neutralité carbone est atteinte lorsque les émissions de gaz à effet de serre (GES) produites par une activité humaine sont équivalentes aux émissions de GES qui sont retirées de l'atmosphère

2. Les services écosystémiques sont les bénéfices que les humains obtiennent des écosystèmes, tels que les services de régulation et d'entretien (climat, érosion, inondations, etc.), les services d'approvisionnement (alimentation, eau, matériaux, etc.) et les services culturels (activités récréatives, esthétiques, etc.).



## S1 GÉNÉRATION FRUGALE



## S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

MODES DE VIE

ÉCONOMIE

### Société

- Recherche de sens
- **Frugalité choisie mais aussi contrainte**
- Préférence pour le local
- Nature sanctuarisée



- Évolution soutenable des modes de vie
- **Économie du partage**
- Équité
- Préservation de la nature inscrite dans le droit

### Alimentation

- Division par 3 de la consommation de viande
- **Part du bio : 70 %**



- **Division par 2 de la consommation de viande**
- Part du bio : 50 %



### Habitat

- Rénovation massive et rapide
- **Limitation forte de la construction neuve** (transformation de logements vacants et résidences secondaires en résidences principales)

- Rénovation massive, **évolutions graduelles mais profondes des modes de vie** (cohabitation plus développée et adaptation de la taille des logements à celle des ménages)

### Mobilité des personnes

- **Réduction forte de la mobilité**
- Réduction d'un tiers des km parcourus par personne
- La moitié des trajets à pied ou à vélo



- **Mobilité maîtrisée**
- - 17 % de km parcourus par personne
- Près de la moitié des trajets à pied ou à vélo



### Technique

Rapport au progrès, numérique, R&D

- Innovation autant organisationnelle que technique
- **Règne des low-tech**, réutilisation et réparation
- Numérique collaboratif
- **Consommation des data centers stable** grâce à la stabilisation des flux

- Investissement massif (efficacité énergétique, EnR et infrastructures)
- Numérique au service du développement territorial
- **Consommation des data centers stable** grâce à la stabilisation des flux

### Gouvernance

Échelles de décision, coopération internationale

- **Décision locale**, faible coopération internationale
- Réglementation, interdiction et rationnement *via* des quotas

- Gouvernance partagée
- **Fiscalité environnementale** et redistribution
- Décisions nationales et coopération européenne



### Territoire

Rapport espaces ruraux – urbains, artificialisation

- Rôle important du territoire pour les ressources et l'action
- **« Démétropolisation »** en faveur des villes moyennes et des zones rurales

- **Reconquête démographique des villes moyennes**
- Coopération entre territoires
- Planification énergétique territoriale et politiques foncières

### Macro-économie

- **Nouveaux indicateurs de prospérité** (écarts de revenus, qualité de la vie...)
- Commerce international contracté



- Croissance qualitative, **« réindustrialisation »** de secteurs clés en lien avec territoires
- Commerce international régulé

### Industrie

- **Production au plus près des besoins**
- 70 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

- Production en valeur plutôt qu'en volume
- **Dynamisme des marchés locaux**
- 80 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage





## S3 TECHNOLOGIES VERTES

- Plus de nouvelles technologies que de sobriété
- Consumérisme « vert » au profit des populations solvables, société connectée
- Les services rendus par la nature sont optimisés

- Baisse de 30 % de la consommation de viande
- Part du bio : 30 %



- **Déconstruction-reconstruction** à grande échelle de logements
- Ensemble des logements rénovés mais de façon peu performante : la moitié seulement au niveau Bâtiment Basse Consommation (BBC)

- Mobilités accompagnées par l'État pour les maîtriser : infrastructures, télétravail massif, covoiturage
- + 13 % de km parcourus par personne
- 30 % des trajets à pied ou à vélo



- Ciblage sur les technologies les plus compétitives pour décarboner
- Numérique au service de l'optimisation
- Les *data centers* consomment 10 fois plus d'énergie qu'en 2020

- Cadre de **régulation minimale** pour les acteurs privés
- État planificateur
- Fiscalité carbone ciblée

- **Métropolisation**, mise en concurrence des territoires, villes fonctionnelles



- **Croissance verte**, innovation poussée par la technologie
- Spécialisation régionale
- Concurrence internationale et échanges mondialisés

- **Décarbonation de l'énergie**
- 60 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage



## S4 PARI RÉPARATEUR

- Sauvegarde des modes de vie de **consommation de masse**
- La nature est une ressource à exploiter
- Confiance dans la capacité à réparer les dégâts causés aux écosystèmes

- Consommation de viande quasi-stable (baisse de 10 %), complétée par des **protéines de synthèse ou végétales**



- Maintien de la **construction neuve**
- La moitié des logements seulement est rénovée au niveau BBC
- **Les équipements se multiplient**, alliant innovations technologiques et efficacité énergétique

- Augmentation forte des mobilités
- + 28 % de km parcourus par personne
- Recherche de **vitesse**
- 20 % des trajets à pied ou à vélo



- Innovations tout azimut
- Captage, stockage ou usage du carbone capté indispensable
- Internet des objets et intelligence artificielle omniprésents : les **data centers consomment 15 fois plus d'énergie** qu'en 2020



- Soutien de l'offre
- Coopération internationale forte et ciblée sur quelques filières clés
- **Planification centralisée du système énergétique**

- Faible dimension territoriale, **étalement urbain**, agriculture intensive



- **Croissance économique carbonée**
- Fiscalité carbone minimaliste et ciblée
- Économie mondialisée

- Décarbonation de l'industrie pariant sur le **captage et stockage géologique de CO<sub>2</sub>**
- 45 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

Société

Alimentation

Habitat

Mobilité des personnes

Technique

Rapport au progrès, numérique, R&D

Gouvernance

Échelles de décision, coopération internationale

Territoire

Rapport espaces ruraux – urbains, artificialisation

Macro-économie

Industrie

MODES DE VIE

ÉCONOMIE



## S1 GÉNÉRATION FRUGALE



## S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

	TERRITOIRE	FLUX
	<b>Agricole</b> Réf. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte de <b>6 %</b> de surface</li> <li>• Diminution des prairies et surfaces fourragères (maïs) – production plus diversifiée – augmentation des protéagineux et oléagineux - diminution des cultures industrielles (légumes, betteraves)</li> </ul>
	<b>Forestier et zones naturelles</b> Réf. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>17 %</b> de surface autour des villes et massifs existants – forêt puits de carbone</li> </ul>
	<b>Artificialisation</b> Réf. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>9 %</b> de croissance des villes &lt; 100 000 hab.</li> <li>• + <b>919 ha</b> par an sur 30 ans</li> </ul>
	<b>Énergie</b> Réf. 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>55 %</b> de consommation par rapport à 2018</li> <li>• - <b>97 %</b> de production nucléaire</li> <li>• + <b>89 %</b> de production éolienne (+ 1 500 mâts)</li> <li>• + <b>74 %</b> de prélèvements de bois énergie</li> <li>• <b>X 80</b> de production photovoltaïque – 7 400 ha sur toiture et ombrières</li> <li>• <b>X 14</b> biogaz méthanisation</li> </ul>
	<b>Carbone</b> Réf. 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximisation de la forêt pour le stockage de carbone</li> <li>• + <b>5,88 MtCO<sub>2e</sub></b> : Bilan non équilibré</li> <li>• + <b>22 %</b> puits de carbone en forêt</li> <li>• + <b>200 %</b> Couverts végétaux</li> <li>• + <b>100 %</b> de linéaires de haies</li> </ul>
	<b>Eau</b> Réf. 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>30 %</b> d'irrigation (volume)</li> <li>• Augmentation de l'évapotranspiration des forêts, du ruissellement et de l'imperméabilisation</li> <li>• <b>149 mm<sup>3</sup></b> de déficit d'infiltration</li> </ul>
	<b>Engrais</b> Réf. 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>40 %</b> usage des engrais minéraux</li> <li>• + <b>100 %</b> engrais organiques</li> <li>• + <b>155 %</b> fixation symbiotique</li> </ul>
	<b>Alimentation</b> Réf. 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>210 %</b> potentiel nourricier</li> <li>• Déficit en fruit et cultures fourragères</li> <li>• + <b>47 %</b> de surfaces en cultures énergétiques (10 % de la SAU)</li> <li>• <b>9 %</b> de cultures dédiées biocarburants</li> <li>• Mobilisation des biodéchets pour la méthanisation</li> </ul>
	<b>Biomasse</b> Réf. 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>47 %</b> de surfaces en cultures énergétiques (10 % de la SAU)</li> <li>• <b>9 %</b> de cultures dédiées biocarburants</li> <li>• Mobilisation des biodéchets pour la méthanisation</li> </ul>
	<b>Services écosystémiques</b> Réf. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + 10 améliorations d'un service de régulation</li> <li>• + 6 améliorations d'un service d'approvisionnement</li> <li>• + 5 améliorations d'un service culturel</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte de <b>2,5 %</b> de surface</li> <li>• Diminution des prairies et surfaces fourragères - Stockage de carbone, augmentation forte des surfaces en protéagineux (+ 300 %), diminution des cultures industrielles</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>3,5 %</b> de surface autour des forêts et espaces naturels existants</li> <li>• + <b>12,6 %</b> de croissance des villes intermédiaires entre 20 000 et 100 000 hab.</li> <li>• + <b>1 263 ha</b> par an sur 30 ans</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>55 %</b> de consommation par rapport à 2018</li> <li>• - <b>73 %</b> de production nucléaire</li> <li>• + <b>112 %</b> de production éolienne (+ 1 720 à 1 940 mâts)</li> <li>• + <b>103 %</b> de prélèvements de bois énergie</li> <li>• <b>X 75</b> de production photovoltaïque – 7 100 ha sur toiture et ombrières</li> <li>• <b>X 12</b> biogaz méthanisation</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximisation des légumineuses pour diminuer les engrais minéraux</li> <li>• Stockage de carbone dans les sols</li> <li>• <b>X 20</b> les surfaces de semis direct</li> <li>• + <b>178 %</b> les surfaces de couverts végétaux</li> <li>• + <b>5 %</b> puits de carbone en forêt</li> <li>• + <b>100 %</b> de haies</li> <li>• <b>1,3 MTCO<sub>2e</sub></b> captés par les puits technologiques</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>15 %</b> d'irrigation (volume)</li> <li>• Augmentation du ruissellement et de l'imperméabilisation</li> <li>• <b>104 mm<sup>3</sup></b> de déficit d'infiltration</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>55 %</b> usage des engrais minéraux</li> <li>• + <b>72 %</b> engrais organiques</li> <li>• + <b>301 %</b> fixation symbiotique</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 168 % potentiel nourricier</li> <li>• Déficit en fruits, prairies, cultures fourragères</li> <li>• + <b>2 %</b> de surfaces en cultures énergétiques (7 % de la SAU)</li> <li>• <b>5 %</b> de cultures dédiées biocarburants</li> <li>• Mobilisation des biodéchets pour la méthanisation</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + 2 améliorations d'un service de régulation</li> <li>• + 2 améliorations d'un service culturel</li> </ul>	



## S3 TECHNOLOGIES VERTES



## S4 PARI RÉPARATEUR

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte de <b>3,9 %</b> de surface</li> <li>• Augmentation des prairies et surfaces fourragères - Stockage de carbone, surfaces fourragères en plus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte de <b>4 %</b> de surface</li> <li>• Augmentation des prairies et surfaces fourragères</li> </ul>	<b>Agricole</b> Réf. 2021	<b>TERRITOIRE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>3,8 %</b> autour des forêts et espaces naturels existants – Sylviculture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>2 %</b> autour des forêts et espaces naturels existants - Plantations de résineux, Sylviculture</li> </ul>	<b>Forestier et zones naturelles</b> Réf. 2021	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>22,6 %</b> de croissance des villes &gt; 100 000 hab.</li> <li>• + <b>2 228 ha</b> par an sur 30 ans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>27 %</b> de croissance des villes &gt; 100 000 hab.</li> <li>• + <b>2 695 ha</b> par an sur 30 ans</li> </ul>	<b>Artificialisation</b> Réf. 2021	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>36 %</b> de consommation par rapport à 2018</li> <li>• - <b>41 %</b> de production nucléaire</li> <li>• + <b>266 %</b> de production éolienne (S3 EnR + 3 500 à 5 500 mâts)</li> <li>• + <b>142 %</b> de prélèvements de bois énergie</li> <li>• <b>X 130</b> de production photovoltaïque (S3 EnR) – 12 400 ha sur toiture</li> <li>• <b>X 18</b> biogaz méthanisation</li> <li>• <b>X 10</b> cultures cellulósiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>20 %</b> de consommation par rapport à 2018</li> <li>• - <b>36 %</b> de production nucléaire</li> <li>• + <b>268 %</b> de production éolienne (+ 3 500 à 5 500 mâts)</li> <li>• + <b>126 %</b> de prélèvements de bois énergie</li> <li>• <b>X 135</b> de production photovoltaïque – 12 700 ha sur toiture</li> <li>• <b>X 20</b> biogaz méthanisation</li> </ul>	<b>Énergie</b> Réf. 2020	<b>FLUX</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stockage de carbone dans les sols - Technologies de décarbonation</li> <li>• <b>X 20</b> les surfaces de semis direct</li> <li>• + <b>119 %</b> les surfaces de couverts végétaux</li> <li>• + <b>6 %</b> puits de carbone en forêt</li> <li>• + <b>10 %</b> de haies</li> <li>• <b>7,6 MTCO<sub>2e</sub></b> captés par les puits technologiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stockage de carbone dans les sols - Technologies de décarbonation</li> <li>• Captage du CO<sub>2</sub> dans l'air CCS</li> <li>• <b>X 20</b> les surfaces de semis direct</li> <li>• + <b>127 %</b> les surfaces de couverts végétaux</li> <li>• + <b>4 %</b> puits de carbone en forêt</li> <li>• <b>17 MTCO<sub>2e</sub></b> captés par les puits technologiques</li> </ul>	<b>Carbone</b> Réf. 2018	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>15 %</b> d'irrigation (volume)</li> <li>• Augmentation du ruissellement et de l'imperméabilisation</li> <li>• <b>145 mm<sup>3</sup></b> de déficit d'infiltration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>66 %</b> d'irrigation (volume) – cultures industrielles et énergétiques</li> <li>• Augmentation du ruissellement et de l'imperméabilisation</li> <li>• <b>174 mm<sup>3</sup></b> de déficit d'infiltration</li> </ul>	<b>Eau</b> Réf. 2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>19 %</b> usage des engrais minéraux</li> <li>• + <b>5 %</b> engrais organiques</li> <li>• + <b>122 %</b> fixation symbiotique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - <b>9 %</b> usage des engrais minéraux</li> <li>• - <b>30 %</b> engrais organiques</li> <li>• + <b>23 %</b> fixation symbiotique</li> </ul>	<b>Engrais</b> Réf. 2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>194 %</b> potentiel nourricier</li> <li>• Déficit en fruits, prairies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>190 %</b> potentiel nourricier</li> <li>• Déficit en fruits, prairies</li> </ul>	<b>Alimentation</b> Réf. 2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>89 %</b> de surfaces en cultures énergétiques (13 % de la SAU)</li> <li>• <b>11 %</b> de cultures dédiées méthanisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + <b>93 %</b> de surfaces en cultures énergétiques (13 % de la SAU)</li> <li>• <b>11 %</b> de cultures dédiées méthanisation</li> </ul>	<b>Biomasse</b> Réf. 2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• + 4 améliorations d'un service de régulation</li> <li>• + 1 amélioration d'un service d'approvisionnement</li> <li>• + 2 améliorations d'un service culturel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + 1 amélioration d'un service de régulation</li> <li>• + 1 amélioration d'un service culturels</li> </ul>	<b>Services écosystémiques</b> Réf. 2021	



## S1 GÉNÉRATION FRUGALE



## S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

EMPLOIS : EFFECTIFS

Agriculture	<p><b>- 30 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentation, : transformation et commercialisation - Circuits de proximité</li> <li>Biocarburant, biomasse</li> <li>Développement des pratiques agroécologiques, résilience au changement climatique</li> </ul>	<p><b>- 32 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentation transformation et commercialisation – filière protéagineux – biocarburants - circuits de proximité – Agriculture urbaine – Maraîchage – Développement des pratiques agroécologiques, stockage de carbone, résilience au changement climatique</li> </ul>
Bâtiments	<p><b>- 30 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Progression de l'emploi jusqu'en 2030, puis diminution. Développement des activités liées à la rénovation thermique ; développement de l'usage des matériaux biosourcés, en s'appuyant sur l'expertise du Cd2E (Loos-en-Gohelle) et du CODEM (Amiens). Rénovation massive BBC.</li> </ul>	<p><b>- 15 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Progression de l'emploi jusqu'en 2030, puis diminution. Transformation des métiers et des compétences dans le cadre de la dynamique rev3. Développement de l'usage des matériaux biosourcés. Rénovation massive BBC.</li> </ul>
Logistique	<p><b>- 54 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse de la demande, priorité au <i>low tech</i>, au <i>made in France</i> et aux produits locaux. Augmentation de la durée de vie des objets et des équipements.</li> </ul>	<p><b>- 43 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Réindustrialisation ciblée et répartie dans le territoire régional. Demande vers des produits plus durables et services associés. Numérique au service du développement territorial. Démarches d'écologie industrielle notamment dans le Dunkerquois.</li> </ul>
Industrie (hors automobile)	<p><b>- 54 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse de la demande, priorité au <i>low tech</i>, au <i>made in France</i> et aux produits locaux. Augmentation de la durée de vie des objets et des équipements. Relocalisation de la production de certaines filières.</li> </ul>	<p><b>- 43 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Demande vers des produits plus durables et services associés et recul de la production industrielle. Réindustrialisation ciblée et répartie dans le territoire régional. Numérique au service du développement territorial. Démarches d'écologie industrielle notamment dans le Dunkerquois.</li> </ul>
Construction automobile	<p><b>- 57 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction forte de construction automobile liée à la limitation des déplacements.</li> </ul>	<p><b>- 19 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Promotion dans le cadre de la dynamique rev3 d'un mix mobilité intégrant véhicules électriques et véhicules au biogaz ; collectif régional électromobilité (COREM).</li> </ul>
Énergie	<p><b>+ 30 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plans de sobriété énergétique. Logements utilisant le bois comme énergie de chauffage.</li> </ul>	<p><b>+ 50 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamique rev3 privilégiant le gaz et l'électricité. Développement des EnR s'appuyant sur les réseaux d'expertise régionaux : CORESOL (solaire), CORBI (biométhane), CORHYD (hydrogène), CORREI.</li> </ul>
Transport, mobilité	<p><b>32 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse importante de la mobilité ainsi que des transports de marchandise. Importance des modes doux dans le déplacement des personnes, covoiturage et autopartage en zones rurales. Réduction du poids et de la vitesse des voitures.</li> </ul>	<p><b>- 25 % d'emplois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse importante de la mobilité ainsi que des transports de marchandise, dans des proportions moins importantes que dans le S1. Recours à des matériels diversifiés pour les déplacements : vélos cargos, vélos pliants, mini-voitures, covoiturage. Pour le transport des marchandises, augmentation de la part du ferroviaire et du fluvial (canal Seine-Nord).</li> </ul>



## S3 TECHNOLOGIES VERTES



## S4 PARI RÉPARATEUR

### - 26 % d'emplois

- Biomasse énergie – biomatériaux – alimentation – transformation agroalimentaire filières longues
- Développement des pratiques agroécologiques, stockage de carbone, résilience au changement climatique

### - 12 % d'emplois

- Rénovation massive et déconstruction reconstruction, recours à des procédés industriels (préfabrication...) en s'appuyant sur l'expérience d'EnergySprong – Gisements d'emplois innovants encouragés par la dynamique rev3. Utilisation avancée de la maquette numérique. Rendement des équipements de chauffage.

### - 43 % d'emplois

- Ciblage sur les technologies les plus compétitives pour décarboner l'industrie. Technologies de décarbonation - Biomasse exploitée. Développement de l'économie circulaire (plastique, textile, réemploi des matériaux issus de la déconstruction...)

### - 43 % d'emplois

- Recul de la production industrielle. Ciblage sur les technologies les plus compétitives pour décarboner l'industrie. Technologies de décarbonation - Biomasse exploitée. Développement de l'économie circulaire (plastique, textile, réemploi des matériaux issus de la déconstruction...).

### - 7 % d'emplois

- Essor de la fabrication des véhicules électriques et des batteries, activités liées à la 2<sup>e</sup> vie des batteries.

### + 96 % d'emplois

- Décarbonation des modes de chauffage : large recours au gaz renouvelable (méthanisation), au solaire thermique ou photovoltaïque, éolien à Dunkerque. Développement des technologies et des emplois liés à l'efficacité énergétique (maintenance prédictive...).

### - 20 % d'emplois

- Augmentation de la mobilité des personnes et stabilité du transport des marchandises. Développement des activités portuaires et logistiques, avec les possibilités offertes par le transport fluvial (canal Seine-Nord) au-delà de 2030. Développement des livraisons à domicile. Électrification des véhicules des particuliers et du mix énergétique pour le transport des marchandises (biogaz, biocarburant, hydrogène) encouragé par la dynamique rev3.

### - 19 % d'emplois

- Agriculture intensive – alimentation santé – viandes de synthèse – aquaculture - transformation agroalimentaire filières longues
- Développement des pratiques agroécologiques, stockage de carbone, résilience au changement climatique

Agriculture

### - 3 % d'emplois

- Emplois liés à l'importance de la construction neuve. Efficacité énergétique et innovation technique – industrialisation et préfabrication - rendement des équipements de chauffage – compensation carbone.

Bâtiments

### - 35 % d'emplois

- Demande stable, mondialisation. Décarbonation de l'industrie pariant sur le captage et le stockage géologique du CO<sub>2</sub>, internet des objets, intelligence artificielle. Secteurs concernés par la décarbonation : fabrication de l'acier, du ciment.

Logistique

### - 35 % d'emplois

- Demande stable, mondialisation. Décarbonation de l'industrie pariant sur le captage et le stockage géologique du CO<sub>2</sub>, internet des objets, intelligence artificielle. Secteurs concernés par la décarbonation : fabrication de l'acier, du ciment

Industrie (hors automobile)

### + 35 % d'emplois

- Essor de la fabrication des véhicules électriques. Création de gigafactories pour la fabrication de batteries pour les véhicules électriques dans plusieurs territoires de la région.

Construction automobile

### + 71 % d'emplois

- Décarbonation des modes de chauffage : large recours au gaz renouvelable (méthanisation), au solaire thermique ou photovoltaïque, éolien à Dunkerque. Développement des technologies et des emplois liés à l'efficacité énergétique (maintenance prédictive...).

Énergie

### - 16 % d'emplois

- Demande forte de mobilité : hausse des distances moyennes de déplacement et large recours à la voiture individuelle. Développement des véhicules électriques, connectés et autonomes et croissance du transport aérien. Augmentation et transformation des métiers de la logistique : recours au transport maritime et routier et à la logistique connectée, notamment pour les livraisons à domicile.

Transport, mobilité

EMPLOIS : EFFECTIFS

# PRINCIPAUX résultats

La déclinaison des scénarios nationaux sur le territoire des Hauts-de-France aboutit aux enseignements suivants : **la neutralité carbone est complexe à appréhender dans un cadre territorial limité**, d'autant plus lorsque l'on descend d'échelle et les spécificités locales sont prises en compte.

Selon les scénarios considérés en 2050 ; **les territoires agricoles vont diminuer au profit de l'urbanisation et de la forêt** ; les évolutions climatiques vont impacter les côtes et l'agriculture avec une augmentation des aléas ; l'artificialisation continue et va imposer des **réflexions sur la nécessaire désartificialisation d'espaces de compensation**. Les territoires forestiers et agricoles vont être mobilisés pour décarboner l'économie et produire de l'énergie.

**Les Hauts-de-France ne pourront atteindre la neutralité carbone sans une décarbonation plus importante que les scénarios nationaux, et sans un développement plus massif des puits de carbone biologiques ou technologiques.**

L'autonomie énergétique ne peut être atteinte qu'en réduisant plus fortement la consommation régionale ou en augmentant les ressources pour la produire mais avec parfois des capacités limitées de production de biomasse régionale.

**Les Hauts-de-France se caractérisent par une forte production et productivité agricole.** Celle-ci est permise par des surfaces de terres agricoles importantes, la qualité des sols et des pratiques ayant recours aux intrants et à l'irrigation pour des niveaux de rendements relativement stables et élevés. Pour permettre le maintien des rendements et de la productivité nécessaire à la production d'énergie et de biomasse décarbonées, **les gisements en engrais organiques vont devenir stratégiques. Le recours à l'eau dans un contexte climatique sous contrainte est aussi un levier de maintien de la productivité.** Sa disponibilité va diminuer et ses usages augmenter. Si la productivité diminue, les surfaces nécessaires pour répondre aux besoins augmentent et la concurrence entre les usages alimentaires, énergétiques et biomasses aussi. Les surfaces agricoles, importantes en région, laissent une marge de manœuvre élevée. Mais dans un contexte globalisé avec des échanges importants, ces surfaces pourraient être mobilisées pour d'autres régions déficitaires pour lesquelles les surfaces agricoles ne permettent pas l'autonomie alimentaire du territoire, comme en région parisienne par exemple.

**Dans ce contexte en évolution, la nécessaire mobilisation des compétences pose la question des ressources disponibles et formées pour réaliser cette transition.**

L'emploi évolue suivant les scénarios dans différents secteurs comme le transport, l'énergie, le BTP, l'industrie, l'agriculture ou les services. Suivant la stratégie choisie, différentes filières évoluent avec de la création d'emploi pour la mobilité électrique, la production d'énergie, la rénovation ou la construction neuve et les services. La relocalisation de la production d'énergie et de biomasse va mobiliser les emplois et nécessiter des formations pour y répondre.



Le flux d'artificialisation du **S1** entre 2020 et 2050 est de **900 ha par an** contre **2 700 ha par an** pour le **S4**. La région compte actuellement environ **5 600 ha de friches sur 2 469 sites** (estimé à partir de BASIAS et du cadastre). Cette superficie évolue avec des reconversions et des désaffectations des sites. Le flux de friches ne permet pas de couvrir les besoins d'artificialisation des scénarios.

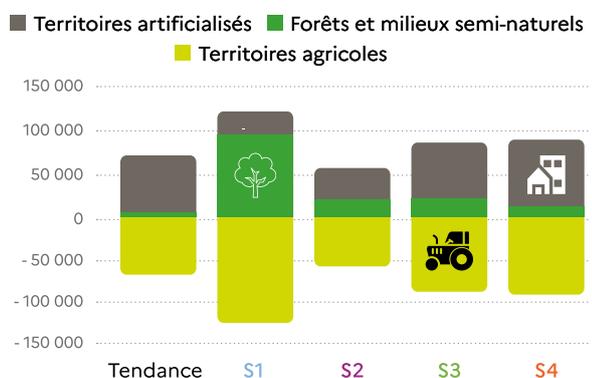
À l'échelle de la région, des surfaces de désartificialisation (470 ha par an pour le **S1** contre 2 246 ha par an pour le **S4**) devront être déterminées pour compenser les besoins afin d'atteindre les objectifs de la loi ZAN :

- 50 % d'artificialisation (2021 - 2031) → 9 185 ha ;
- 75 % d'artificialisation (2031 - 2050) → 4 590 ha ;
- Zéro artificialisation nette au-delà de 2050,

soit un flux sur 2021 - 2050 d'environ 450 ha par an.

## Évolution du Territoire

(en ha)



Graphique 1 - Évolution du territoire par scénario - Hauts-de-France

**Selon les scénarios, l'occupation du territoire et son usage varient fortement. Les surfaces agricoles sont consommées principalement par l'artificialisation et la forêt pour stocker du carbone.**

Pour répondre aux besoins des différents scénarios en matière de stockage de carbone, de production alimentaire ou de biomasse, le territoire évolue. Le **S1** consomme le plus d'espace agricole (- 6 %) remplacé par des **surfaces forestières et naturelles très morcelées (+ 16 %)** qui joue le rôle de puits de carbone. Le scénario **S2** voit **les villes moyennes grandir et la forêt augmenter légèrement**, réduisant ainsi l'espace agricole (- 2,5 %).

Les **S3** et **S4** présentent une **métropolisation importante dans le nord de la région autour de Lille et dans le sud de l'Oise autour de Paris** et consomment aussi des terres agricoles à hauteur de 4 %. **C'est le S1 qui voit le plus diminuer sa surface agricole** : 127 000 ha de perte contre seulement 60 000 ha de perte pour le **S2, S3** et **S4** perdant respectivement 90 000 et 93 000 ha.

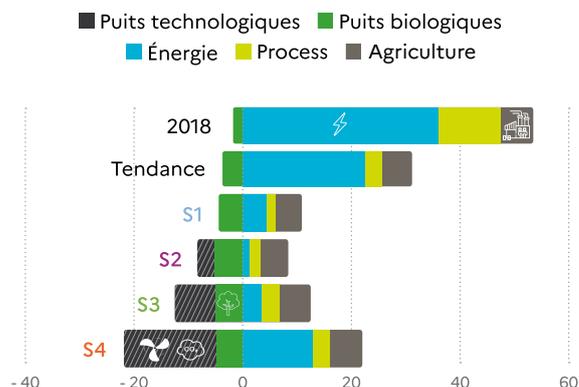
## Carbone et Gaz à effet de serre

**En 2050, la région n'atteint pas la neutralité carbone en suivant les scénarios nationaux.**

Considérant les hypothèses nationales et en les adaptant pour les Hauts-de-France, **le bilan Gaz à Effet de Serre** (solde des émissions résiduelles par rapport aux émissions captées) **n'est équilibré dans aucun scénario**. Les puits biologiques mobilisés dans le **S1** ne sont pas suffisants pour atteindre la neutralité. Le **S2** est le plus performant sur ce point (3,4 MtCO<sub>2</sub>e/an) et le tendanciel le plus contributeur (27,4 MtCO<sub>2</sub>e). Les scénarios **S2, S3** et **S4** doivent donc mobiliser les puits technologiques (BECCS capture lors de combustions ou DACCS capture dans l'air) pour compenser les émissions résiduelles. Cela nécessite jusque 13,9 TWh d'énergie en plus à mobiliser pour le **S4** afin de capter le carbone excédentaire.

## Bilan carbone

(en MtCO<sub>2</sub>e)



Graphique 2 - Bilan carbone des scénarios en Hauts-de-France

Des réductions plus importantes d'émissions ou un recours plus important aux puits technologiques devront être envisagés pour atteindre la neutralité carbone à l'échelle des Hauts-de-France.

Le Captage et Stockage géologique de CO<sub>2</sub> (CSC) est une autre solution qui permet de réduire les émissions des sites industriels. Au niveau français, le CSC est applicable seulement à un nombre limité de sites industriels sur trois zones spécifiques du territoire, dont Dunkerque. Le potentiel est estimé à 15 MtCO<sub>2</sub>/an en stockage offshore pour un coût énergétique à 3 TWh et 1,5 milliard d'euros.

L'objectif de neutralité carbone à l'échelle de la région présente des limites : les émissions réalisées hors de la région (importations) ne sont pas toutes prises en compte, les atouts et freins historiques ou géographiques (faible surface forestière, industries carbonées, espace agricole important) contraignent la région à se fixer des objectifs ambitieux et à travailler avec d'autres territoires pour viser la neutralité carbone en 2050.

**La forêt est un puits de carbone insuffisant en région mais elle peut être complétée par le stockage de carbone dans les sols agricoles.**

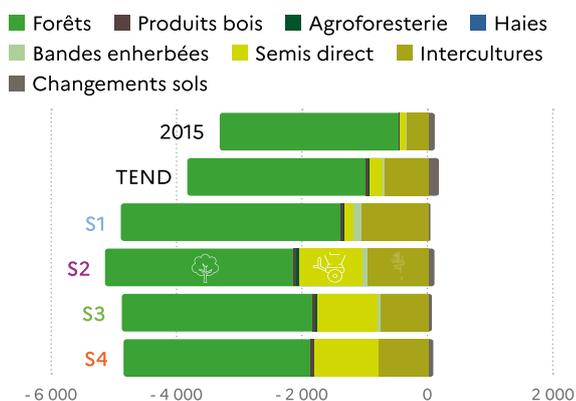
La forêt ne représente que 18 % du territoire. Les hypothèses d'augmentation des surfaces dans le S1 ne permettent pas d'atteindre la neutralité carbone qui ne mobilise pas les technologies de capture du carbone (CCS). Et contrairement aux autres surfaces, l'évolution de la forêt nécessite une anticipation de 20 ou 30 ans. Cependant, le puits de carbone insuffisant fourni par la forêt peut être compensé par des leviers agricoles dont les surfaces restent majoritaires en région.



L'augmentation des apports organiques, la généralisation des cultures intermédiaires courtes ou longues et à hauts rendements, le maintien des restitutions des cultures ainsi que la maximisation de la couverture des sols sont des leviers qui permettent de stocker durablement du carbone dans le sol. Ils sont déjà largement mobilisés dans les scénarios au travers des intercultures et des techniques de semis direct.

L'agroforesterie, les haies ou des bosquets sont aussi des moyens pour augmenter le stockage en zone agricole, leur développement pourrait permettre de compenser en partie le manque de surface forestière.

### Puits biologiques (en KtCO<sub>2</sub>e / an)



Graphique 3 - Puits biologiques par scénario en Hauts-de-France

Par exemple, dans le S2 qui reste sobre en émissions, il faudrait ajouter 640 000 km de haies (5 tCO<sub>2</sub>e/km de haie) aux 70 000 km présents en 2021 ou 888 900 ha d'agroforesterie intraparcellaire (3,6 tCO<sub>2</sub>e/ha) soit 40 % de la surface agricole du S2 pour ne pas avoir à recourir aux puits technologiques.

## Énergie

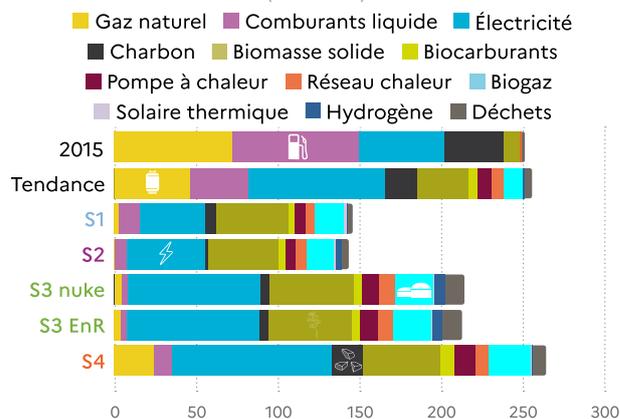
**La consommation d'énergie diminue dans tous les scénarios et les besoins en biomasse augmentent.**

Actuellement, le mix énergétique des Hauts-de-France est encore largement dominé par la production nucléaire, les énergies fossiles, en particulier le gaz naturel et le pétrole.

Selon les scénarios, la demande en énergie finale diminue fortement par rapport à 2015 : baisse de 14 % pour le scénario tendanciel à 52 % pour les scénarios S1 et S2. Les scénarios font évoluer la production vers l'électricité et la biomasse moins carbonés.

Tous les scénarios reposent sur un mix électrique basé à plus de 70 % sur les renouvelables en 2050. Ils comportent également une part de nucléaire historique (technologie existante prolongée). Seuls les scénarios S3 et S4 proposent un développement des technologies nucléaires EPR (nouveau parc).

### Énergie primaire (en TWh)



Graphique 4 - Énergie Primaire par scénario en Hauts-de-France

Pour compenser la réduction de l'usage des énergies fossiles, les besoins augmentent en énergies renouvelables, notamment issues de la biomasse.

Les besoins en biogaz vont être multipliés par 7 pour le S1 et 14 pour le S4 par rapport à 2021, accroissant les besoins en biomasse dédiée à la méthanisation et les surfaces afférentes.

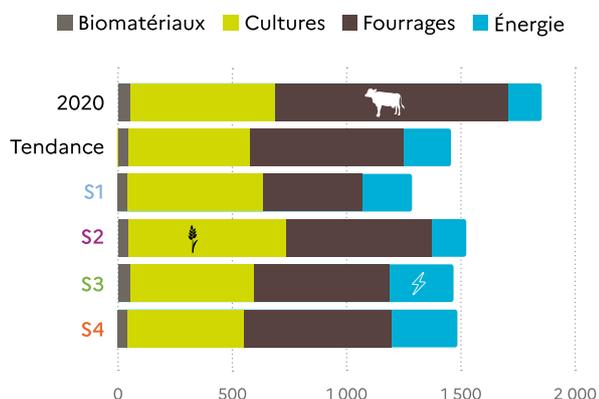
Seuls les scénarios **S3** et **S4** mobilisent des cultures dédiées (environ 200 000 ha), les **S1** & **S2** utilisent principalement les Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétiques (CIVE), les effluents d'élevage et les résidus de cultures.

Faute de gisement suffisant en CIVE et en effluents d'élevage, les scénarios **S1** et **S2** doivent mobiliser plus de déchets des industries agroalimentaires.

Pour la méthanisation, les besoins en surface agricole utile mobilisent 1 et 2 % pour le **S1** et **S2** et 11 % pour **S3** et **S4**.

Concernant les biocarburants, les surfaces mobilisées sont déjà importantes en région. Les scénarios couvrent les besoins en mobilisant entre 2 % pour le **S4** et 9 % pour le **S1** mais il y a un risque de concurrence d'usage sur le maïs avec la méthanisation et l'alimentation animale.

### Mobilisation des surfaces agricoles (en milliers d'ha)



Graphique 5 - Surfaces mobilisées par usage et par scénario en Hauts-de-France

Pour la **combustion**, les cultures cellulósiques et la forêt sont les principaux gisements disponibles. L'évolution des besoins varie entre + 44 % pour le **S4** à + 150 % pour le **S2**. Compte tenu de la faible surface forestière initiale, **aucun scénario ne peut couvrir les besoins de biomasse pour la combustion en mobilisant uniquement la forêt.**

Pour la **pyrogazéification** qui produit du biogaz à partir de biomasse ligneuse et doit se développer en région dans les scénarios **S2**, **S3** et **S4**, le besoin sera partiellement pourvu par les résidus de cultures et les cultures cellulósiques, la biomasse forestière étant largement mobilisée par la combustion.

**Il manque entre 6 TWh pour le S4 et 16 TWh pour le S1 pour couvrir les besoins en biomasse ligneuse.**

Dans les scénarios, les surfaces de cultures cellulósiques mobilisées en agriculture sont faibles : 1 200 ha dans le **S4** à 13 400 ha dans le **S3**.

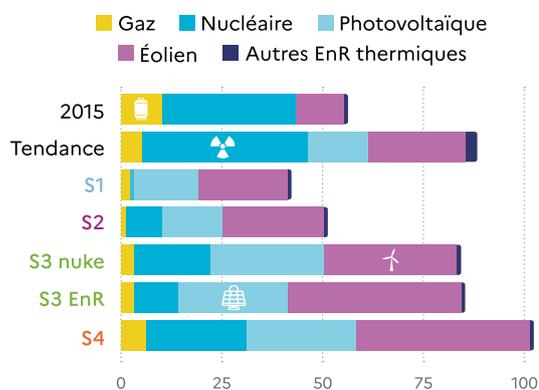
Elles pourraient être augmentées pour compenser la faible surface forestière pour atteindre entre 2 à 5 % de la SAU.

Compte tenu des surfaces agricoles disponibles, l'augmentation des surfaces de production de cultures à vocation énergétique ou l'importation de biomasse ligneuse depuis d'autres territoires producteurs de ressources semblent indispensable pour respecter les hypothèses des scénarios.

**La production d'énergie renouvelable augmente fortement et impacte le territoire.**

Le mix électrique des différents scénarios s'appuie principalement sur la production photovoltaïque et éolienne. Pour le **S3** et **S4**, un nouveau parc nucléaire (EPR) est aussi développé.

### Mix électrique (en TWh)



Graphique 6 - Mix électrique des différents scénarios



La **production éolienne** régionale est d'environ 10,3 TWh pour plus de 2 000 éoliennes. **Les projets terrestres déjà en cours et le projet offshore de Dunkerque vont ajouter 22,6 TWh à la production régionale, permettant de couvrir les besoins éoliens de S1, mais pas des autres scénarios.**

Des mâts supplémentaires sont donc à envisager (entre 200 et 400 dans S2 et entre 2 000 et 4 000 dans S3 EnR et S4 à ajouter aux 2 150 existants).

Ces mâts supplémentaires imperméabiliseraient de 18 à 165 ha (0,02 ha/MW).

Concernant le **photovoltaïque** moins développé en région que l'éolien, la production augmente de 0,26 TWh en 2021 à 15 TWh en 2050 pour le S1 à 28 TWh pour le S3. Cette production photovoltaïque pourra s'effectuer sur des panneaux posés au sol (1 ha/MW), en agrivoltaïsme (2 ha/MW) ou en toiture (0,5 ha/MW), ces choix affectant différemment l'occupation des sols.

Suivant les scénarios, la production photovoltaïque pourrait impacter de **27 000 à 50 000 ha en centrales au sol, 54 000 à 100 000 ha d'agrivoltaïsme (5 % de la surface agricole) ou concerner entre 7 000 et 13 500 ha de toiture et ombrières de parking (4 % des surfaces artificialisées)**. Les surfaces impactées ne sont pas totalement artificialisées, des zones permettant l'infiltration d'eau peuvent être aménagées.

Suivant les scénarios et le nombre de projets éoliens ou photovoltaïques nécessaires, l'acceptabilité locale et l'impact sur les paysages devront être interrogés. Ces énergies intermittentes devront aussi être intégrées dans des réseaux intelligents intégrant du stockage et optimisant l'offre et la demande en temps réel.

## Services et flux

**Seul le S1 améliore les services écosystémiques en augmentant la surface forestière et naturelle.**

Les services écosystémiques sont les bénéfices que les humains obtiennent des écosystèmes (de régulation, d'approvisionnement ou culturels). En lien avec l'occupation du territoire, l'évolution des services a été étudiée dans tous les scénarios comparés à 2021. L'artificialisation dégrade les écosystèmes et leurs services.

Le S1 est le seul qui permet une augmentation des services écosystémiques du fait de l'accroissement des surfaces en forêt et d'espaces naturels et de la faible artificialisation par rapport aux autres scénarios.

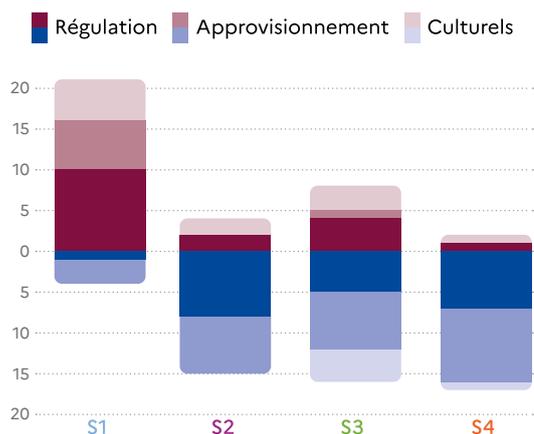
De ce fait, les plus grandes augmentations de capacité de service concernent la régulation telle la protection contre les tempêtes, avec + 9 % du score et la limitation des nuisances visuelles, olfactives et sonores avec + 7 % par rapport à 2021.

Services de régulation	S1	S2	S3	S4
Régulation du climat et de la composition atmosphérique	+	-	-	-
Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme	-	o	o	o
Régulation des ravageurs	+	-	+	o
Offre habitat, de refuge et de nurserie	+	-	-	-
Pollinisation et dispersion des graines	+	-	-	-
Maintien de la qualité des eaux	+	-	+	-
Maintien de la qualité du sol	+	-	o	-
Contrôle de l'érosion	+	-	o	-
Protection contre les tempêtes	+	+	+	+
Régulation des inondations et des crues	+	-	-	-
Limitation des nuisances visuelles, olfactives et sonores	+	+	+	o

Les services de régulation du climat et de la composition atmosphérique (stockage et séquestration du CO<sub>2</sub>, production d'oxygène), du maintien de la qualité des eaux, et du maintien de la qualité du sol augmentent d'environ 3 % individuellement bien que leur niveau de capacité reste bas.

Les scénarios S2, S3 et S4 dégradent la plupart des services, notamment d'approvisionnement en production animale et végétale, en matériaux et en composés et matériel génétique des êtres vivants. Le scénario S3 prévoit une surface identique de prairies par rapport à 2021, ce qui permet un gain pour certains services de régulation (maintien de la qualité des eaux, du sol et du contrôle de l'érosion).

## Services écosystémiques (nombre de services améliorés / dégradés)



Graphique 7 - Nombre de services écosystémiques améliorés par scénario

**La région maintient un potentiel nourricier important dans tous les scénarios. Mais les filières fruits et cultures fourragères ne sont pas à l'équilibre.**

Sur le volet production alimentaire des espaces agricoles, pour l'ensemble des scénarios, la région présente les mêmes disparités entre les filières. L'approche régionale des surfaces agricoles vise à déterminer, suivant les hypothèses des scénarios, la capacité du territoire à nourrir ses habitants avec une relocalisation forte de la production. Les scénarios impactent de façon très contrastée les surfaces agricoles et les productions.

**La réduction des pertes et gaspillages** (de 18 % en 2021 à 9 % en 2050 pour tous les scénarios) permet une augmentation de l'efficacité des filières et de la productivité par ha.

**La diminution de la consommation de viande** (- 10 % pour le **S4** à - 70 % pour le **S1**) libère des terres dédiées aux animaux pour d'autres usages (prairies, céréales).

**L'augmentation de la part de consommation issue de l'agriculture biologique** (+ 20 % pour le **S4** à + 70 % pour le **S1**) impacte la productivité par hectare et la consommation d'intrants qui diminuent.



**La relocalisation des productions** (de 75 % pour le **S4** à 100 % pour le **S1**) est aussi une hypothèse d'évolution des scénarios qui impacte les cultures.

La baisse de consommation de viande impacte les surfaces dédiées à la production animale (prairies, céréales...) et libère des surfaces pour d'autres usages.

Le potentiel nourricier reste très important. Il existe un **excédent très marqué en grandes cultures et en lé-**

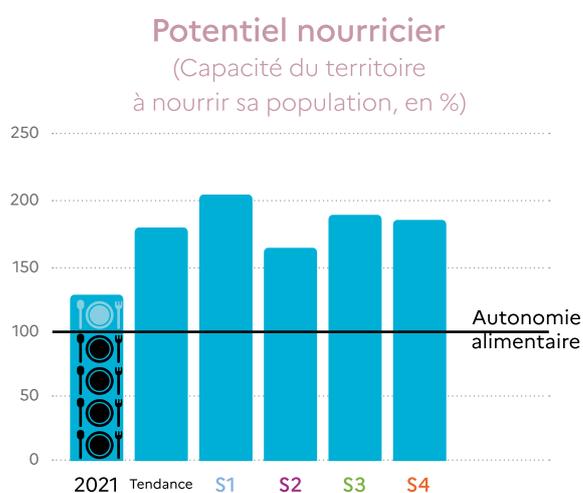
**gumes et un déficit en fruits et en produits pour l'alimentation des animaux.**

Malgré une baisse de la consommation de viande, aucun scénario ne parvient à couvrir l'ensemble de ses besoins pour l'alimentation des animaux.

La région consomme plus de produits animaux qu'elle ne produit d'aliments pour les nourrir.

**C'est le scénario S1 qui présente le meilleur potentiel nourricier** notamment en lien avec le régime alimentaire qui évolue (70 % de production biologique et 70 % de viande en moins). Il permet aussi de **libérer le plus de surfaces pour d'autres usages en diminuant fortement les surfaces dédiées aux animaux (cultures fourragères et prairies).**

Le scénario **S2** présente l'emprise alimentaire la plus importante (60 % de l'espace agricole) avec une surproduction de protéagineux par rapport aux besoins régionaux. En effet ce scénario mobilise beaucoup les légumineuses pour s'affranchir des engrais minéraux fortement émetteurs en GES. Cela crée un déséquilibre et nécessite des filières de valorisation au-delà des frontières de la région. Pour tous les scénarios, **les surfaces en cultures industrielles (pommes de terre, betteraves, légumes) et céréales à paille diminuent au profit des protéagineux, des oléagineux et pour les scénarios S3 et S4 de surfaces dédiées aux animaux.**



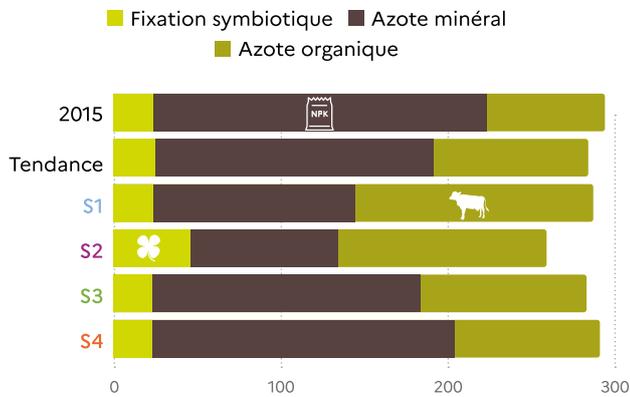
Graphique 8 - Potentiel nourricier par scénario Hauts-de-France

**En substitution des engrais de synthèse, les besoins en engrais organiques explosent et ne pourront pas couverts sans une réduction des apports azotés dans le S1 et le S2.**

L'usage des engrais minéraux très contributeurs aux émissions de gaz à effet de serre est fortement réduit (- 55 % pour le **S2** et - 10 % pour le **S4**). Pour compenser le besoin, les scénarios augmentent la fixation symbiotique (surfaces de légumineuses) et l'utilisation des engrais organiques (effluents, digestats).

Les résultats montrent que les scénarios **S3** et **S4** couvrent leurs besoins avec les gisements du territoire : **engrais organiques issus de l'élevage, de la méthanisation et engrais minéraux.**

### Besoins en engrais (en kt N)



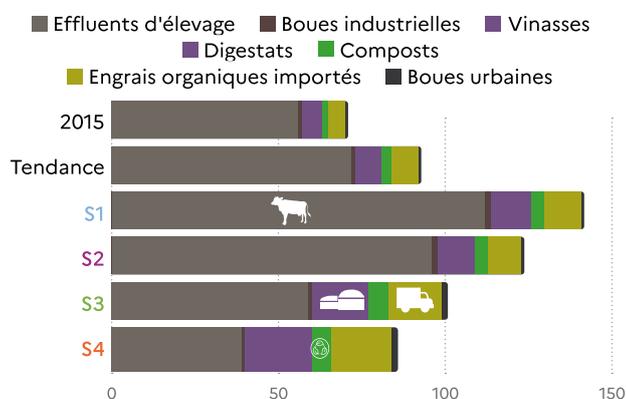
Graphique 9 - Répartition des sources d'engrais par scénarios Hauts-de-France

Pour le **S1** et le **S2**, les besoins en engrais organiques sont principalement couverts par les effluents d'élevage ce qui nécessite un **doublé du volume d'effluents d'élevage générés alors que le nombre d'élevages diminue en région** et les hypothèses nationales impliquent une réduction des cheptels dans tous les scénarios.

**L'augmentation des volumes de digestat et d'engrais organiques produits ne permet pas de compenser les besoins.**

En plus d'importations d'engrais organiques d'autres régions, il peut être nécessaire de réduire les apports sur les cultures aux dépens de la productivité et donc des surfaces nécessaires pour obtenir les volumes de productions souhaités.

### Besoins en engrais organiques (en kt N)



Graphique 10 - Besoins en engrais organique par scénarios Hauts-de-France

**La recharge de la nappe phréatique va diminuer et une concurrence d'usage sur l'eau peut impacter la productivité agricole.**

L'ensemble des scénarios impactent négativement la disponibilité en eau pour les nappes (moins d'infiltration, plus de ruissellement et d'évaporation).

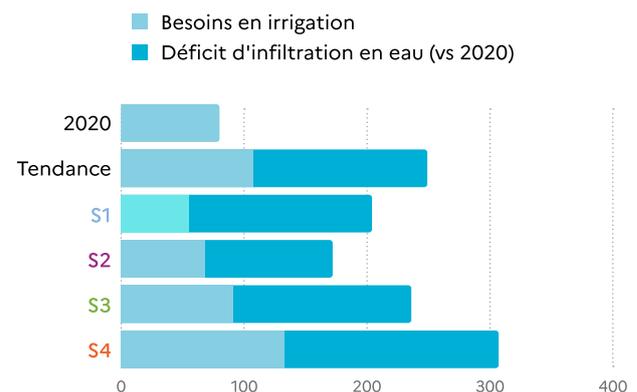
L'artificialisation, l'évaporation et l'augmentation des besoins en irrigation peuvent avoir des **impacts négatifs sur la recharge des nappes phréatiques**, de l'ordre de 170 à 307 millions de m<sup>3</sup> à l'échelle de la région, selon les scénarios (à titre de comparaison, les prélèvements d'eau souterraine en 2020 sont de 515 millions de m<sup>3</sup>).

**Le scénario 2 est le plus vertueux à l'échelle de la région sur l'infiltration de l'eau en profondeur.** Cependant en localisant précisément les évolutions de surface (forêts, artificialisation, agriculture) de chaque scénario sur les aires d'alimentation de captage (AAC) qui alimente les eaux souterraines consommées, **c'est le S3 qui permet d'impacter le moins l'infiltration en eau sur les AAC (4,3 % de réduction pour le S3 contre 7,1 % pour le S2).**

L'augmentation des surfaces de forêts du **S1** accroît l'évapotranspiration et diminue l'infiltration.

En complément de ce déficit d'infiltration, les scénarios **S3** et **S4** mobilisent fortement l'irrigation (doublement des surfaces actuelles pour le **S4**). Dans un contexte climatique plus contraignant, si les besoins en eau augmentent et la ressource diminue, une répartition des usages devra être mise en place pour limiter l'impact sur la productivité agricole.

### Évolution des flux d'eau (en millions de m<sup>3</sup>)



Graphique 11 - Évolution des flux d'eau par scénario Hauts-de-France

**Les surfaces nécessaires pour la production de biomasse énergie augmentent.**

Les principales surfaces agricoles à vocation énergétique du **S1** et **S2** sont plutôt **dédiées aux biocarburants** tandis que dans **S3** et **S4** elles sont **tournées vers la méthanisation**. Ce sont les scénarios **S3** et **S4** dont les

surfaces agricoles sont les plus mobilisées par la production de biomasses non alimentaires (15 %).

Les surfaces mobilisées pour les biomasses non alimentaires varient entre 9 % pour le S2 et 15 % de la SAU pour le S3 & S4.

Les filières de collecte de la biomasse issue des intercultures, des résidus de cultures sont très importantes et mobilisent des produits qui contribuent à améliorer le taux de matière organique des sols. **La mobilisation trop importante de biomasse agricole pour des filières non alimentaires peut dégrader le stockage de carbone dans le sol.** Cela peut être compensé partiellement si les filières restituent des produits en retour (digestat, cendres, biochar) dans une approche circulaire.

### Les emplois sont localisés en large majorité dans des territoires artificialisés.

En 2018, la région Hauts-de-France compte 2 118 500 emplois. 3/4 de ces emplois appartiennent au secteur tertiaire et plus de 1/4 sont concentrés dans la métropole lilloise (zones d'emploi de Lille et de Roubaix-Tourcoing).

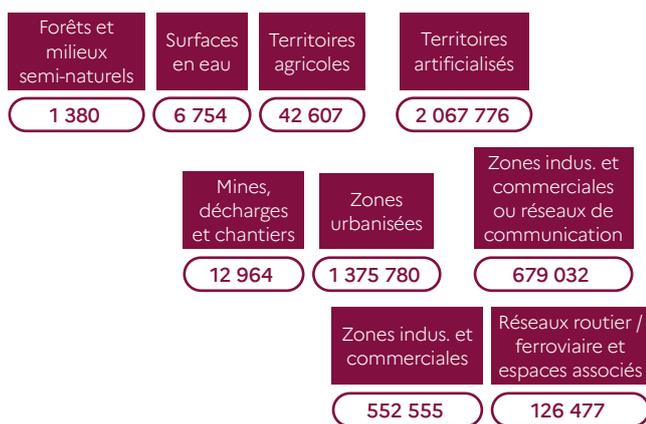


Figure 1 - Nombre d'emplois en 2018 par secteur d'activité et type d'occupation des sols en Hauts-de-France

La figure ci-dessus met en évidence que l'ordre de grandeur du nombre d'emplois n'est pas le même pour les espaces artificialisés d'une part, les espaces naturels d'autre part. Les emplois relevant d'activités déployées dans des espaces naturels sont au nombre de 50 700 en 2018, soit 2,4 % de l'ensemble des emplois.

La quasi-totalité des emplois (2 067 800) est en zones artificialisées (zones urbanisées, zones commerciales ou zones industrielles). La part des emplois relevant de secteurs d'activité associés à un usage naturel des sols est seulement de 2,4 %. Si l'on calcule le nombre d'emplois par hectare, le ratio moyen est de 0,67 emploi pour un hectare. Il est de 6,685 pour les zones artificialisées et de 0,018 pour les espaces naturels.

Entre 2008 et 2018, l'emploi diminue dans les zones industrielles et augmente dans les zones urbanisées (emplois de services).



Entre 2018 et 2008, l'emploi a reculé sur le territoire. Au cours de ces dix années, la réduction s'élève à 43 000 emplois, soit un recul de 2 %. Ce recul du nombre d'emplois affecte plus, en valeur relative, les activités agricoles et forestières : - 13,9 % contre - 1,7 % pour les autres secteurs d'activité.

Au sein de la catégorie « territoires artificialisés », on observe une diminution des emplois du secteur commercial et industriel et une augmentation des emplois de service (zones urbanisées).

ZONES	Répartition (2018)	Évolution (2008-2018)	Évolution (2008-2018)
Urbanisées	64,9 %	+ 57 322	+ 4,2 %
Industrielles, commerciales, réseaux de communication	32,1 %	- 92 583	- 12,3 %
Mines, décharges, chantiers	0,6 %	- 311	- 18,6 %
Terres agricoles, forêts, milieux naturels	2,4 %	- 7 291	- 13,9 %
<b>TOTAL Hauts-de-France</b>	<b>100 %</b>	<b>- 43 133</b>	<b>- 2,0 %</b>

Tableau 5 - Évolution des emplois, entre 2008 et 2018, par type d'occupation des sols en Hauts-de-France

L'activité économique consomme de l'espace mais les emplois n'augmentent pas proportionnellement.

En Hauts-de-France, entre 2007 et 2016, 10 000 hectares ont été mobilisés pour les activités économiques. C'est la logistique qui a consommé le plus d'espace (+ 10,9 %)

et mobilisé le plus d'emplois (+ 27 %). Les surfaces commerciales ont continué de croître (+ 11,5 %) mais perdent des emplois (- 5,6 %) tout comme l'industrie qui évolue peu en surface (+ 2 %) mais perd des emplois également (- 20,8 %).

**L'artificialisation ne semble donc pas toujours synonyme de création d'emplois.** L'automatisation et l'augmentation de l'efficacité des filières impactent l'emploi sans nécessairement chercher à minimiser les surfaces à mobiliser.

### L'ADEME a procédé à une évaluation, au niveau national, des effets des scénarios.

L'ADEME a évalué les effets des scénarios à l'aide du modèle macroéconomique d'équilibre général Three-ME. Ce modèle permet d'évaluer les conséquences des politiques énergétiques et environnementales comme des aides à des investissements verts dans le bâtiment ou l'automobile par exemple. Il inclut l'impact de transitions telles que la hausse de la part des énergies renouvelables.

Dans l'exercice réalisé dans le cadre des scénarios 2050, les mesures existantes en faveur de la transition énergétique (aide à la rénovation énergétique, obligation de rénovation dans le tertiaire, bonus-malus automobile...) ont été introduites dans le scénario tendanciel. Les scénarios zéro carbone comportent des mesures additionnelles dont l'importance et la nature varient selon les scénarios. Ces mesures concernent le mix énergétique, le secteur du bâtiment, le transport des voyageurs et de marchandises, le secteur industriel...

L'exercice de modélisation débouche sur une évaluation des effets macroéconomiques et sectoriels des quatre scénarios, avec des résultats qui sont exprimés en différence avec un scénario tendanciel. Le modèle considère 37 secteurs d'activité et appréhende les effets des transferts d'activité d'un secteur à un autre. Les effets identifiés concernent le PIB, la balance commerciale, les consommations énergétiques, le revenu des ménages et l'emploi.

### Pour chaque scénario, les principaux secteurs d'activité perdent des emplois...

Les quatre scénarios de l'ADEME comportent des hypothèses communes :

- Décarbonation de l'industrie,
- Développement des technologies contribuant à l'efficacité énergétique,
- Développement des filières de récupération, de réemploi et de recyclage.

Les estimations des emplois sont exprimées, année par année, jusque 2050, et ceci pour un scénario tendanciel et les 4 scénarios zéro carbone à horizon 2050. Les indices présentés dans le tableau ci-dessous expriment, pour différents secteurs d'activité, l'évolution de l'emploi par rapport à 2021 (base 100 pour cette année de référence).

France	Tend.	S1	S2	S3	S4
Agriculture	81	71	68	74	81
Industrie (hors automobile)	68	46	57	57	65
Agroalimentaire	74	58	56	61	74
Construction automobile	112	43	81	93	135
BTP	91	70	85	88	97
Transport	85	68	65	80	84
Services marchands	113	110	119	117	117
Services publics	105	107	106	106	106
Énergie	125	130	150	196	171
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>97</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>105</b>

Tableau 6 - Évolutions emplois par scénario en 2050 (base 100 en 2021) pour la France (source : ADEME)

**Bien que dans les scénarios, le PIB ne diminue pas, l'emploi recule dans la plupart des secteurs d'activité (transport, BTP, industrie, agriculture) sauf pour l'énergie et suivant les scénarios la construction automobile.**

Cette évolution se situe dans le prolongement des tendances observées au cours de la dernière décennie et qui s'explique pour une bonne part par une amélioration de la productivité.

**... mais ces pertes sont compensées, pour une bonne part, par l'augmentation des emplois dans les services et le secteur de l'énergie.**



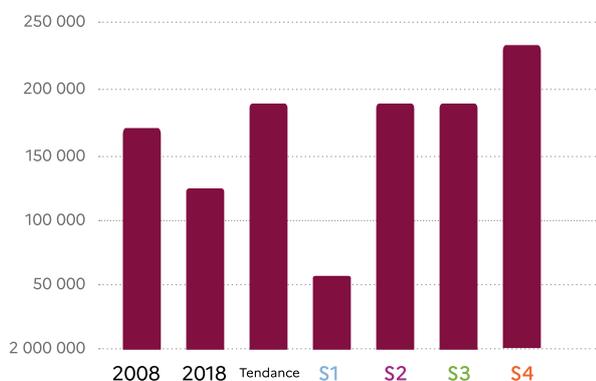
Les principales hypothèses des scénarios qui impactent l'emploi sont :

- Transformation des activités de production : réindustrialisation, relocalisation des activités, petites industries, artisanat, impact du numérique
- Éco-conception, économie circulaire
- Production d'énergies renouvelables, efficacité énergétique
- Transformation de la mobilité : recul de l'automobile, électrification de la mobilité, augmentation du vélo
- Construction, rénovation, reconstruction,

Dans l'ensemble des secteurs d'activité pris globalement, l'emploi progresse pour le scénario tendanciel et les scénarios S2, S3 et S4 (entre 3 et 5 % de hausse), les services (+ 10 % à + 19 %) et le secteur de l'énergie (+ 25 % à + 96 %) contribuant de manière importante à cette progression.

## Évolution des emplois

Ensemble des secteurs



Graphique 12 - Évolution de l'emploi pour tous les secteurs - Hauts-de-France

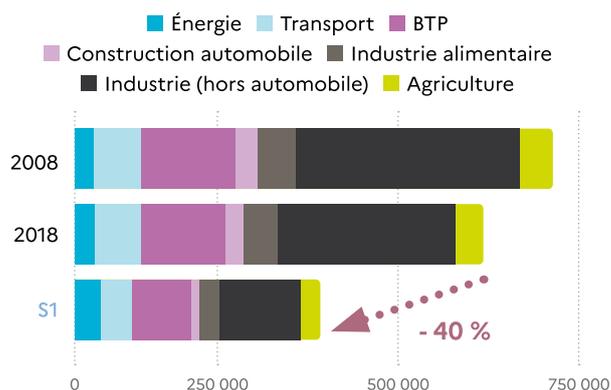
Le scénario S1 fait exception avec un recul de l'emploi plus marqué dans la plupart des secteurs d'activité.

Les secteurs agricole, industriel (hors automobile), BTP, commerce & logistique perdent des emplois dans tous les scénarios sous l'effet des gains de productivité principalement.



## Évolution des emplois

7 secteurs principaux



Graphique 13 - Évolution des principaux secteurs concernés par la transition

### La dynamique rev3 impulse une transformation de l'économie en Hauts-de-France.

Le travail de prospective 2022 - 2032 rev3 réalisé par un groupe d'experts de la région Hauts-de-France caractérise les transformations attendues en matière de production et de consommation. Plusieurs aspects sont mis en exergue :

- **Le développement de l'éco-conception** en lien avec les orientations de l'économie circulaire. La connaissance de **l'empreinte carbone** aux différentes étapes de production et de consommation est nécessaire pour effectuer des arbitrages en faveur de la durabilité des produits, de leur réparabilité et des possibilités en termes de réutilisation ou de recyclage.
- **Le développement de l'éco-production**, impliquant une optimisation des process industriels, la maîtrise des flux d'énergie, des consommations d'eau et de matière...
- Le développement d'offres de produits et de services en remplacement d'une production massive de biens et d'équipements, dans la perspective de **l'économie de la fonctionnalité et de la coopération**.
- L'importance de **l'innovation et des démarches de recherche-développement** impliquant établissements d'enseignement supérieur, entreprises et start-ups.

La prise en compte des dynamiques à l'œuvre dans la région conduit à nuancer les estimations d'emplois résultant d'une simple extrapolation au niveau régional, de l'exercice de modélisation national. Sur l'ensemble de la période 2020 - 2050, **la diminution des emplois dans la filière automobile ne sera probablement pas aussi importante** que ne le laissent penser les projections nationales : **la fabrication des véhicules électriques et des batteries** dépassant les besoins régionaux a en effet un impact positif sur l'emploi de manière certaine pour les dix prochaines années, avec des incertitudes pour la période qui suivra.

Pour le secteur du BTP, la politique volontariste menée dans le cadre de **la démarche rev3 peut avoir un effet positif sur l'emploi contrairement à ce que font apparaître les projections nationales**. Néanmoins ces effets seront atténués (selon les scénarios) par la priorité à la rénovation, moins génératrice d'emplois que la construction neuve, effets qui seront, là aussi, plus significatifs dans la décennie qui commence et plus incertains pour la période qui suivra.

### **Nécessité d'accompagner la transformation des différentes filières.**

La transformation de l'économie, nécessaire pour atteindre le zéro carbone, se traduit par une évolution des différents secteurs d'activité.

Dans chacune des filières, on assiste au recul de certains métiers, à l'émergence de métiers nouveaux et à la transformation de métiers existants. La transformation bas carbone passe par une **compréhension des enjeux énergie-climat dans tous les métiers** et à tous les niveaux (pas seulement dans les fonctions de direction et de management). La sensibilisation aux enjeux climatiques doit se traduire par des mises en contexte afin que les personnes qui les suivent puissent **identifier rapidement les implications dans leur secteur d'activité et leur métier**.

Pour que ces conversions puissent s'opérer, des actions d'accompagnement doivent être mises en place, en termes de formation notamment. La transformation importante que doivent opérer les différentes filières d'activité au cours des prochaines décennies implique de **revoir en profondeur les contenus de formation**. Pour la formation initiale, il s'agit dans toutes les disci-

plines de permettre aux étudiants d'**appréhender l'importance des enjeux climatiques**.

Pour la formation continue, il s'agit de permettre aux actifs en emploi ou aux demandeurs d'emploi de **se préparer aux nouveaux métiers et d'accompagner les reconversions**. L'acquisition de compétences nouvelles concerne plusieurs registres : pouvoir maîtriser des technologies nouvelles qui s'inscrivent dans des processus de décarbonation et de production d'énergie ; modifier les process existants afin de **réduire les consommations d'eau, d'énergie et de matière ; et d'une manière plus générale, modifier les pratiques et modèles économiques** dans l'ensemble de l'organisation ou du fonctionnement de l'entreprise afin de réduire les impacts de son activité.

Des transformations sont attendues de l'appareil de formation lui-même. On peut évoquer notamment :

- **Cibler l'offre de formation** en développant les formations nécessaires pour la transition énergétique et en diminuant les volumes dans les secteurs appelés à décroître.
- **Faire évoluer en volume et en contenu les formations initiales** telles que les CAP ou bacs pro (agriculture, industrie...).
- **Généraliser la formation continue sur chantier**.
- **Agir sur l'offre, mais également sur la demande** afin que les nouvelles formations proposées trouvent des candidats.
- **Identifier et coordonner les reconversions**.
- **Encourager la coordination entre secteurs et le dialogue entre branches professionnelles**, et plus généralement entre l'ensemble des parties prenantes.



# MÉTHODE

**Les sols participent au maintien des activités humaines, à la sécurité alimentaire, à l'atteinte de la neutralité carbone, à la préservation de la biodiversité et des écosystèmes.** Les scénarios impactent différemment l'occupation des sols.

Les travaux ont consisté dans un premier temps à réaliser un état des lieux exhaustif en région des éléments à étudier. Ce travail a permis de déterminer les valeurs initiales à faire varier à partir des scénarios nationaux. Des tendances fortes sont identifiées en région pour être intégrées aux scénarios (infrastructures prévues, démographie, climat).

Les évolutions régionales sont calculées à partir des hypothèses d'évolutions nationales sauf quand des éléments physiques ne permettent pas d'appliquer les hypothèses ou qu'une spécificité régionale existe.

Des calculs ont été réalisés pour déterminer les capacités de production du territoire, en biomasse, en alimentation et en énergie. Les émissions et fixations de gaz à effet de serre pour les différents scénarios ont été évaluées.

Un scénario de prolongation des tendances (TEND) reprend les tendances passées pour déterminer en l'absence de ruptures l'évolution future. Le scénario tendanciel et les quatre scénarios sont réalisés à l'échelle des Hauts-de-France.

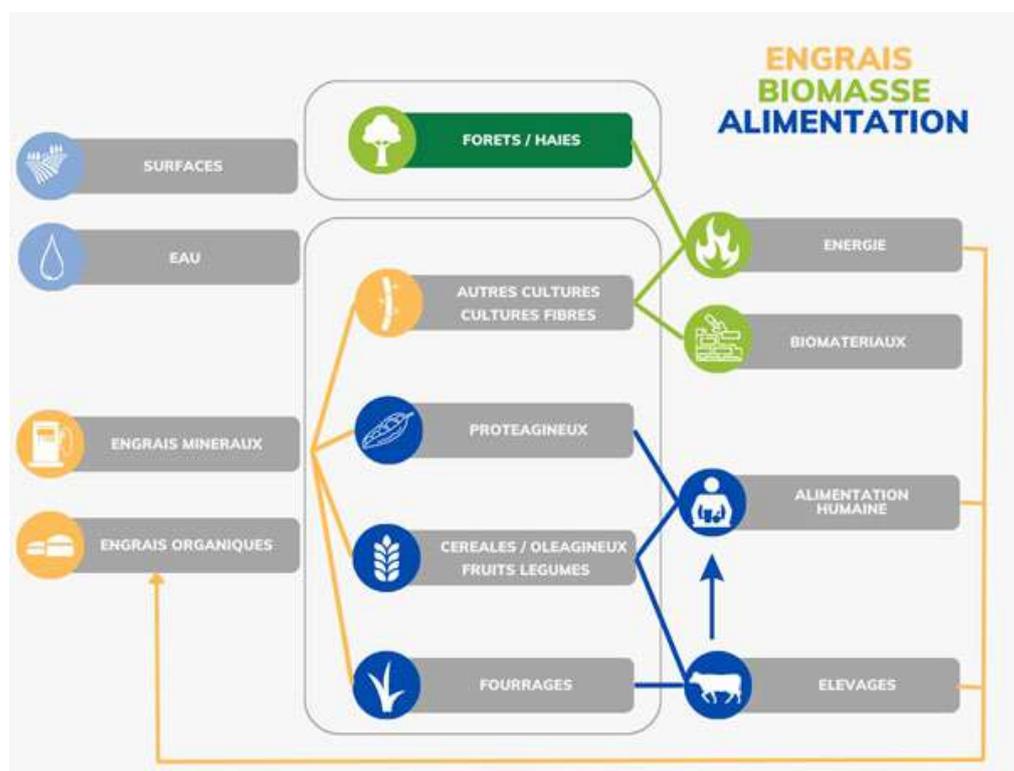


Figure 2 - Flux étudiés et interaction



# Définitions

La **neutralité carbone** est atteinte lorsque les émissions de gaz à effet de serre (GES) produites par une activité humaine sont équivalentes aux émissions de GES qui sont retirées de l'atmosphère, de sorte que le bilan net des émissions est égal à zéro (ZEN – zéro émission nette). L'objectif vise à stabiliser les concentrations en GES dans l'atmosphère et ainsi limiter l'augmentation de la température globale de la planète.

Les **émissions résiduelles**, également appelées émissions résiduelles nettes, se réfèrent aux émissions de gaz à effet de serre (GES) qui n'ont pas pu être évitées ou réduites par des mesures de réduction des émissions. Les émissions résiduelles doivent être compensées par des mesures de séquestration de carbone ou de réduction des émissions dans d'autres domaines (type label bas carbone) pour atteindre la neutralité carbone.

**BECCS** est l'acronyme de *Bioenergy with Carbon Capture and Storage*, qui se traduit en français par « bioénergie avec capture et stockage de CO<sub>2</sub> ». Il s'agit d'une technique de production d'énergie qui consiste à brûler de la biomasse (tels que les résidus de bois, les cultures énergétiques, etc.) pour produire de l'électricité ou de la chaleur, tout en capturant le CO<sub>2</sub> émis lors de la combustion et en le stockant dans des réservoirs géologiques ou des formations souterraines.

**DACCS** signifie *Direct Air Capture and Carbon Storage* (Capture directe de l'air et stockage de carbone). Il s'agit d'une technologie qui consiste à extraire le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) directement de l'air ambiant, puis à le stocker de manière permanente, généralement sous terre dans des réservoirs géologiques. Cette technologie permet de capturer le CO<sub>2</sub> émis par des sources difficilement évitables, telles que les avions, les navires ou les processus industriels à haute température, et de compenser les émissions résiduelles. La DACCS est encore à un stade précoce de développement et présente des coûts élevés et des défis techniques importants.

**CCS** signifie « *Carbon Capture and Storage* » (Captage et Stockage du CO<sub>2</sub>). Il s'agit d'une technologie qui vise à capturer le CO<sub>2</sub> émis par les installations industrielles, à le comprimer et à le stocker de manière permanente sous terre ou dans d'autres formations géologiques. Cette technologie est considérée comme un moyen de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> provenant des industries lourdes telles que la production d'électricité à partir de combustibles fossiles, la production de ciment et d'acier, etc.

# SCÉNARIOS : occupation des sols et emplois

Dans ce chapitre, les résultats chiffrés des impacts des quatre scénarios sur l'occupation des sols et des flux qui en dépendent sont repris :

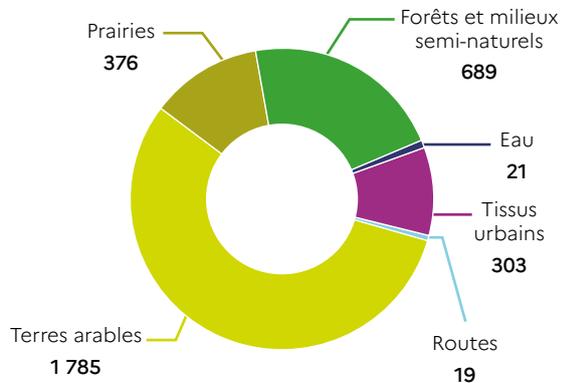
- Occupation des sols et évolutions ;
- Besoins en engrais, dont organiques ;
- Bilan carbone ;
- Puits biologiques ;
- Mobilisation des surfaces agricoles ;
- Potentiel nourricier ;
- Énergie primaire ;
- Mix électrique ;
- Mix gaz ;
- Évolution des flux d'eau.



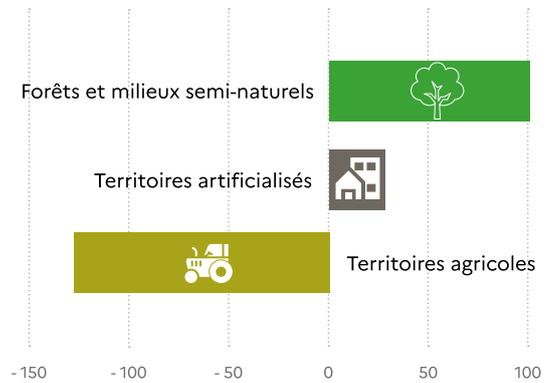


# S1 GÉNÉRATION FRUGALE

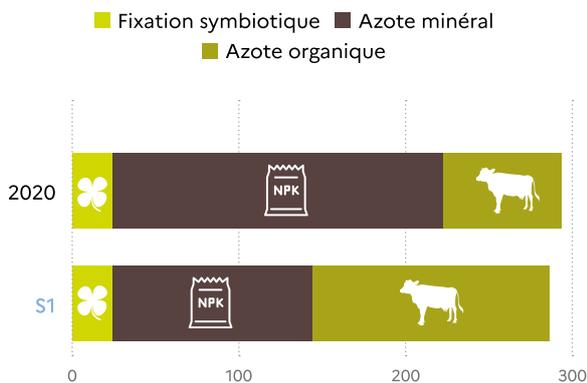
## Occupation du Territoire (en ha)



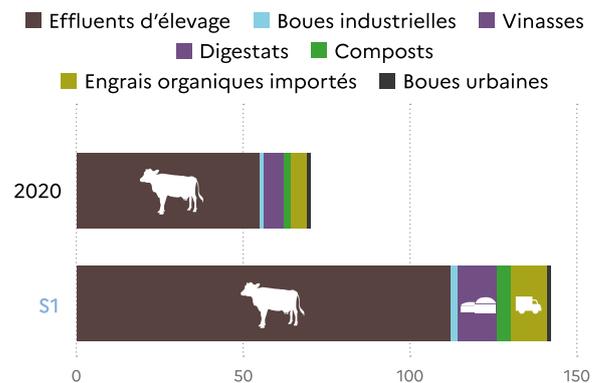
## Évolution du Territoire (en milliers d'ha)



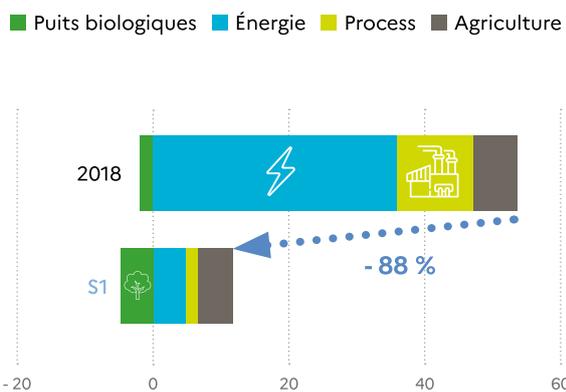
## Besoins en engrais (en kt N)



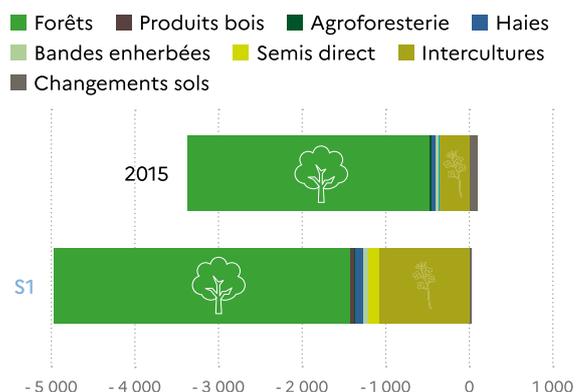
## Besoins en engrais organiques (en milliers d'ha)



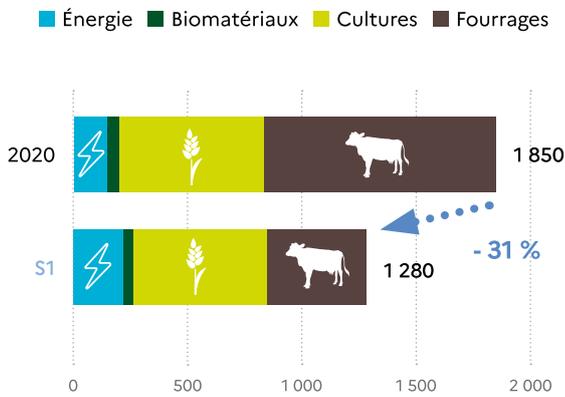
## Bilan carbone (en MtCO<sub>2</sub>e)



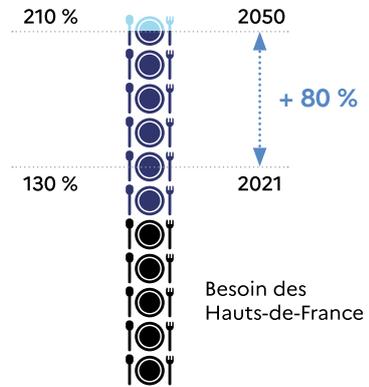
## Puits biologiques (en KtCO<sub>2</sub>e / an)



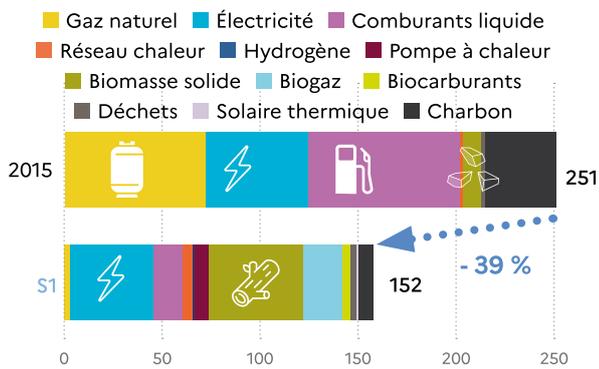
## Mobilisation des surfaces agricoles (en milliers d'ha)



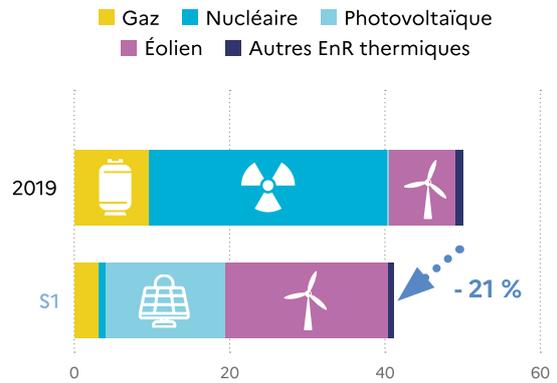
## Potentiel nourricier (Capacité du territoire à nourrir sa population)



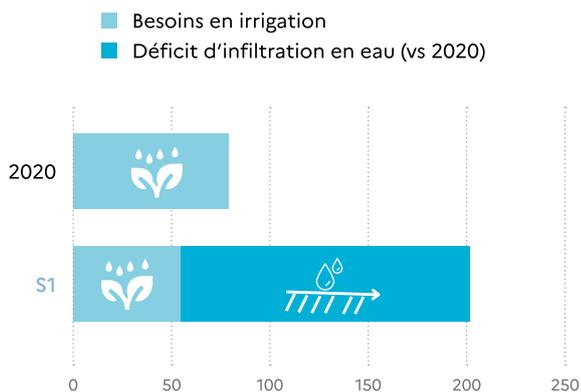
## Énergie primaire (en TWh)



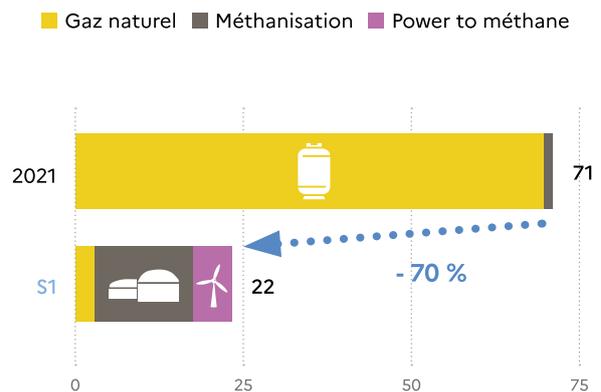
## Mix électrique (en TWh)



## Évolution des flux d'eau (en millions de m³)



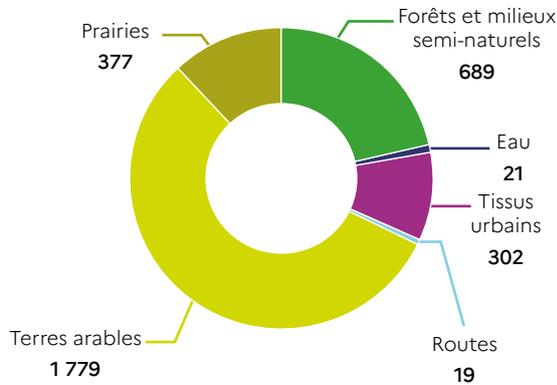
## Mix Gaz (en TWh)



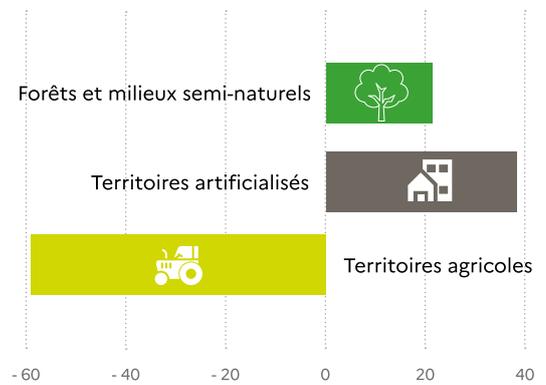


# S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

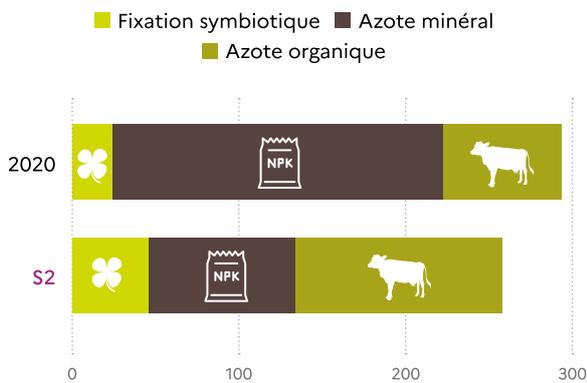
## Occupation du Territoire (en ha)



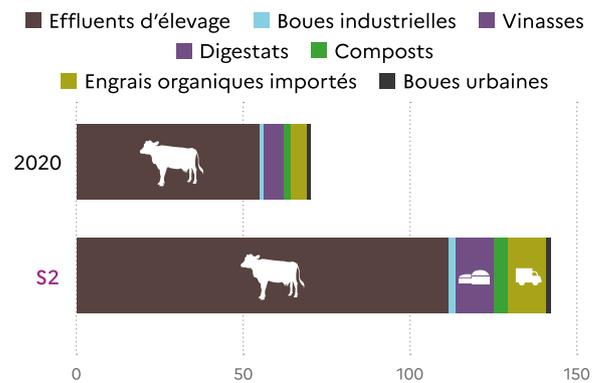
## Évolution du Territoire (en milliers d'ha)



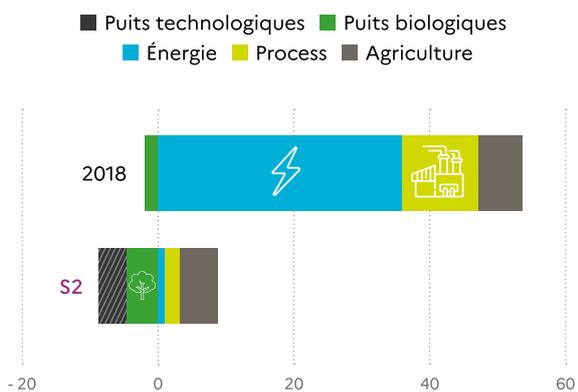
## Besoins en engrais (en kt N)



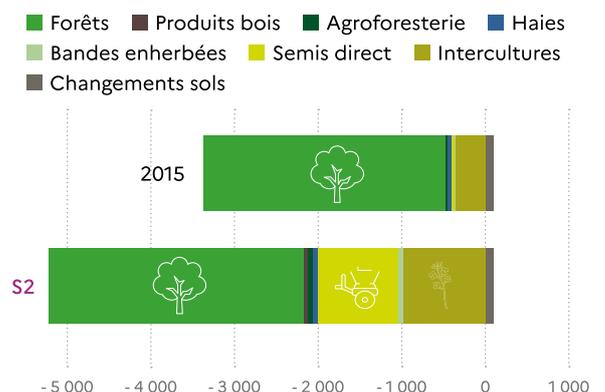
## Besoins en engrais organiques (en milliers d'ha)



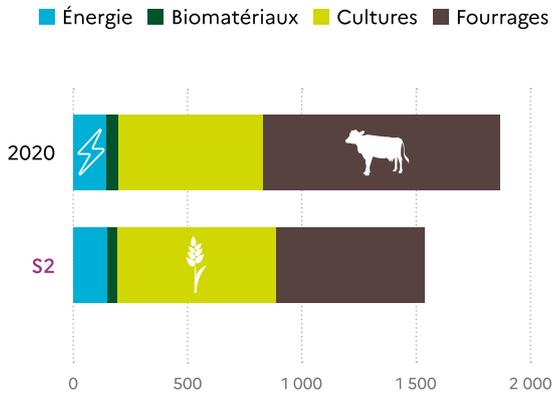
## Bilan carbone (en MtCO<sub>2</sub>e)



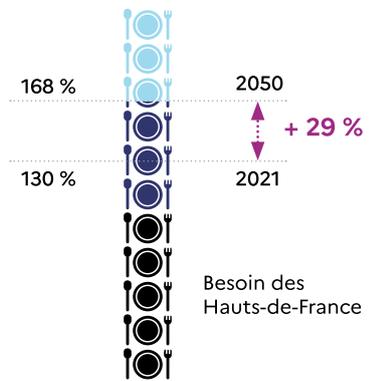
## Puits biologiques (en KtCO<sub>2</sub>e / an)



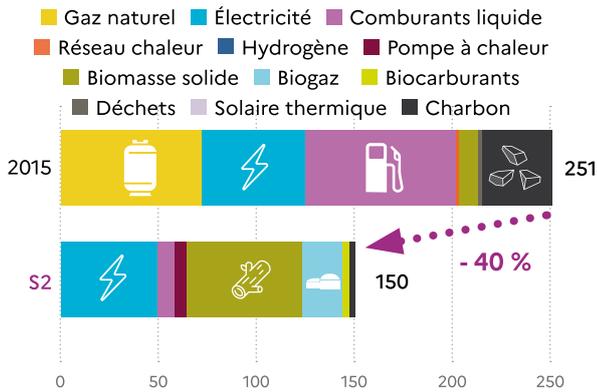
## Mobilisation des surfaces agricoles (en milliers d'ha)



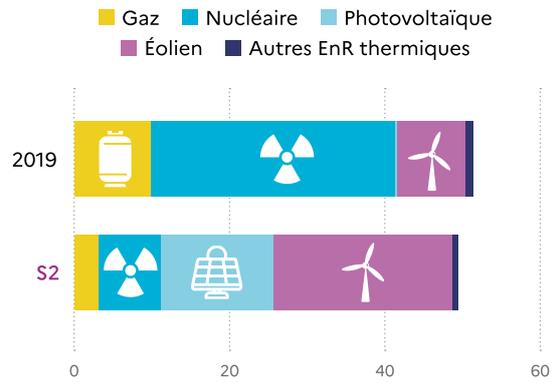
## Potentiel nourricier (Capacité du territoire à nourrir sa population)



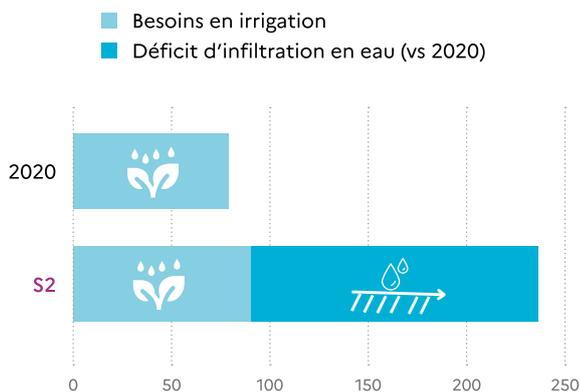
## Énergie primaire (en TWh)



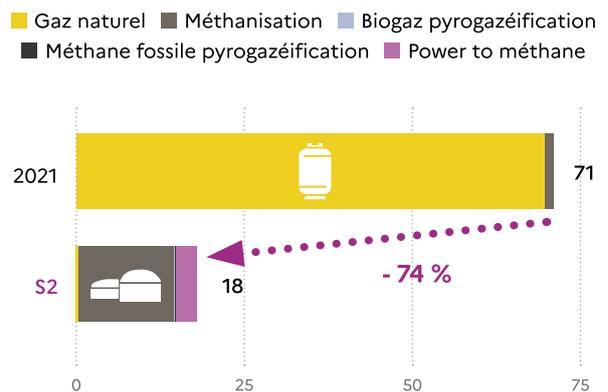
## Mix électrique (en TWh)



## Évolution des flux d'eau (en millions de m³)

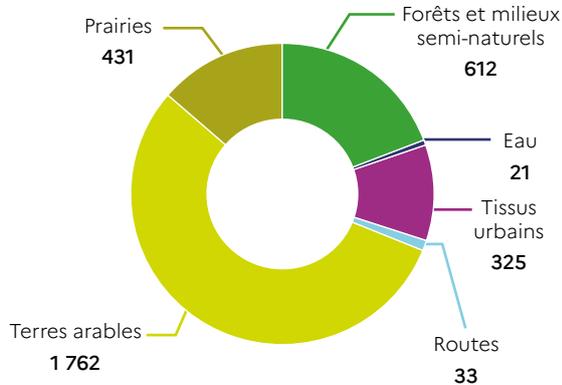


## Mix Gaz (en TWh)

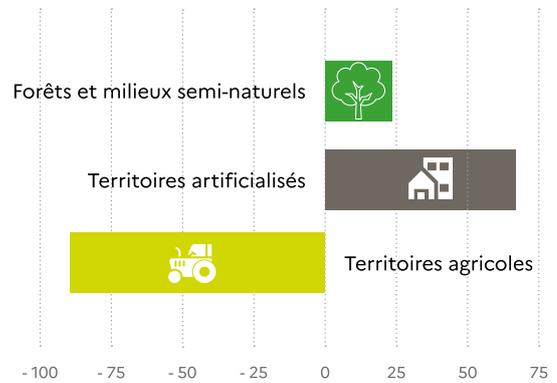




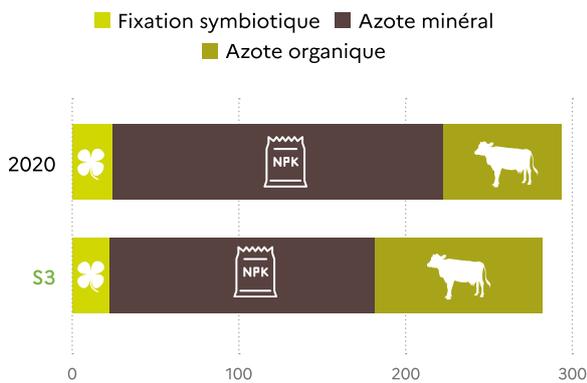
## Occupation du Territoire (en ha)



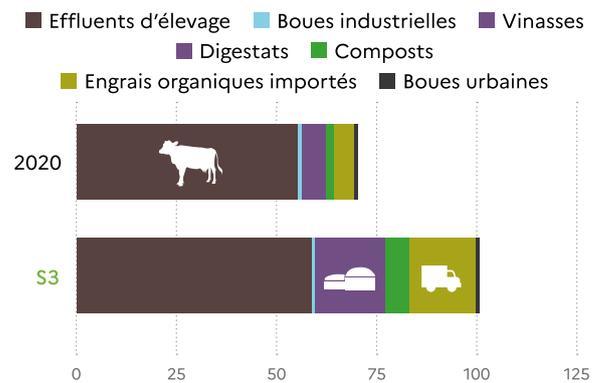
## Évolution du Territoire (en milliers d'ha)



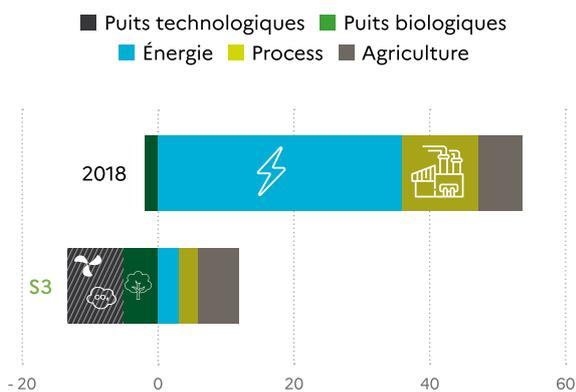
## Besoins en engrais (en kt N)



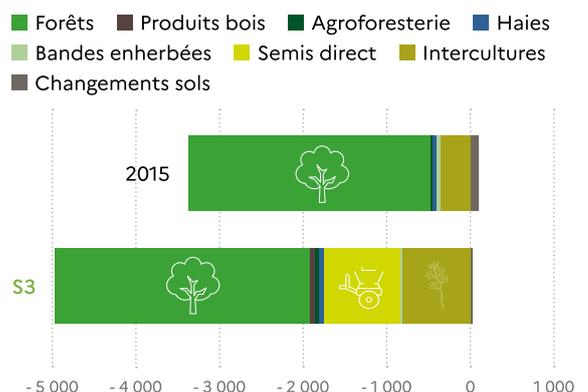
## Besoins en engrais organiques (en milliers d'ha)



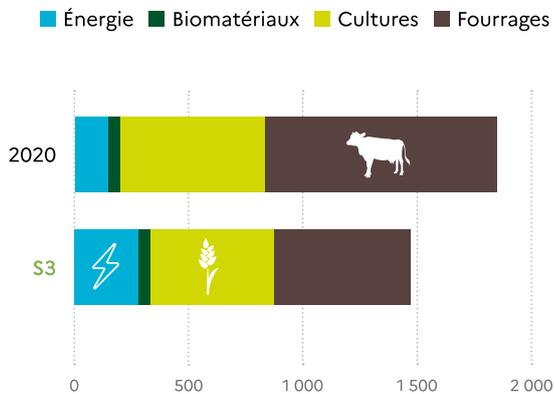
## Bilan carbone (en MtCO<sub>2</sub>e)



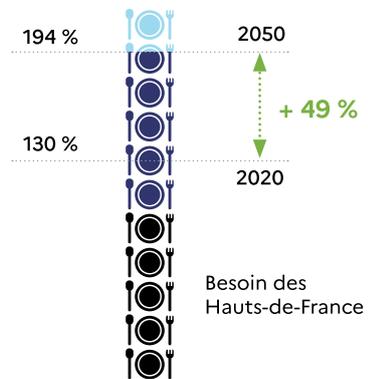
## Puits biologiques (en KtCO<sub>2</sub>e / an)



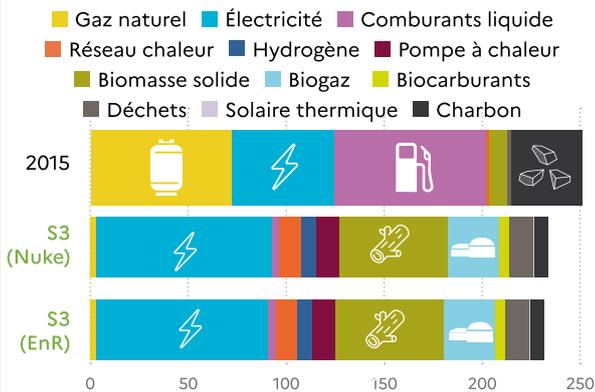
## Mobilisation des surfaces agricoles (en milliers d'ha)



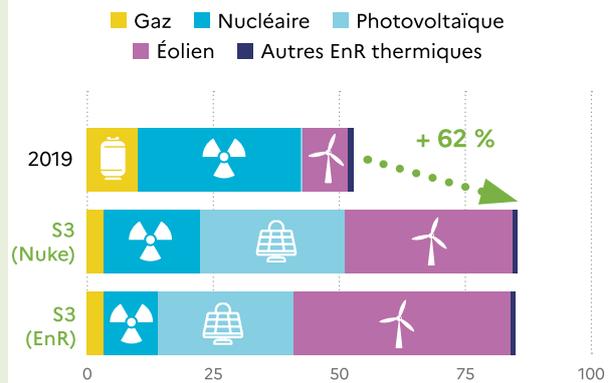
## Potentiel nourricier (Capacité du territoire à nourrir sa population)



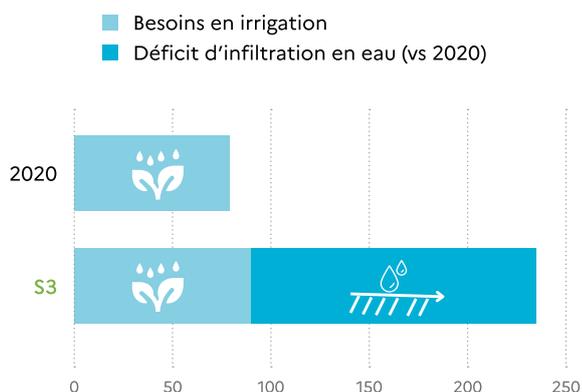
## Énergie primaire (en TWh)



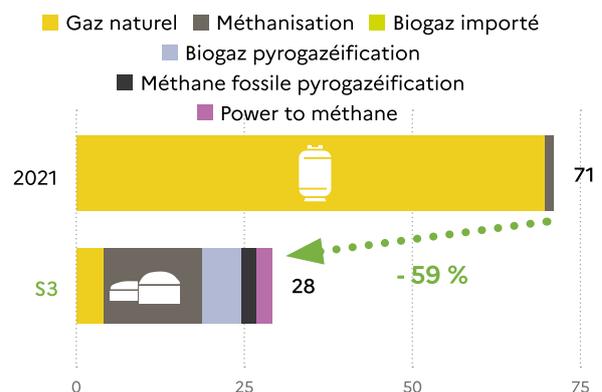
## Mix électrique (en TWh)



## Évolution des flux d'eau (en millions de m³)



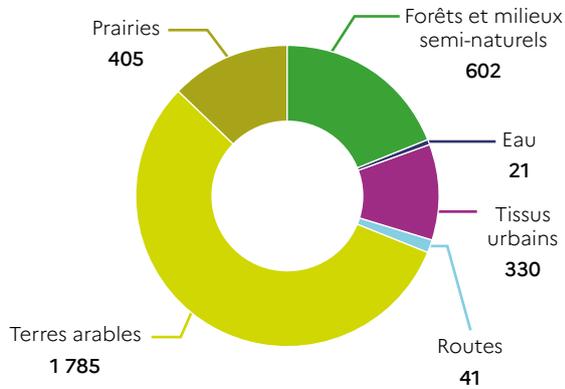
## Mix Gaz (en TWh)



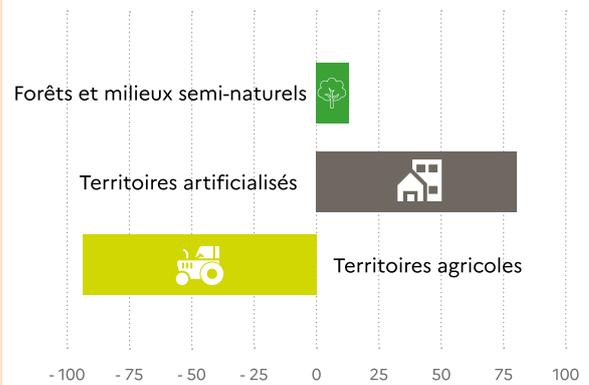


# S4 PARI RÉPARATEUR

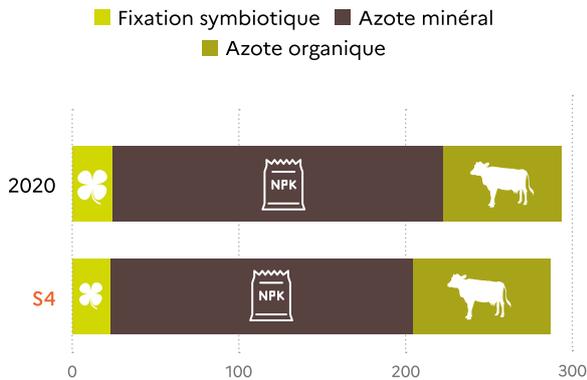
## Occupation du Territoire (en ha)



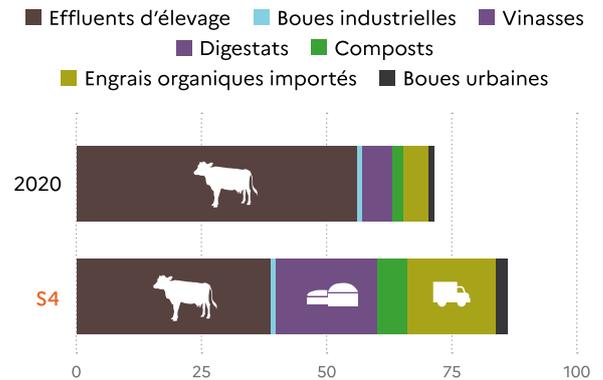
## Évolution du Territoire (en milliers d'ha)



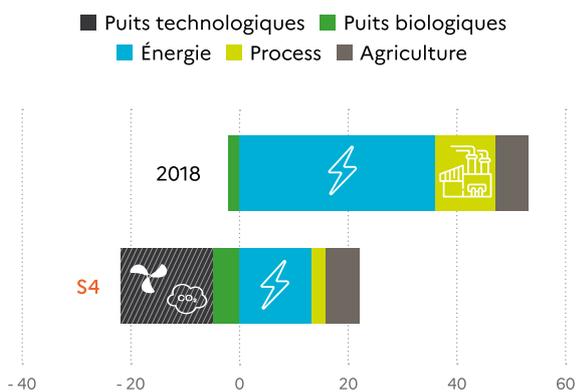
## Besoins en engrais (en kt N)



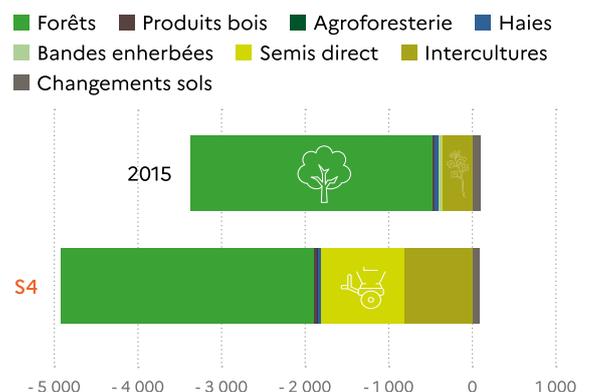
## Besoins en engrais organiques (en milliers d'ha)



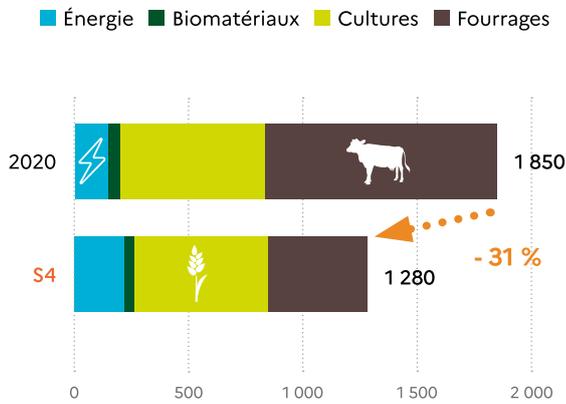
## Bilan carbone (en MtCO<sub>2</sub>e)



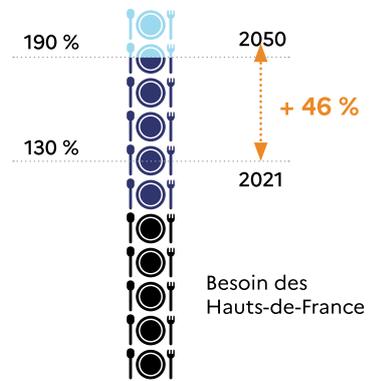
## Puits biologiques (en KtCO<sub>2</sub>e / an)



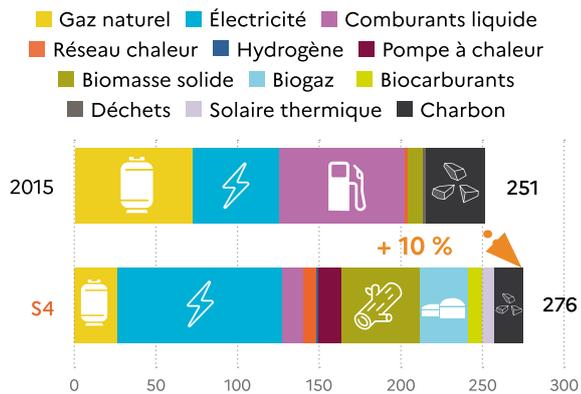
## Mobilisation des surfaces agricoles (en milliers d'ha)



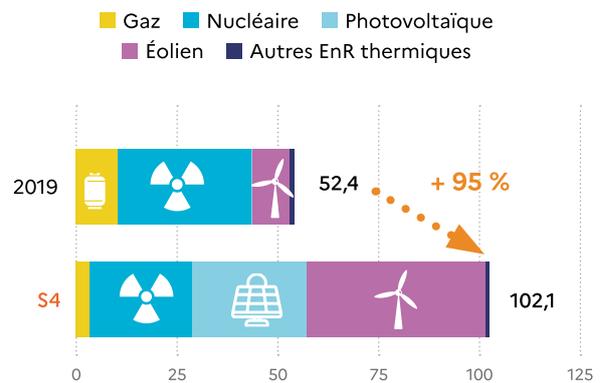
## Potentiel nourricier (Capacité du territoire à nourrir sa population)



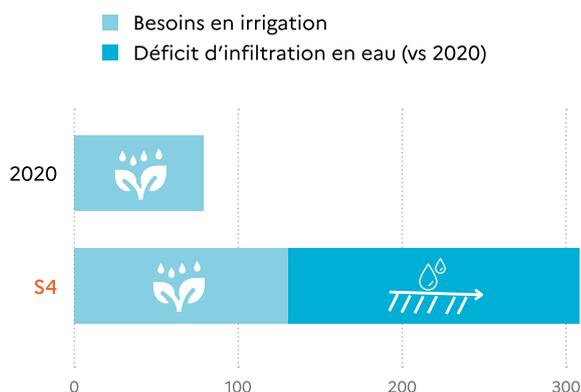
## Énergie primaire (en TWh)



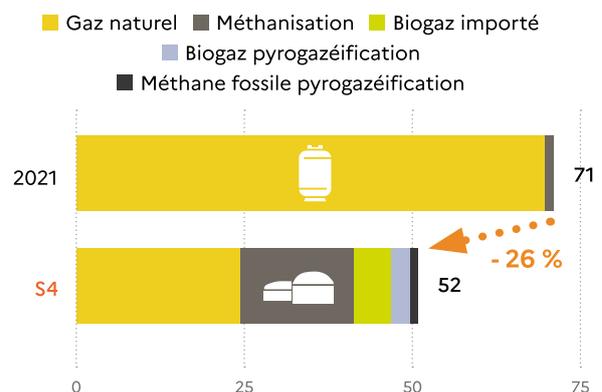
## Mix électrique (en TWh)



## Évolution des flux d'eau (en millions de m<sup>3</sup>)

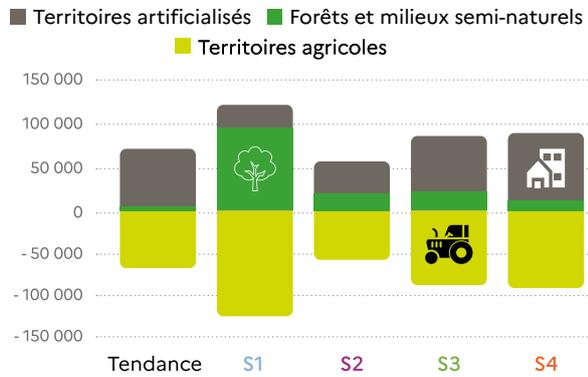


## Mix Gaz (en TWh)

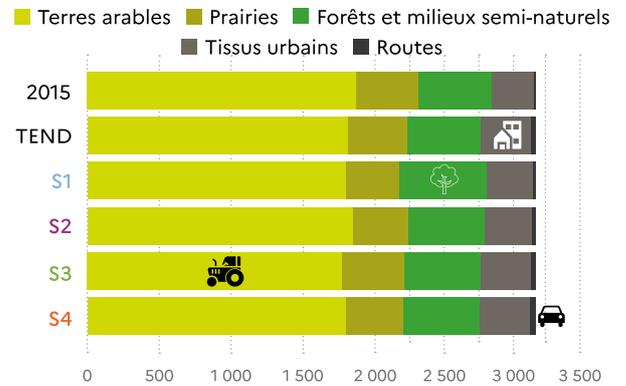


# BILAN comparé

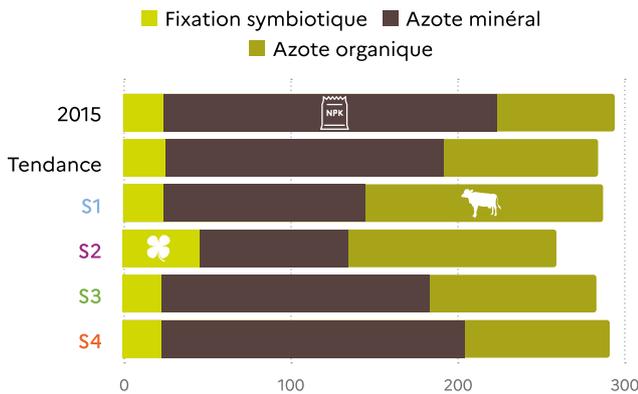
## Évolution du Territoire (en ha)



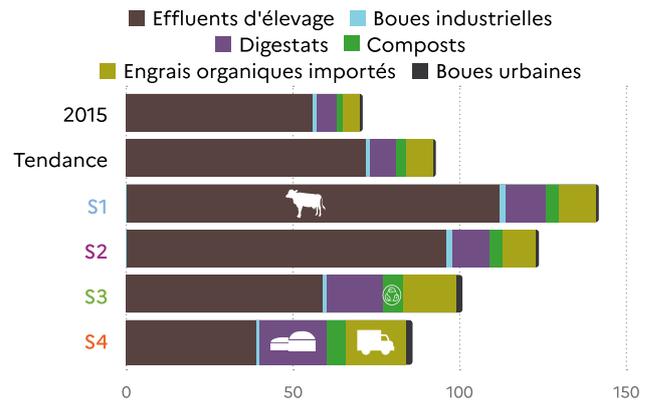
## Occupation du Territoire (en milliers d'ha)



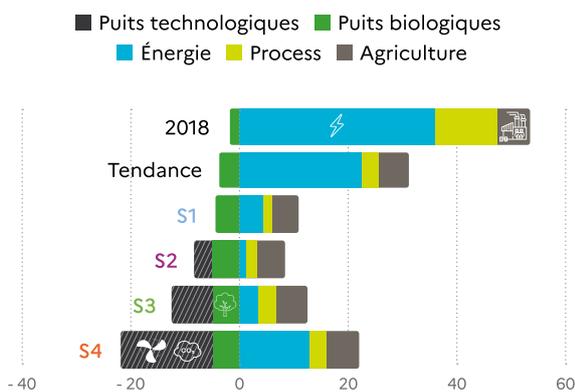
## Besoins en engrais (en kt N)



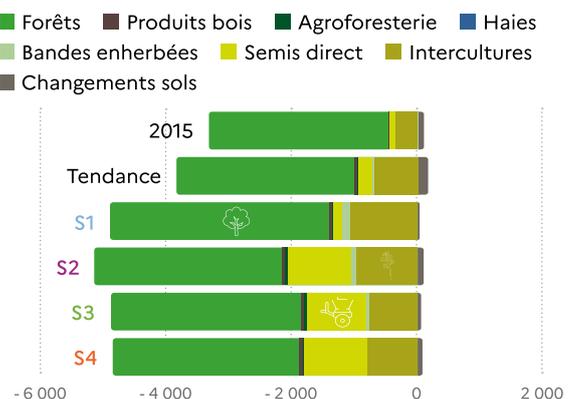
## Besoins en engrais organiques (en kt N)



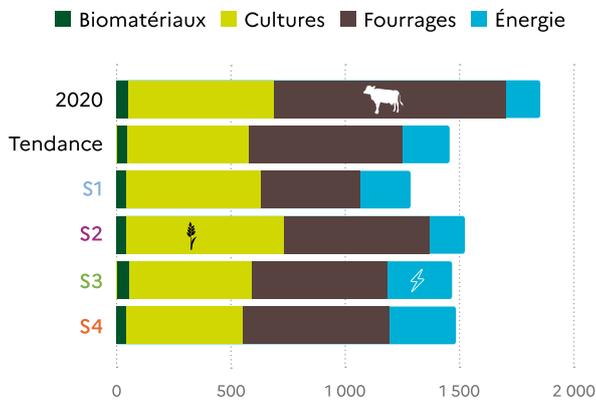
## Bilan carbone (en MtCO<sub>2</sub>e)



## Puits biologiques (en KtCO<sub>2</sub>e / an)



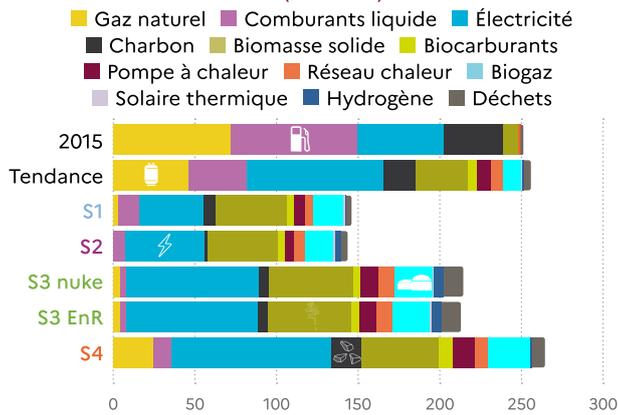
## Mobilisation des surfaces agricoles (en milliers d'ha)



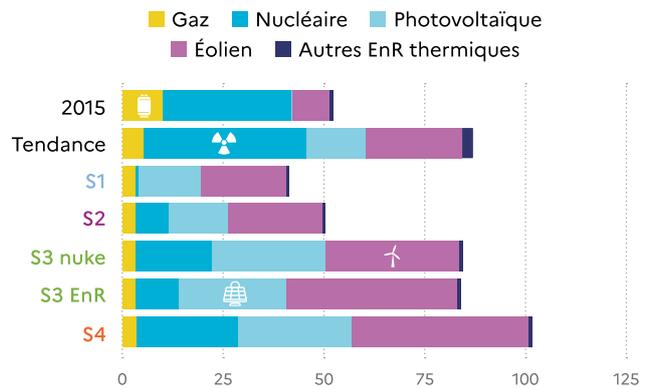
## Potentiel nourricier (Capacité du territoire à nourrir sa population, en %)



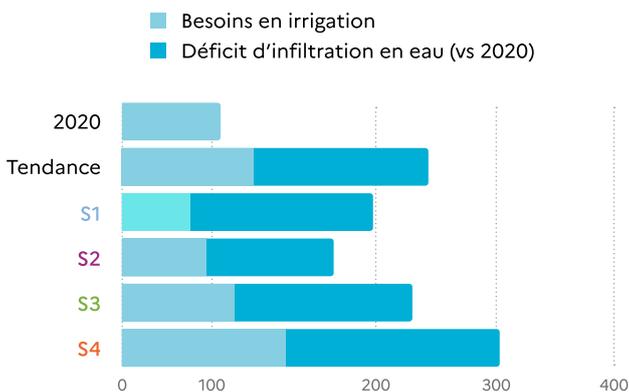
## Énergie primaire (en TWh)



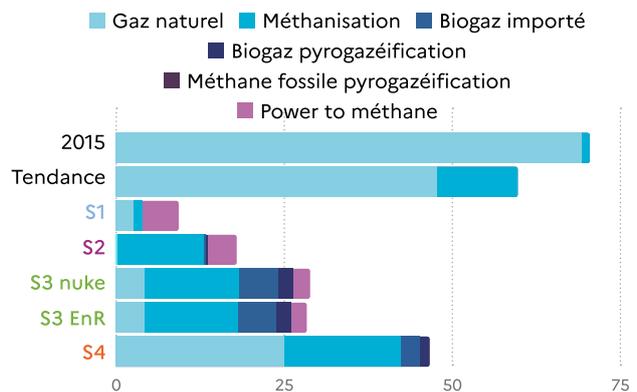
## Mix électrique (en TWh)



## Évolution des flux d'eau (en millions de m³)



## Mix Gaz (en TWh)



# ENSEIGNEMENTS COMMUNS - problématiques en débat

L'étude a démontré que les Hauts-de-France présentent de nombreuses opportunités en termes de production agricole. Toutefois, les enjeux liés à l'évolution de l'occupation des sols sont cruciaux et peuvent influencer la capacité du territoire à répondre aux enjeux futurs. Avec les contraintes climatiques et la disponibilité limitée des ressources (énergétiques et foncières), la région devra s'adapter pour relever ces défis, ce qu'elle a déjà commencé à faire avec la mise en place de rev3. Différentes questions posées par les scénarios doivent être traitées pour orienter la stratégie régionale.

## Comment atteindre la neutralité foncière – le zéro artificialisation nette ?

L'artificialisation reste importante dans tous les scénarios. Le flux d'artificialisation du **S1** sur 30 ans est de 900 ha par an contre 2 700 ha par an pour le **S4** au lieu de 450 ha par an comme demandé par la loi ZAN.

Les options à envisager doivent inclure une réduction accrue de l'artificialisation des terres et le développement de politiques de compensation et de renaturation. **La densification des zones urbaines existantes, la réutilisation des friches et la revitalisation des centres-villes** sont des pistes à approfondir au-delà des objectifs des scénarios. Des usages mixtes d'occupation des sols peuvent permettre aussi de densifier et maintenir des services écosystémiques sur des zones artificialisées (agriculture ou forêt urbaine).

La mise en place de mesures compensatoires et la restauration écologique de sols artificialisés peuvent aussi être envisagées plus largement pour atteindre la neutralité foncière.

## Comment préserver les sols pour garantir la souveraineté alimentaire et énergétique ?

En réduisant sa dépendance aux énergies fossiles, **la région aura besoin de recourir davantage à la biomasse**. Toutefois, cela implique la nécessité de consacrer des surfaces de production agricole ou forestière pour la produire. Les surfaces forestières sont limitées en région. La pression foncière et forestière prévue dans les scénarios entraîne une réduction régulière des surfaces agricoles (réduction de 2,5 % | 60 000 ha et 6 % | 127 000 ha de surface agricole par rapport à 2020). Il est donc primordial **de préserver chaque hectare de terre agricole et forestière**, car ils constituent un **capital essentiel pour s'adapter aux enjeux énergétiques et réguler**

**le changement climatique en stockant du carbone**. Ces surfaces permettent aussi l'alimentation en eau des nappes et la création d'un puits de carbone durable et peu coûteux.

## Comment développer les espaces naturels et forestiers en Hauts-de-France ?

**Le développement accru des territoires naturels et forestiers en tant que puits de carbone et sources de biomasse** permet de limiter l'impact du changement climatique (augmentation de 17 % | 99 500 ha pour le **S1** et 2 % | 12 200 ha pour le **S4** par rapport à 2020).

Les services écosystémiques qu'ils fournissent sont également essentiels et pourraient contribuer à augmenter leur intérêt. Il est donc important d'anticiper leur évolution et leur rôle dans un futur plus durable. **L'interaction entre les territoires agricoles, forestiers et urbanisés** est aussi envisageable pour maximiser les co-bénéfices : agroforesterie, haies, bosquets, forêts urbaines, etc.

En exploitant les écosystèmes pour augmenter la production, les scénarios montrent les limites possibles des systèmes de production agricoles : dégradation des sols, disponibilité en eau, perte de matière organique... Une politique de protection organisée en fonction d'objectifs (pas économique) peut permettre de développer ces espaces.

## Comment concilier productivité et durabilité des systèmes agricoles ?

Les enjeux liés à la production agricole et forestière seront considérables, notamment dans un contexte de contrainte climatique où la résilience des systèmes mis en place sera déterminante. **Les systèmes agricoles devront être économes en intrants** (engrais, fioul) pour li-

imiter les émissions de gaz à effet de serre. (Réduction de l'azote minéral de 55 % | 111 kt N pour le **S2** et 9 % | 18 kt N pour le **S4** par rapport à 2020).

**L'amélioration de la fertilité des sols** en nourrissant les écosystèmes (matière organique) plutôt qu'en les exploitant permettra d'améliorer leur robustesse face aux aléas climatiques. Le changement climatique et l'évolution d'occupation des sols vont diminuer l'infiltration en eau (réduction de 104 à 174 millions de m<sup>3</sup> à l'échelle de la région par rapport à 2020).

**La lutte contre le ruissellement des eaux de surface par les aménagements paysagers et l'amélioration de la perméabilité des sols** sont des leviers essentiels.

Des arbitrages sur l'usage de l'eau seront nécessaires pour permettre des usages réservés pour les activités essentielles (eau potable, irrigation, industrie, canaux...).

Le besoin en eau d'irrigation augmente de 4 à 9 % suivant les scénarios, augmentant les prélèvements de 55 mm<sup>3</sup> pour le **S1** et 133 mm<sup>3</sup> pour le **S4** (en plus des 82 mm<sup>3</sup> en 2020).

Le niveau de dépendance aux intrants (engrais, eau), la fertilité des sols et la capacité à faire face aux aléas auront un impact sur la productivité et les surfaces nécessaires pour la production d'énergie, d'alimentation ou de biomatériaux.

Des optimums devront être déterminés pour maintenir des niveaux de production suffisants en optimisant l'usage des surfaces tout en limitant l'usage des intrants disponibles sur le territoire. **Une baisse de productivité trop importante pourrait entraîner une concurrence sur l'usage des sols agricoles, nécessitant des arbitrages en fonction des besoins.**

### Comment créer une économie circulaire des produits du vivant ?

En réduisant considérablement l'utilisation des engrais minéraux, que ce soit par contrainte ou nécessité, la fertilité des sols devient le principal garant du maintien des rendements. Une partie de cette fertilité est basée sur les apports organiques (couverts végétaux, restitutions des cultures et engrais). Il est crucial que le territoire soit capable de **mobiliser les ressources organiques nécessaires à la fertilisation des cultures dans une logique d'économie circulaire.**

Les besoins en engrais organiques vont doubler pour le scénario **S1** et **S2** par rapport à 2020.

Cela soulève la question de la place des animaux sur le territoire, étant donné que les besoins en produits animaux diminuent. Les animaux contribuent aussi à la

valorisation des prairies et des coproduits agroalimentaires, ainsi qu'à la production d'engrais organiques.

Les filières de valorisation des déchets organiques doivent être également mobilisées, en local et dans les régions proches. **Les biodéchets organiques (digestats, déchets agro-industriels, déchets organiques urbains...)** peuvent permettre plus d'autonomie du territoire pour la production agricole.

### Comment la production d'énergie est-elle positionnée sur le territoire ?

Les énergies décarbonées doivent être massivement développées pour répondre aux besoins du territoire. Chaque type d'énergie impacte l'occupation des sols soit par de l'artificialisation des zones soit par de la mobilisation de biomasse. Les surfaces nécessaires à leur développement doivent être mobilisées en concertation avec les autres usages, parfois en concurrence parfois en complémentarité (entre 9 et 15 % de la SAU dédiée à la production d'énergie mais 80 % des surfaces mobilisées avec la collecte des intercultures et des résidus de cultures).

L'équilibre entre les types d'énergie et les gisements du territoire peut permettre d'augmenter la robustesse du mix énergétique et limiter la spécialisation de la région sur un seul type de production. **Cela signifie mettre en œuvre un mix énergétique en coordination avec les territoires, leurs potentiels et leurs besoins et en premier lieu mobiliser les gisements adaptés (de surface ou de biomasse) sans risques ou sans concurrence avec les autres usages.**

### Comment la région peut-elle coopérer avec d'autres territoires ?

La région est un important centre industriel, avec de la métallurgie, la chimie, l'automobile et l'agroalimentaire. Elle est également un carrefour économique important. Les échanges sont une composante régionale essentielle. Pour viser la neutralité carbone et couvrir ses besoins énergétiques, elle peut au-delà de ses frontières créer les interactions et infrastructures utiles à ses objectifs. Cela peut se traduire par des échanges de biomasse ligneuse ou d'engrais organiques en carence en région.

**En coopérant avec les autres territoires, la région peut contribuer à l'objectif national de neutralité carbone et énergétique.** Grâce à sa capacité de production importante, elle peut également fournir de la production alimentaire aux territoires plus urbanisés en échange de biomasse forestière extérieure si nécessaire.

## Comment mobiliser sur les métiers de demain ?

La réussite de la transition vers la neutralité carbone repose sur les choix et décisions de toutes les parties prenantes, y compris les entreprises qui doivent **faire évoluer leur modèle vers la production de biens et de services à faible empreinte carbone**.

**Les filières permettant la mise en place d'une économie circulaire autour de l'alimentation, de l'énergie, des matériaux, de la mobilité semblent être au cœur des évolutions** (entre + 25 % en tendanciel et 96 % pour le **S3** d'emplois sur la filière énergie par rapport à 2021).

Les gains de productivité sur certains métiers risquent d'impacter les filières mais de nouveaux besoins vont émerger, plus qualifiés pour le suivi, l'organisation et la maintenance des activités. La transformation de ces filières entraîne l'émergence de nouveaux métiers et l'adaptation des contenus de formation continue est nécessaire pour accompagner ces évolutions. Il est important que les formations initiales dans l'enseignement supérieur soient également adaptées à la transition écologique et à ses implications. **L'attractivité de ces nouveaux métiers sera aussi essentielle dans la réussite du projet régional.**

## Comment habiter les Hauts-de-France en 2050 ?

Ce travail interroge l'adaptation régionale à construire et à laisser aux générations futures.

- Quelle stratégie adopter dans un environnement qui va fluctuer d'un point de vue écologique, social et géopolitique ?
- Quel scénario est le plus adapté pour répondre à nos aspirations et permettre un futur enviable par tous ?

Une partie de la réponse se situe peut-être dans la capacité qu'aura la région à maintenir une certaine robustesse dans ses choix. C'est en laissant ouverte la porte de différentes solutions que l'adaptation du territoire aux nouveaux enjeux est possible.

La performance et les réponses technologiques visées par les scénarios **S3** et **S4** sont des voies d'efficacité qui permettent des gains de surface ou de main-d'œuvre. Cependant, elles nécessitent des ressources importantes aux dépens des milieux (artificialisation, intrants, énergie...). Ce sont ces milieux naturels, forestiers et agricoles qui permettent entre autres les productions indispensables pour s'affranchir des énergies fossiles carbonées et de stocker du carbone. Il s'agit donc de les préserver en limitant l'artificialisation et en cherchant à les développer au travers de la restauration d'espace ou de la mixité d'usages. **Les écosystèmes doivent continuer à être préservés et améliorés pour maximiser les services.**

La production de biomasse énergie et de biomatériaux va continuer à se développer aux dépens des surfaces dédiées à l'alimentation humaine et animale. L'évolution des régimes alimentaires et la lutte contre le gaspillage vont permettre de libérer des surfaces.

La couverture des besoins ne sera atteinte que si des niveaux de production élevés sont maintenus pour limiter l'augmentation des surfaces nécessaires à la production. La région est dotée de surface agricole très importante mais malgré cela, les marges de manœuvre en cas d'évolution des besoins et des niveaux de productivité sont limitées (30 % de SAU).

**Les stratégies de valorisation des productions forestières et agricoles (énergie, alimentation, biomatériaux) doivent être arbitrées au regard des besoins tout en maintenant des niveaux de production élevés pour ne pas mobiliser au-delà des surfaces disponibles.**

Le développement de la bioéconomie basée sur le vivant nécessite de l'anticipation, des surfaces et des intrants. Elle dépend de la météo et des équilibres des écosystèmes. Elle amène donc plus de variabilité et d'incertitudes que l'économie des matières fossiles.

Pour limiter ces contraintes, des leviers de robustesse **doivent être maintenus en maximisant le stockage de carbone et en améliorant le cycle de l'eau pour limiter le ruissellement et en favorisant l'infiltration.**

Différentes filières alternatives aux engrais minéraux devront être développées à partir des biodéchets et des effluents d'élevage sur le territoire ou en interaction avec d'autres territoires fournisseurs d'engrais organiques. Compte tenu des spécificités régionales, toutes les solutions ne seront pas disponibles en région et des interactions devront être établies pour la fourniture de biomasse énergie ou d'engrais organiques.

Cela signifie **développer la coopération plutôt que la compétition des filières et des territoires**, et continuer **d'intégrer la bioéconomie** dans leur stratégie.

Les transitions des secteurs d'activités sont basées sur l'évolution des besoins et de la production. Les différents scénarios montrent l'importance de la réduction des besoins, c'est-à-dire l'ampleur des sobriétés. Qu'elles soient choisies ou imposées, faibles ou fortes, les sobriétés sont nécessaires pour répondre aux enjeux de neutralité carbone.

L'alimentation, le transport, l'habitat, la consommation, le loisir et tous les secteurs de l'économie basés sur l'énergie sont concernés.

**Le niveau de sobriété impacte le mix énergétique à mettre en place et son impact sur l'occupation des sols et les ressources à mobiliser pour y répondre.** Une sobriété forte laissera plus de surfaces disponibles et de robustesse à la région pour adapter ses productions aux enjeux qu'une sobriété faible.

Les secteurs clés tels que **l'alimentation, l'énergie, les matériaux et la mobilité joueront un rôle central dans la création d'une économie circulaire décarbonée.** Cette transformation donnera naissance à de nouveaux métiers nécessitant une adaptation de la formation continue et initiale. Pour garantir le succès de cette transition, il est crucial d'accroître l'attractivité de ces nouveaux métiers.

# LIMITES & perspectives

Ce travail permet d'approcher l'évolution du territoire et de ses emplois au regard des scénarios nationaux de neutralité carbone. L'intérêt est surtout de repérer les implications, leurs intérêts et limites sur le territoire régional des contrastes entre les différents scénarios.

Les principales difficultés de ce travail se situent dans les différences de la région vis-à-vis du territoire national. Les projections nationales sur l'évolution des émissions de gaz à effet de serre peuvent présenter des biais lorsqu'elles sont appliquées à des régions plus petites aux caractéristiques spécifiques. Malgré ces limites, l'adaptation de ces travaux à l'échelle régionale peut donner une idée générale des tendances futures et aider à identifier les problématiques clés, sans toutefois fournir une anticipation précise des futurs.

Ce travail contient également d'autres limites :

- La qualité variable des données initiales disponibles impacte l'analyse qui en est réalisée et donc la précision de certains calculs.
- La nécessaire simplification pour approcher les ordres de grandeur attendus sur les flux comme l'eau, les services écosystémiques.
- La base de données cartographique THEIA est très précise, elle complexifie la lecture, car les modifications de surface à l'échelle régionale sont faibles et dispersées sur le territoire.

## Limites de la neutralité carbone à l'échelle du territoire

Les Hauts-de-France ne pourront atteindre la neutralité carbone ou l'autonomie énergétique sans interactions interrégionales. Les besoins en engrais organiques, en biomasse forestière par exemple, ne peuvent être couverts uniquement par des flux du territoire sauf considérer des hypothèses d'évolutions plus fortes et radicales que celles posées ici.

Chercher l'atteinte d'une neutralité carbone arithmétique à l'échelle des Hauts de France peut entraîner des biais méthodologiques et éthiques comme mentionné dans « *Les Avis de l'ADEME – La neutralité carbone - Juill. 2021* ». Les émissions indirectes qui interviennent en dehors du territoire ne sont pas prises en compte, ce qui peut conduire les acteurs à ne cibler que leurs émissions directes et ne pas chercher à réduire les émissions indirectes et globales, ce qui compte in fine pour le climat.

De plus, cela peut creuser les inégalités entre les territoires, car certains disposent d'atouts ou freins historiques ou géographiques indépendants de choix climatiques, par exemple, certains peuvent s'appuyer sur la séquestration (surface forestière importante) plutôt que de réduire leurs émissions.

Enfin, la recherche de la neutralité carbone arithmétique peut pousser les acteurs à privilégier des actions de compensation directement accessibles à moindre coût, plutôt que la réduction de leurs propres émissions.



## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME – l'Agence de la transition écologique – nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

**Sur tous les fronts**, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

**Dans tous les domaines** - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

**À tous les niveaux**, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### Les collections de l'ADEME

---



#### **ILS L'ONT FAIT**

##### **L'ADEME catalyseur :**

Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### **EXPERTISES**

##### **L'ADEME expert :**

Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### **FAITS ET CHIFFRES**

##### **L'ADEME référent :**

Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### **CLÉS POUR AGIR**

**L'ADEME facilitateur :** Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique

et/ou en conformité avec la réglementation.



#### **HORIZONS**

##### **L'ADEME tournée vers l'avenir :**

Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

## **MODES D'OCCUPATION DES SOLS ET EMPLOIS EN HAUTS-DE-FRANCE**

L'ADEME, en partenariat avec le Conseil Régional des Hauts-de-France (HdF), a lancé une étude prospective sur l'occupation des sols et les emplois dans la région, en s'appuyant sur le rapport national « Transition(s) 2050 » et ses quatre scénarios cohérents et contrastés : Génération frugale (S1), Coopérations territoriales (S2), Technologies vertes (S3), et Pari réparateur (S4). Ces scénarios envisagent diverses trajectoires pour la France vers la neutralité carbone, intégrant des enjeux environnementaux variés.

L'étude prospective sur l'occupation des sols et l'emploi dans les HdF, dans le cadre de la Troisième Révolution Industrielle (Rev3), conclut que la neutralité carbone est complexe à atteindre, particulièrement dans un cadre territorial limité comme les HdF, où les spécificités locales jouent un rôle crucial. Une décarbonation plus importante que celle envisagée dans les scénarios nationaux est nécessaire notamment via un développement plus massif des puits de carbone biologiques ou technologiques. L'autonomie énergétique de la région dépend d'une réduction plus significative de la consommation régionale ou d'une augmentation des ressources pour la production énergétique, malgré des capacités limitées de production de biomasse régionale.

Selon les différents scénarios envisagés pour 2050, les territoires agricoles risquent de diminuer au profit de l'urbanisation et de la forêt. Les changements climatiques affecteront les côtes et l'agriculture, augmentant les aléas climatiques, avec un impact sur les ressources en eau, essentielles pour l'agriculture, l'industrie et l'alimentation en eau potable. L'artificialisation continue des terres agricoles exige une réflexion sur la désartificialisation nécessaire pour compenser ces changements.

Enfin, la transition écologique affectera l'emploi dans divers secteurs, notamment le transport, l'énergie, le BTP, l'industrie, l'agriculture et les services. Les choix stratégiques auront un impact significatif sur l'évolution des différents secteurs et la création d'emplois, nécessitant des formations adaptées pour y répondre.

*En plus de cette synthèse d'étude, l'étude sur les modes d'occupation des sols et emplois en Hauts-de-France a donné lieu à l'édition de trois documents complémentaires : l'étude complète (276 p.), le support pédagogique (24 p.) et l'atlas cartographique (40 p.), tous téléchargeables sur la Librairie ADEME.*

