



Déclinaison de la Stratégie Nationale Bas-Carbone à l'échelle de l'Oise

REPÈRES ET CHIFFRES CLÉS DE L'OISE

POPULATION 825 000 habitants

Logements



- 344 000 résidences principales
- 2 logements sur 3 sont des maisons individuelles
- 39% d'étiquettes E, F, G à rénover en priorité

Mobilité



- 88% des ménages possèdent au moins 1 voiture (dont 42% en ont 2 ou plus)
- 60% des trajets effectués en voiture
- 550 000 voitures en circulation et 91 000 véhicules utilitaires légers

Industrie



- 43 000 emplois
- 1 600 établissements
- 58% d'activité dans 4 domaines (plastique, métallurgie, chimie et agro-alimentaire)

OCCUPATION DES SOLS 589 410 hectares

Agricole



- 389 000 ha de surface agricole
- 66% du territoire
- 57% de terres arables
- 9% de surfaces toujours en herbe

Naturel



- 122 000 ha de forêt
- 21% de taux de boisement
- 2% de landes et surfaces en eau

Artificialisé



- 65 000 ha de surfaces artificialisées
- 11% du territoire

EMISSIONS GAZ À EFFET DE SERRE 5 650 kteqCO₂/an*

*kilo-tonne équivalent CO₂
1 kt = 1 000 tonnes



34%
Transports



26%
Bâtiments



23%
Industries



14%
Agriculture

et 3% issus des déchets, eaux usées, éclairage public...

La "Stratégie Nationale Bas-Carbone" (SNBC) présente la feuille de route de la France pour conduire la politique d'atténuation du dérèglement climatique. Elle donne des objectifs et orientations pour répondre aux défis de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), dans tous les secteurs d'activités, afin de préserver la planète pour les générations futures.

Ces orientations se basent sur les objectifs définis par l'Accord de Paris sur le climat, adopté lors de la COP21 en 2015, qui appelle à maintenir le réchauffement climatique bien en dessous de 2°C. Elles reposent aussi sur une analyse rigoureuse des émissions de gaz à effet de serre actuelles et des tendances d'évolution.

Dans un objectif de décarbonation de la France, la SNBC vise à promouvoir l'efficacité énergétique, l'utilisation croissante des énergies renouvelables, la mise en œuvre de pratiques agricoles durables et une mobilité plus propre. Cette stratégie est conçue comme étant un processus évolutif et itératif, qui nécessite l'implication de tous les acteurs : collectivités, entreprises et citoyens.

Les objectifs de la SNBC (version 2019 - 2023) se traduisent par deux ambitions à l'horizon 2050 :

- Atteindre la neutralité carbone (ne pas émettre plus que ce que l'on peut stocker dans des puits de carbone),
- Réduire l'empreinte carbone des Français de 9 à 2 t_{eq}CO₂ (tonne équivalent CO₂)¹ par an.

Même si le concept de neutralité carbone se définit avant tout à l'échelle planétaire, il garde sa pertinence à des sous-échelles territoriales, en considérant un même objectif global commun. La neutralité carbone comme objectif local n'est pas suffisante pour parvenir à atteindre un équilibre planétaire² : elle permet néanmoins de contribuer à l'atteinte d'objectifs acceptables compte tenu de la transformation importante nécessaire. Ainsi, à une échelle locale telle que l'Oise, l'objectif reste la contribution à la neutralité carbone planétaire, dans une logique d'un partage juste et équitable de l'effort à fournir.

Appliquer la SNBC à l'Oise vise à accompagner la prise de décision nécessaire à l'échelle locale en vue d'accélérer la transition vers un territoire à faible émission de carbone. Cela suppose que les collectivités territoriales, ainsi que l'ensemble des acteurs locaux, s'impliquent dans la sobriété et l'efficacité énergétique, et visent un approvisionnement en énergies renouvelables.

MÉTHODOLOGIE	4
ENSEIGNEMENTS	6
BÂTIMENTS	8
TRANSPORTS	9
INDUSTRIE	10
AGRICULTURE	11
ÉNERGIES RENOUVELABLES	12
PUITS DE CARBONE	15
SCÉNARIO DE COMPARAISON	16
CONCLUSION	18

¹ Les gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote, etc.) n'ont pas tous le même impact sur le réchauffement climatique. Le GIEC a donc défini l'équivalent CO₂ comme l'unité de mesure qui permet de comparer les impacts des différents gaz à effet de serre en les convertissant en équivalent de CO₂. Pour plus de détails sur les émissions de gaz à effet de serre, la neutralité carbone, les t_{eq}CO₂..., les lecteurs sont invités à se reporter aux documents de la SNBC disponibles sur www.ecologie.gouv.fr

² Source : Carbone4 (juin 2021). *Neutralité et territoires - Un cadre d'action collectif pour la neutralité carbone en France*

MODÉLISATION VIA PROSPER ACTIONS

Une grande partie du travail de modélisation effectué dans cette étude a été réalisé grâce au logiciel Prosper Actions. Cette application web collaborative, issue d'un partenariat entre le Syndicat d'Énergie de la Loire (SIEL-TE42) et le bureau d'études Énergies Demain, permet d'accompagner les politiques Climat Air Énergie locales.

A partir de plus d'une centaine d'actions pouvant être définies à l'échelle communale et au pas de temps annuel, cet outil permet entre autres de réaliser des scénarios à court, moyen et long termes, avec une analyse multicritère, dans une logique d'aide à la décision.



DÉCLINER LE SCÉNARIO SNBC À L'ÉCHELLE DE L'OISE DANS PROSPER-ACTIONS

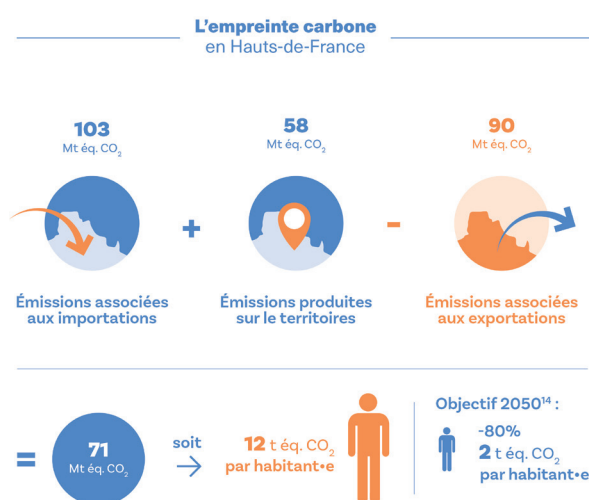
La SNBC établit ses objectifs de diminution des émissions GES entre l'année 2015 et l'année 2050. Les émissions considérées dans cette étude à l'échelle de l'Oise sont donc celles de l'année 2015. La démarche a d'abord consisté à repérer les actions préconisées par la SNBC, pour les intégrer dans ProsperActions à l'échelle de l'Oise. De nombreuses actions décrites portent sur la diminution des consommations, la substitution de certaines énergies par des énergies moins carbonées, le développement des actions de rénovation, le report modal vers d'autres moyens de transport ou encore le développement des énergies renouvelables. A noter : la déclinaison du scénario national de la SNBC s'est confrontée aux limites du territoire, notamment vis-à-vis des ressources disponibles.

INVENTAIRE NATIONAL OU EMPREINTE CARBONE

L'**inventaire national** ne comptabilise que les émissions GES issues d'un territoire délimité (dans cette étude, l'Oise), tandis que l'**empreinte carbone** est définie comme la somme des émissions produites sur le territoire et des émissions liées aux produits importés et consommés, moins les émissions liées aux produits exportés (cf. schéma ci-contre).

Les orientations de la SNBC ne prennent en compte que l'inventaire national, elles se focalisent donc sur les émissions du territoire. Toutefois, la SNBC affiche aussi pour objectif la réduction de l'empreinte carbone. Il convient donc de chercher à prendre en compte au maximum l'ensemble des émissions GES, territoriales et importées, afin de définir une stratégie cohérente et réaliste.

Dans cette étude, les données d'émissions GES indirectes (ou importées) sont disponibles pour les secteurs du fret et de l'aérien, mais pas pour les importations issues de l'industrie et de l'agriculture. Il a donc été décidé de prendre en compte l'empreinte carbone des transports et non pas uniquement les chiffres de l'inventaire national. Ce choix permet de mieux refléter la contribution du territoire à l'effort nécessaire pour atteindre la neutralité carbone à l'échelle planétaire.



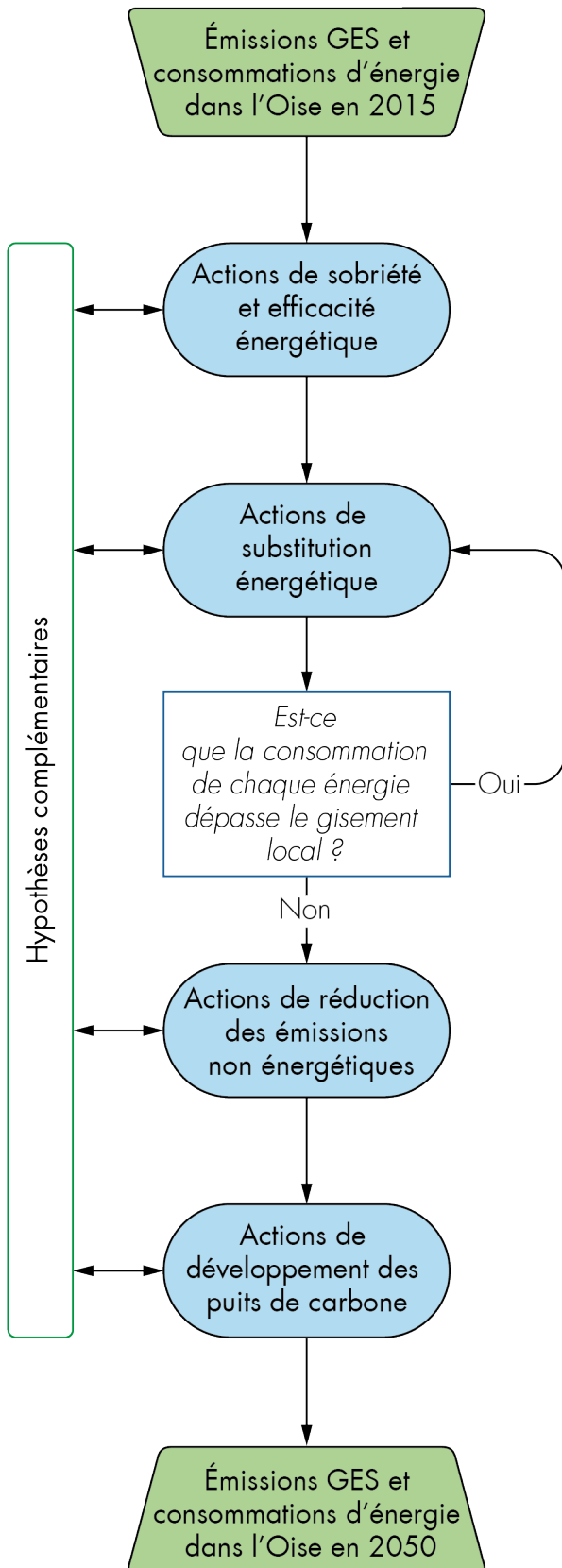
Source : Tour d'horizon climat-énergie, Obs. Climat HDF-Cerdd, 2022

LIMITES DE L'EXERCICE ET AIDE À LA DÉCISION

Malgré la rigueur appliquée à l'exercice, ce scénario peut comporter une marge d'erreur. Toutefois, ce sont les ordres de grandeurs qui restent importants ; l'objectif premier de cette étude étant d'appuyer les intercommunalités dans la mise en œuvre de leur politique Climat Air Énergie.

DÉTAILS DE LA MÉTHODE DE DÉCLINAISON

La méthodologie de déclinaison s'est établie de la manière suivante :



- **Appliquer les actions de sobriété** qui ont pour but la réduction volontaire et organisée des consommations d'énergie ; elles concernent avant tout les usages et impliquent un changement comportemental et sociétal.

- **Ajouter les actions d'efficacité** qui agissent directement sur la baisse des consommations énergétiques, grâce à une meilleure utilisation des ressources et des technologies plus efficaces.

- **Affecter les actions de substitution** afin de remplacer les énergies fossiles par des énergies moins carbonées. Certaines de ces actions nécessitent l'application d'un ratio : par exemple, dans le secteur des transports, « l'électrification [est] environ deux à trois fois plus efficace que les solutions thermiques en termes de rendements énergétiques au niveau du véhicule » (SNBC, 2020).

- **Faire correspondre au mieux la consommation d'énergie aux gisements EnR locaux** en actualisant les actions de substitution. De nombreuses itérations se sont avérées nécessaires afin de s'adapter aux gisements EnR mobilisables localement, dans une logique de maximisation des circuits courts énergétiques.

- **Appliquer les actions de réduction des émissions non énergétiques**, c'est-à-dire dont l'origine n'est pas liée à la consommation d'énergies. Elles se retrouvent majoritairement dans certains procédés industriels et agricoles et, dans une moindre mesure, lors de la mise en décharge des déchets et dans les fuites de gaz frigorigènes des installations de climatisation.

- **Poser des hypothèses complémentaires.** Dans la SNBC, certaines actions ne sont pas chiffrées et d'autres manquent de détails en vue d'atteindre les objectifs de décarbonation des secteurs. C'est pourquoi des hypothèses complémentaires se sont révélées nécessaires durant l'étude de l'application du scénario SNBC à l'Oise (exemple : remplacement du gaz fossile par du gaz renouvelable, substitution des produits pétroliers de l'aérien et du fret, réduction des doses d'azote minéral en agriculture...).

- **Compléter avec les actions de développement des puits de carbone** : une fois les actions ci-dessus implémentées, une part des émissions GES reste incompressible. C'est à cette étape-là que vont intervenir les actions de développement des puits de carbone, afin de capter les émissions résiduelles, dans le but d'atteindre la neutralité carbone.

01

D'ici 2050, l'application de la SNBC dans l'Oise permettrait de diminuer de 78% les émissions actuelles de GES du territoire départemental.

En 2015, l'Oise émet 5 650 kteqCO₂/an (kilo-tonne équivalent CO₂ par an). En suivant la stratégie SNBC, en 2050, ce ne sont plus que 1 220 kteqCO₂/an qui seraient émises dans l'atmosphère ; soit 4 430 kteqCO₂ évitées par an.

03

Le secteur du bâtiment est fortement marqué par les logements anciens à rénover en priorité.

Les bâtiments, résidentiels et tertiaires, sont le deuxième secteur le plus émetteur de GES dans le département. La mise en place du scénario SNBC sur le territoire de l'Oise permet d'atteindre une diminution de 87% des émissions d'ici 2050.

02

Les plans d'action des territoires doivent s'attaquer à chacun des secteurs afin de respecter les objectifs climatiques.

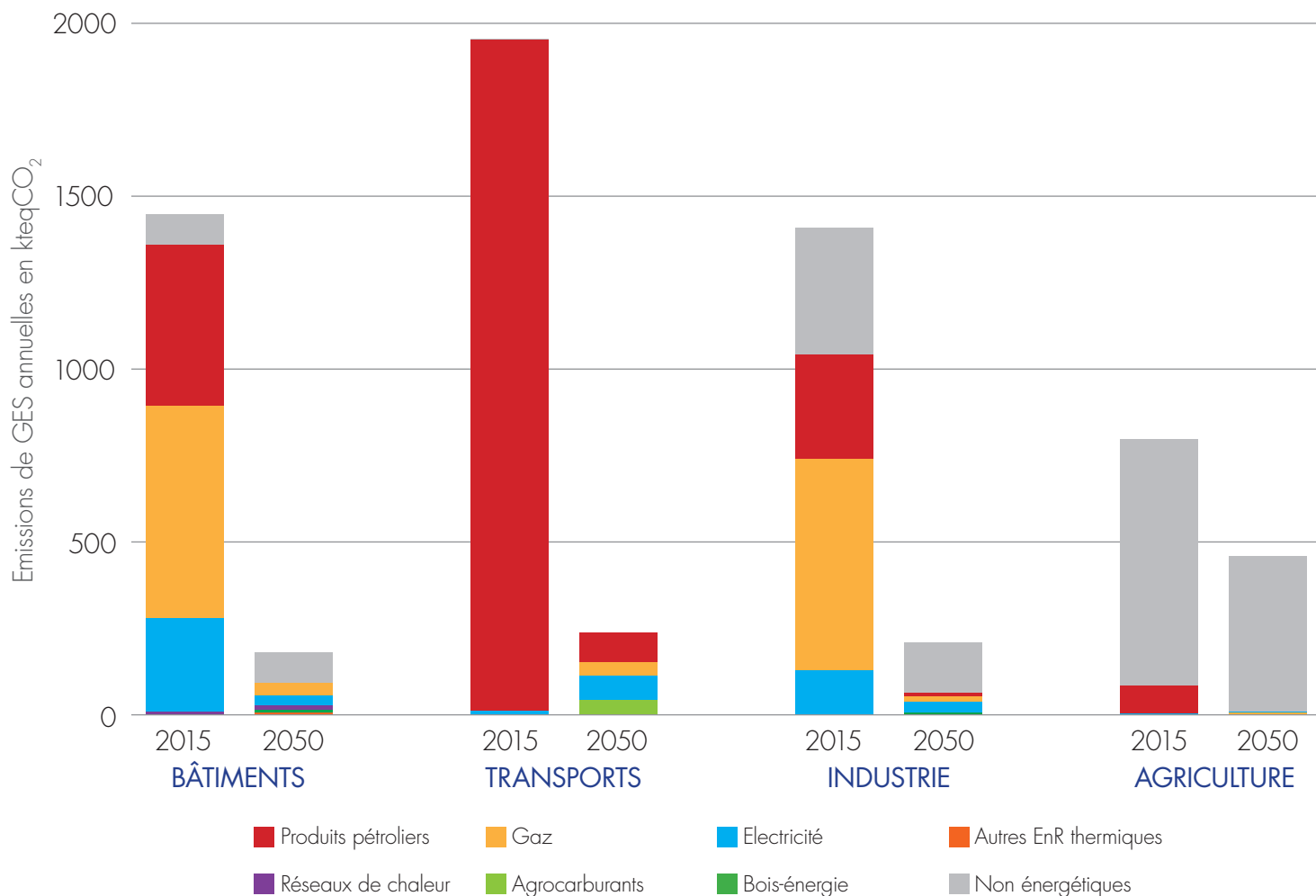
En vue d'atteindre la neutralité carbone en 2050, les territoires ne pourront pas se limiter à agir sur un secteur plutôt qu'un autre. Cet objectif ambitieux ne peut être atteint qu'avec des actions menées sur l'ensemble des secteurs pour viser leur décarbonation complète.

04

Les transports possèdent le plus important potentiel de réduction des émissions de GES.

En 2015, les transports, composés du transport de personnes et du transport de marchandises, occupent la première place en matière d'émissions GES dans l'Oise. L'application du scénario SNBC sur le département permet d'atteindre une diminution de 88% des émissions d'ici 2050.

Graphique 1 Résultats de l'application de la SNBC à l'Oise : baisse des émissions GES entre 2015 et 2050 par secteur



05

Le secteur de l'industrie est fortement dépendant des énergies fossiles.

En 2015, 67% du mix énergétique du secteur provient d'une énergie carbonée, auxquels s'ajoutent les émissions non énergétiques dont certaines resteront incompressibles. Grâce à un mix énergétique moins carboné, le secteur industriel peut atteindre une diminution de 85% des émissions d'ici 2050.

07

Le développement des énergies renouvelables est à accélérer.

D'ici 2050, le mix énergétique est amené à grandement évoluer. La bascule des énergies carbonées vers les énergies renouvelables doit obligatoirement passer par une exploitation importante, voire quasi totale, des gisements disponibles sur le territoire.

09

Le développement des puits de carbone est indispensable pour atteindre la neutralité carbone.

Actuellement, 610 kteqCO₂ d'émissions GES sont stockées annuellement dans les puits de carbone de l'Oise. Après application de la SNBC à l'Oise, les émissions résiduelles représentent 1 220 kteqCO₂/an. C'est pourquoi, l'augmentation des puits de carbone sur le territoire est une action incontournable.

06

L'agriculture est le secteur avec le plus d'émissions non énergétiques.

En 2015, 89% des émissions de Gaz à Effet de Serre sont d'origine non énergétique et résultent des pratiques agricoles. Après l'application de la SNBC et la mise en œuvre d'autres pratiques, on peut observer une diminution de 43% des émissions d'ici 2050.

08

Une part conséquente des émissions non énergétiques reste incompressible.

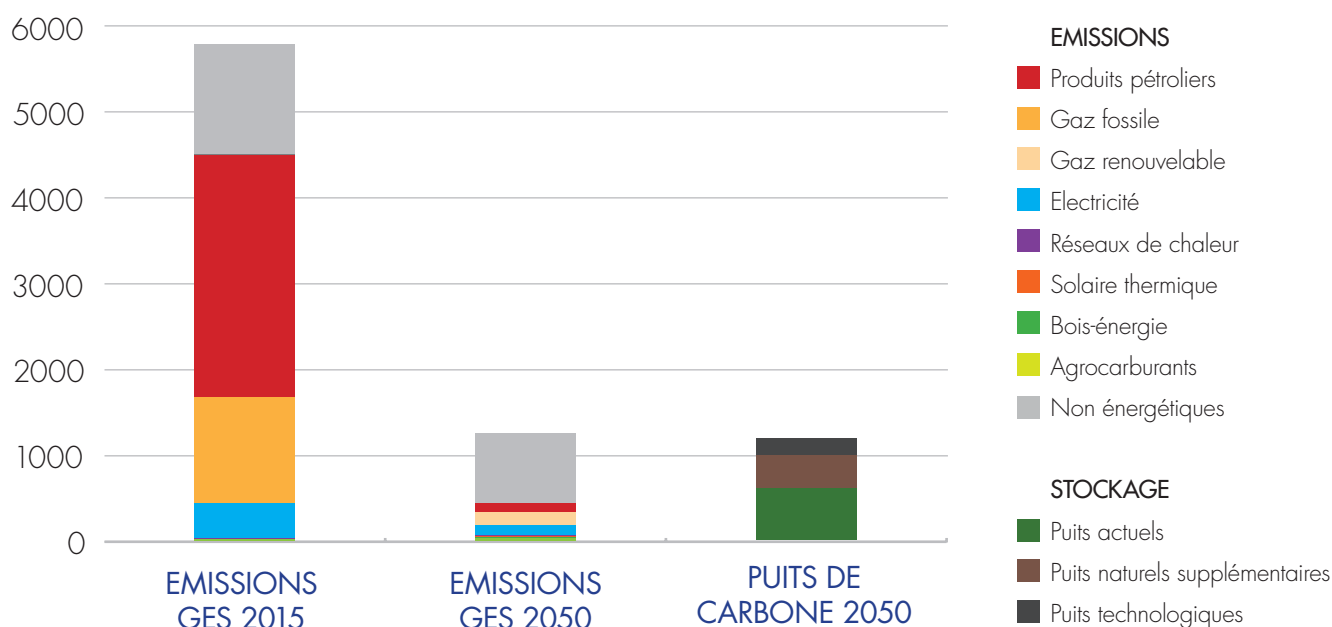
Elles représentent 23% des émissions résiduelles en 2015. Dans la majorité des cas, il est difficile de mettre en place des actions pour les réduire totalement ; en effet, elles sont incontournables lors de certains procédés. Après application de la SNBC, elles représentent 69% des émissions résiduelles en 2050.

10

La neutralité carbone est inatteignable sans une diminution des consommations énergétiques.

Le scénario de comparaison (qui substitue les énergies fossiles par des énergies non carbonées sans diminuer les consommations) démontre que sans une diminution conséquente des consommations d'énergie, les émissions de GES restent trop élevées et ne peuvent être intégralement stockées par les puits de carbone.

Graphique 2 Résultats de l'application de la SNBC à l'Oise : baisse des émissions GES et puits de carbone



BÂTIMENTS

Objectif SNBC
pour 2050

-94% d'émissions GES

Emissions du secteur
en 2015

26% des émissions GES
de l'Oise

ACTIONS LISTÉES DANS LA SNBC ET DÉCLINAISON À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE

Sobriété et efficacité énergétique	• Rénovation performante (niveau "Bâtiment Basse Consommation") de 154 000 logements d'ici 2050 • Rénovation performante (niveau "Bâtiment Basse Consommation") de 90% du parc tertiaire public et privé d'ici 2050 • Meilleure efficacité des équipements électriques, pour des gains de consommation selon les appareils, allant de 15% à 60%
Substitution énergétique	• Évolution du secteur vers un usage d'énergies 100% décarbonées : pompes à chaleur, solaire thermique, géothermie, réseaux de chaleur et biomasse énergie (cf. hypothèses complémentaires)
Emissions non énergétiques	• <i>Pas d'informations spécifiques</i>

HYPOTHÈSES COMPLÉMENTAIRES

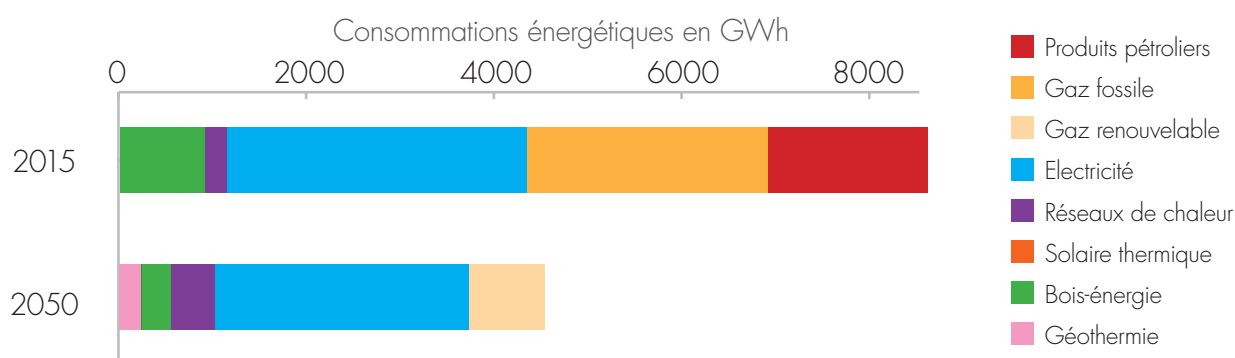
- Déploiement de chauffe-eaux solaires thermiques sur 5% des bâtiments
- Substitution du fioul par : de la géothermie (35%) et des pompes à chaleur (65%)
- Développement de la géothermie pour couvrir 5% des besoins énergétiques des bâtiments en 2050
- Substitution totale du gaz fossile par du gaz renouvelable

RÉSULTATS À L'ÉCHELLE DE L'OISE EN 2050

-87% d'émissions GES
par rapport à 2015

-47% de consommations énergétiques
par rapport à 2015

ÉVOLUTION DU MIX ÉNERGÉTIQUE



TRANSPORTS

Objectif SNBC
pour 2050

-97%

d'émissions GES
(hors aérien)

Emissions du secteur
en 2015

34%

des émissions GES
de l'Oise

ACTIONS LISTÉES DANS LA SNBC ET DÉCLINAISON À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE

Sobriété et efficacité énergétique	• Doubler la part modale des transports en commun (bus et train) • Report modal de la mobilité locale de 15% vers le vélo sur courtes distances • Maîtriser la hausse de la demande de transport
Substitution énergétique	• Électrification quasi complète du parc de véhicules particuliers • Substitution des produits pétroliers aériens (cf. hypothèses complémentaires)
Emissions non énergétiques	• <i>Pas d'informations spécifiques</i>

HYPOTHÈSES COMPLÉMENTAIRES

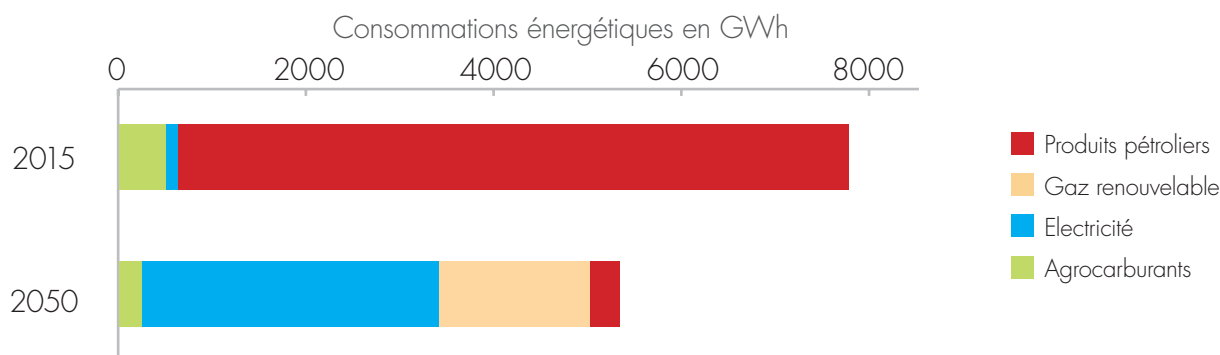
- Conversion des bus à 75% à l'électricité et 25% au gaz
- Substitution complète des produits pétroliers du transport maritime par du gaz
- Substitution des produits pétroliers du fret routier à 57% par du gaz et 43% par de l'électricité
- Diminution de 50% des émissions GES du secteur aérien¹ grâce à la substitution du kérosène à hauteur de 16% par les agrocarburants, 50% par l'hydrogène et 8% par les SAF (carburant d'aviation produit à partir d'hydrogène et de capture de CO₂), produits à partir d'énergies renouvelables.

RÉSULTATS À L'ÉCHELLE DE L'OISE EN 2050

-88% d'émissions GES
par rapport à 2015

-31% de consommations énergétiques
par rapport à 2015

ÉVOLUTION DU MIX ÉNERGÉTIQUE



¹ Source : Organisation de l'Aviation Civile Internationale. (2009). Des priorités pour la planète. *Le Journal de l'OACI*, vol. 64, n°5.

INDUSTRIE

Objectif SNBC
pour 2050

-81% d'émissions GES

Emissions du secteur
en 2015

23% des émissions GES
de l'Oise

ACTIONS LISTÉES DANS LA SNBC ET DÉCLINAISON À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE

Sobriété et efficacité énergétique	Gains d'efficacité énergétique entre 20% et 40% suivant les filières industrielles considérées (optimisation des procédés, renouvellement des équipements, pilotage et maintenance, etc.)
Substitution énergétique	- Electrification jusqu'à 70% du mix énergétique du secteur - Substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables sur les 30% restants (cf. hypothèses complémentaires)
Emissions non énergétiques	Réduction de 60% des émissions GES non énergétiques grâce au développement et à l'adoption d'innovations technologiques d'ampleur et l'utilisation de ressources décarbonées

HYPOTHÈSES COMPLÉMENTAIRES

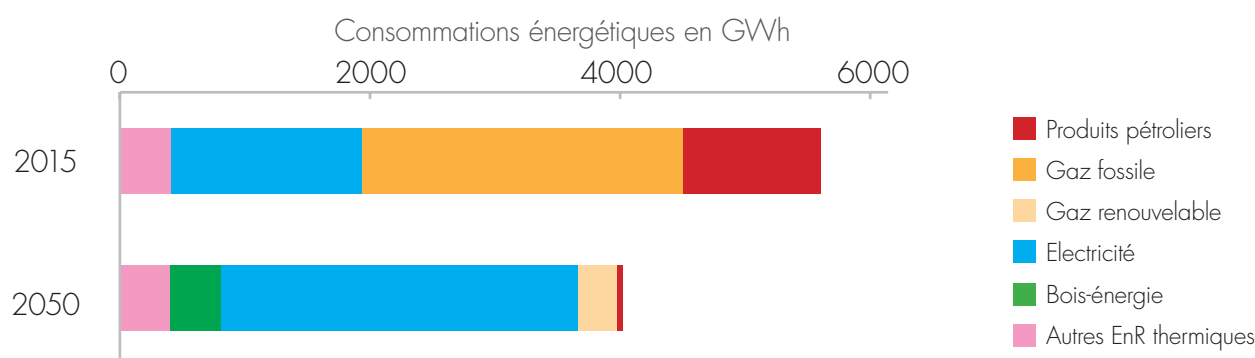
- Gain d'efficacité énergétique de 30% en moyenne
- Substitution des consommations énergétiques, hors électricité, par la chaleur fatale, la biomasse énergie et le gaz renouvelable (à parts égales)

RÉSULTATS À L'ÉCHELLE DE L'OISE EN 2050

-85% d'émissions GES
par rapport à 2015

-28% de consommations énergétiques
par rapport à 2015

ÉVOLUTION DU MIX ÉNERGÉTIQUE



AGRICULTURE

Objectif SNBC
pour 2050

-46% d'émissions GES

Emissions du secteur
en 2015

14% des émissions GES
de l'Oise

ACTIONS LISTÉES DANS LA SNBC ET DÉCLINAISON À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE

Sobriété et efficacité énergétique	Réduction de 50% des consommations (renouvellement matériel et pratiques)
Substitution énergétique	Développement et généralisation de l'usage des énergies renouvelables
Emissions non énergétiques (cf. hypothèses complémentaires)	- Réduction des doses d'azote minéral et substitution par de l'azote issu des produits organiques - Développement de l'agroforesterie et préservation des prairies - Augmentation de la surface de légumineuses en grande culture et intégration dans les prairies temporaires - Réduction des apports protéiques dans les rations animales et substitution des glucides par des lipides insaturés, avec ajout d'un additif, dans les rations des ruminants - Couverture des fosses à lisier et installation de torchères

HYPOTHÈSES COMPLÉMENTAIRES

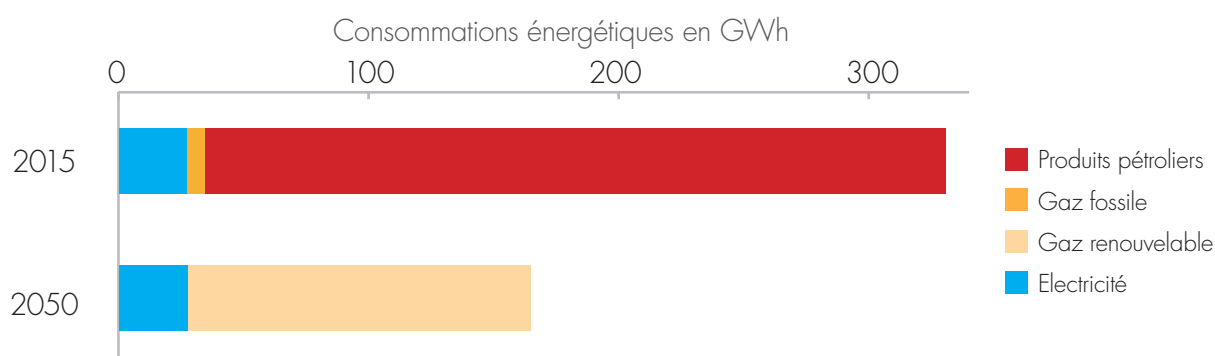
- Conversion des véhicules thermiques au gaz
- Réduction des doses d'azote minéral sur 75% de la SAU (Surface Agricole Utile) et substitution par l'azote issu des produits organiques sur 25% de la SAU
- Augmentation de la surface en légumineuses à graines en grande culture sur 90% de la SAU et dans les prairies temporaires sur 10% de la SAU
- Pour 95% des vaches laitières et porcins :
 - Couverture des fosses à lisier et installation de torchères
 - Réduction des apports protéiques dans les rations animales
 - Substitution des glucides par les lipides insaturés et ajout d'un additif dans les rations des ruminants

RÉSULTATS À L'ÉCHELLE DE L'OISE EN 2050

-43% d'émissions GES
par rapport à 2015

-50% de consommations énergétiques
par rapport à 2015

ÉVOLUTION DU MIX ÉNERGÉTIQUE



ÉNERGIES RENOUVELABLES

La stratégie SNBC ne détaille pas un scénario chiffré précis de développement des énergies renouvelables à l'horizon 2050 : d'autres sources de données ont donc été utilisées afin de pouvoir simuler une trajectoire dans ce domaine.

Concernant le vecteur « électricité renouvelable », l'étude s'est appuyée sur les scénarios RTE "Futurs Énergétiques 2050" afin de justifier les actions mises en place, en considérant qu'éolien et solaire photovoltaïque sont des énergies au potentiel significatif pour accroître la transition vers un territoire décarboné d'ici 2050.

La trajectoire simulée pour le gaz et la chaleur renouvelables s'est, quant à elle, appuyée sur l'identification des ressources mobilisables dans le département, et qui ont été confrontées aux besoins de ces énergies en 2050.

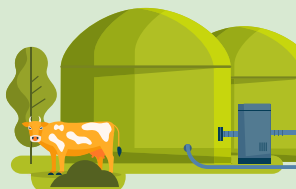
Cette transition énergétique se caractérise par la quête d'une production énergétique locale plus propre et respectueuse de l'environnement. La finalité est de répondre au maximum aux besoins énergétiques du territoire grâce aux gisements d'énergies renouvelables présents et mobilisables sur le territoire de l'Oise.

1- GAZ

Le gaz renouvelable, ou biogaz, est produit à partir de matières organiques telles que les plantations en intercultures, les résidus de culture et d'herbe, les déjections d'élevage, les résidus des industries agro-alimentaires ou encore les bio-déchets, par un processus de méthanisation. Grâce à la conversion de ces matériaux organiques en gaz, le territoire de l'Oise peut réduire sa dépendance aux combustibles fossiles dans les secteurs des transports, du bâtiment, de l'industrie et aussi dans l'agriculture. En outre, une fois le processus de méthanisation terminé, les agriculteurs peuvent récupérer le digestat pour alimenter leurs champs d'une source de matière organique qui favorise le développement des cultures.

Dans l'Oise, la **production actuelle** de gaz renouvelable injecté s'élève à 430 GWh¹, assurée par 22 unités de méthanisation. Sur le territoire départemental, le gaz se positionne comme une voie porteuse pour la valorisation des déchets organiques et la réduction des émissions de GES.

Une étude² réalisée par l'ADEME en partenariat avec Solagro identifie le gisement de méthanisation mobilisable dans l'Oise, en prenant en compte la non concurrence avec l'alimentation humaine ou animale, les divers objectifs agricoles et forestiers, ainsi que les usages matières. Ce potentiel considère également le taux maximum de prélèvement durable qu'un sol peut supporter. A l'échelle du département, le gisement est majoritairement composé de Cultures Intermédiaires Multi-Services Environnementaux, et de résidus de cultures.



Le **gisement** méthanisable permet de produire 3 000 GWh de gaz renouvelable à l'horizon 2050, ce qui représente un potentiel de 150 méthaniseurs de taille moyenne en activité sur le territoire de l'Oise d'ici 2050.

Les actions de substitution énergétique du scénario d'application de la SNBC à l'Oise ont pris en compte ce gisement pour ajuster au mieux les besoins en 2050 au gisement local. Ainsi, les **besoins** en gaz s'élèvent à 3 015 GWh par an et c'est donc l'intégralité du gisement qui est exploité en 2050 afin de subvenir aux besoins en gaz dans le département.

Pour répondre à des enjeux techniques et/ou d'acceptabilité sociétale, d'autres trajectoires de développement du gaz renouvelable peuvent être envisagées. Les alternatives consistent à diminuer la part exploitable du gisement local, mais nécessitent alors de produire plus d'électricité renouvelable en substitution du gaz. La stratégie proposée dans cette étude a pour but de donner des ordres de grandeur de développement du biogaz local.

¹ Source : Open Data Réseaux Energies. (2023). *Production annuelle de biométhane par site raccordé au réseau (au 31/12/22)*.

² Source : Solagro, pour ADEME. (2013). *Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation en France*.

2- ÉLECTRICITÉ

Afin de répondre à la croissance des besoins électriques de la SNBC, les énergies renouvelables électriques devront se développer davantage et plus rapidement. Deux sources d'énergies présentent des potentiels intéressants à exploiter dans l'Oise, l'éolien et le photovoltaïque.



Les éoliennes se sont massivement développées ces dernières années dans l'Oise. Même si les zones favorables à leur implantation sont limitées, il reste un potentiel de production conséquent.

Production actuelle³ : 1 490 GWh

Nombre actuel d'installations : environ 300

Gisement potentiel⁴ :

- 4 600 GWh (soit environ 1020 éoliennes)



Le développement des panneaux solaires reste encore timide au nord du pays, mais joue un rôle important dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Production actuelle³ : 83 GWh

Nombre actuel d'installations : 4 793

Gisement potentiel⁴ :

- 3 600 GWh sur toutes les toitures

- 500 GWh sur l'ensemble des parkings

Pour couvrir l'ensemble des besoins électriques en 2050 (environ 8 800 GWh), il serait nécessaire de couvrir l'ensemble des toitures de panneaux photovoltaïques (impliquant de lourds investissements pour le renforcement des structures bâties) et multiplier par trois le nombre d'éoliennes sur le territoire (nécessitant une acceptation locale). Cependant, au regard du contexte actuel, ces hypothèses ont été jugées trop ambitieuses. D'autres hypothèses plus réalistes ont donc été posées.

Hypothèses posées :

- Augmentation de 50% de la production par l'installation de davantage d'éoliennes et/ou par le renouvellement des machines actuelles par d'autres plus puissantes

Gisement exploité en 2050 : 2 100 GWh

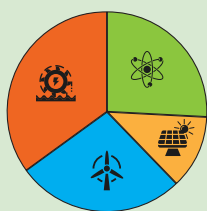
Hypothèses posées :

- 20% de couverture des toitures
- 60% des surfaces de parking exploitées
- Pas de centrale au sol⁵

Gisement exploité en 2050 : 1 400 GWh

Ces hypothèses ont donc pour conséquence que le gisement d'énergies renouvelables électriques locales, "raisonnablement exploitable" en 2050, ne permet pas de répondre aux besoins de 2050, cités plus haut.

Toutefois, d'autres moyens de production d'électricité décarbonée existent : le nucléaire et certaines EnR non locales (hydroélectricité, éoliennes en mer, etc.). La trajectoire de développement de l'électricité renouvelable proposée ici repose donc sur l'un des 6 scénarios proposés par RTE dans son rapport « Futurs énergétiques 2050 ». Au regard du gisement local exploité dans l'Oise (selon les hypothèses posées), le scénario "N1", qui repose sur un mix électrique composé de 74% d'EnR (dont 39% locales) et 26% de nucléaire à l'échelle de la France, a été retenu.



■ Nucléaire
■ Photovoltaïque
■ Éolien
■ EnR non locales

En 2050 et sur la base du scénario RTE "N1", le solaire photovoltaïque produit 1 400 GWh/an, soit 1/3 de la production EnR électrique locale, et l'éolien 2 100 GWh/an, soit les 2/3 restants.

Les besoins en électricité dans l'Oise s'élevant à 8 800 GWh, 3 000 GWh sont fournis par des EnR électriques non locales et 2 300 GWh par le nucléaire.

D'autres trajectoires de développement de l'électricité renouvelable peuvent être envisagées, qui augmentent ou diminuent la part exploitable du gisement local. Cependant, la stratégie proposée dans cette étude a pour but de donner des ordres de grandeur de développement des EnR électriques locales.

³ Source : Open Data Réseaux Energies. (2023). *Registre national des installations de production et de stockage d'électricité (au 30/06/23)*.

⁴ Le gisement potentiel est calculé en s'appuyant, pour le solaire, sur l'outil France Potentiel Solaire, porté par l'IGN et développé par Cythelia Energy, et pour l'éolien, sur le potentiel déterminé dans les Études de Planification Énergétique portées par le SE60.

⁵ Hors projet de la base de Creil (180 GWh) et faute de données suffisantes pour éviter les conflits d'usage, notamment avec l'agriculture.

3- CHALEUR

La production de chaleur renouvelable sur le territoire de l'Oise offre un potentiel conséquent afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Elle est étudiée à travers les ressources de biomasse énergie¹, solaire thermique, géothermie et chaleur fatale, ainsi que la distribution par réseau de chaleur. La chaleur devant être consommée localement, ce potentiel est confronté aux besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments et aux besoins de l'industrie.

BIOMASSE-ENERGIE

L'Oise, est couverte par 122 000 hectares de **forêt** (21% de la surface départementale). Chaque année, environ 185 000 m³ de bois sont utilisés dans l'Oise pour alimenter la filière bois énergie², soit approximativement un gisement biomasse énergie de 550 GWh. En outre, l'ADEME prévoit dans son scénario de gestion dynamique progressif³ une augmentation de 40% des prélèvements à l'horizon 2035, soit un gisement mobilisable supplémentaire de 220 GWh.

Les **déchets bois** provenant d'autres utilisations des produits bois sont également récupérables et valorisables en biomasse énergie. Ces déchets de classe B sont majoritairement du bois traité non dangereux, qui provient de la filière de déconstruction du bâtiment. Dans l'Oise, ce gisement représente environ 42 GWh⁴ à l'année.

Enfin, il existe un potentiel de gisement important via la plantation de **haies agricoles**. Au vu des besoins futurs de biomasse énergie ainsi que la nécessité de développer les puits de carbone, l'hypothèse est posée de l'exploitation de 23 400 kilomètres de haies (soit 60 mètres linéaires de haies par hectare) dont la récolte servira de biomasse énergie.



Ces hypothèses permettent d'atteindre un potentiel de bois-énergie de l'ordre de 1 090 GWh :

- 770 GWh de biomasse issue de l'exploitation forestière,
- 281 GWh grâce à la plantation et l'exploitation de haies⁵,
- et 42 GWh de déchets issus d'autres valorisations.

AUTRES SOURCES DE CHALEUR RENOUVELABLE

La **géothermie** « très basse énergie » (qui exploite la chaleur des 200 premiers mètres de profondeur du sous-sol à l'aide d'une pompe à chaleur) permet de produire de façon durable de la chaleur et/ou du froid pour répondre aux besoins résidentiels, tertiaires, agricoles, industriels, directement sur site ou via un réseau de chaleur. La trajectoire proposée repose sur un développement massif de cette énergie dans le secteur des bâtiments, résidentiels et tertiaires. L'installation de systèmes de géothermie représente ainsi 5% des consommations de ce secteur d'ici 2050.

La **chaleur fatale** (énergie thermique indirectement produite par un processus) est principalement générée lors de processus industriels. Elle peut être intégrée dans des réseaux de chaleur pour le chauffage des bâtiments ou utilisée pour alimenter d'autres processus industriels. Dans le scénario SNBC appliqué à l'Oise, environ 405 GWh de chaleur fatale sont consommés par le secteur industriel, ce qui nécessite des investissements conséquents et la mise en œuvre d'innovations pour améliorer l'efficacité énergétique du secteur.

La technologie **solaire thermique** capte le rayonnement solaire pour produire de l'eau chaude sanitaire, voire du chauffage, dans les bâtiments, ainsi que de la chaleur pour les processus industriels. L'hypothèse posée pour cette énergie est le déploiement de chauffe-eaux solaires sur 5% des bâtiments, résidentiels et tertiaires, d'ici 2050.

RESEAUX DE CHALEUR

Les réseaux de chaleur sont un moyen efficace pour décarboner le chauffage et la production d'eau chaude dans les bâtiments. Ces réseaux se basent sur un système de production de chaleur mutualisé et alimenté par des énergies renouvelables. Cette distribution de chaleur par réseau élimine la nécessité d'installer des chaudières individuelles, et offre ainsi une meilleure efficacité énergétique et une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre. L'application de la SNBC repose sur un développement des réseaux de chaleur permettant de doubler la chaleur livrée par ces réseaux à l'horizon 2050.

¹ Certaines filières biomasse-énergie n'ont pas pu être intégrées à cette étude faute de données suffisantes sur le gisement (miscanthus, lin...).

² Source : Services de l'Etat dans l'Oise. (mis à jour le 02/03/2023) *Exploitation forestière dans l'Oise*.

³ Source : IGN et FCBA, pour ADEME. (2016, février). *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035*

PUITS DE CARBONE

Un puits de carbone est un réservoir qui absorbe, par un mécanisme naturel ou artificiel, les Gaz à Effet de Serre et les stocke en dehors de l'atmosphère. Les principaux puits de carbone sont les océans et certains milieux continentaux comme les forêts, les tourbières, etc.

Au niveau international, l'Accord de Paris invite les différents pays à prendre des mesures afin de conserver et de renforcer les puits et réservoirs de GES, dont les forêts. Pour cela, les secteurs sylvicoles et agricoles sont stratégiques pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. En plus de répondre aux besoins énergétiques, et en produits biosourcés, ils peuvent contribuer à l'absorption des émissions GES incompressibles dans les produits bois et dans le sol.

Actuellement, l'Oise stocke 611 kteqCO₂/an⁶, quasiment uniquement grâce aux 122 000 hectares de surface boisée. Après application de la SNBC à l'Oise, en 2050, 1 220 kteqCO₂/an d'émissions de Gaz à Effet de Serre restent incompressibles et doivent être stockées dans des puits de carbone pour atteindre le "zéro émission nette".

Des hypothèses (détaillées ci-contre) ont donc été posées afin de développer les puits de carbone sur le territoire. Certaines de ces hypothèses sont complémentaires avec des actions permettant de diminuer les émissions de GES du territoire (plantation de haies pour la biomasse énergie, développement des intercultures pour réduire les doses d'azote, etc.).

En outre, la SNBC prévoit que, à l'échelle de la France, 18% des émissions résiduelles en 2050 pourront être stockées grâce aux technologies de capture et stockage de carbone. Ces technologies étant encore expérimentales et très coûteuses, il ne sera pas possible de stocker l'ensemble des émissions résiduelles via ces puits technologiques. Cette hypothèse est donc appliquée à l'Oise : cela signifie que 210 kteqCO₂ seront stockées par an grâce aux puits de carbone technologiques.

RESULTATS

Les hypothèses posées permettent de stocker 606 kteqCO₂ supplémentaires par an, soit un total de 1 217 kteqCO₂ stockées annuellement dans l'Oise.

La trajectoire proposée de développement des puits de carbone permet alors d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Hypothèses de développement des puits de carbone (cf. page 5)

Implantation de haies

Atteindre 23 400 km de linéaire de haies (cf. page 14)
Emissions stockées⁶ : 215 kteqCO₂/an



Développement de l'agroforesterie

Augmenter la Surface Agricole Utile en agroforesterie de 12 000 ha
Emissions stockées⁶ : 44 kteqCO₂/an

Optimisation des prairies

Développer la gestion de 100% des prairies
Emissions stockées⁶ : 19 kteqCO₂/an



Amplification des intercultures

Planter des cultures intermédiaires sur 85% des cultures de printemps
Emissions stockées⁶ : 78 kteqCO₂/an

Modification des pratiques agricoles

Passer à des méthodes sans labour sur 20% de la Surface Agricole Utile
Emissions stockées⁶ : 40 kteqCO₂/an



Développement des puits technologiques

Concevoir des innovations technologiques pour stocker 18% des émissions résiduelles
Emissions stockées : 210 kteqCO₂/an



⁴ Source : Fibois Hauts-de-France. (2023). *Panorama du bois-énergie en Hauts-de-France 2023*.

⁵ On pose l'hypothèse d'une récolte sur haies de 12 MAP/km/an (MAP = mètre cube apparent).

⁶ Simulation des flux de carbone grâce à l'outil ALDO de l'ADEME.

SCENARIO DE COMPARAISON

Une trajectoire de comparaison a été scénarisée afin de questionner le besoin de massifier les actions de sobriété et d'efficacité énergétique, pour parvenir à atteindre le "zéro émission nette" à l'échelle de l'Oise en 2050.

METHODOLOGIE DU SCENARIO DE COMPARAISON

La trajectoire de comparaison présente une situation dans laquelle les énergies fossiles sont substituées par des énergies décarbonées sans diminuer les consommations au préalable, et ce, tout en essayant d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Cette hypothèse se base sur le constat que la consommation finale énergétique en France n'a quasiment pas diminué depuis le début des années 2000¹. La question à laquelle cette scénarisation tente de répondre est donc la suivante : est-il possible d'atteindre la neutralité carbone sans diminuer au préalable les consommations d'énergie et sans modifier certaines pratiques agricoles et industrielles ?

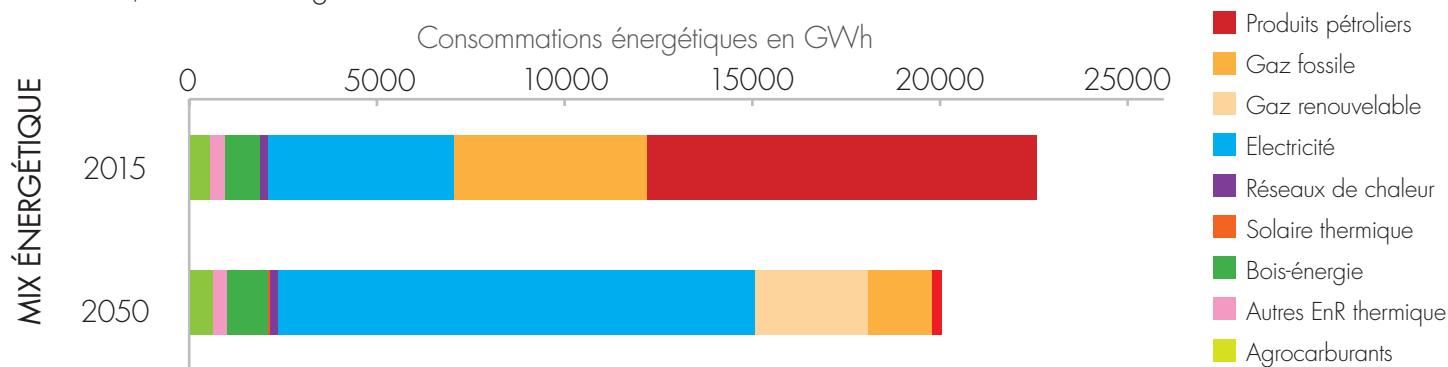
HYPOTHÈSES POSÉES

Bâtiments	• Substitution des produits pétroliers dans les maisons individuelles par des pompes à chaleur (PAC) • Substitution du gaz dans les maisons individuelles et bâtiments tertiaires à hauteur de 50% par des PAC²
Transports	• Électrification quasi complète du parc de véhicules particuliers • Conversion des bus à 75% à l'électricité et 25% au gaz • Substitution complète des produits pétroliers du transport maritime par du gaz • Substitution des produits pétroliers du fret routier à 57% par du gaz et 43% par de l'électricité • Substitution des carburants du secteur aérien pour diminuer les émissions du secteur de 50%
Industrie	• Electrification jusqu'à 70% du mix énergétique du secteur • Les 30% restants sont majoritairement du gaz
Agriculture	• Conversion totale des véhicules thermiques au gaz

GISEMENTS ENR EXPLOITÉS

Le gisement bois-énergie identifié (cf. page 14) est intégralement sollicité. Il en est de même du gisement de gaz renouvelable, dont l'exploitation des 3 000 GWh produits sur le territoire permet de substituer une partie des 4 850 GWh de gaz naturel consommés dans l'Oise (les 1 850 GWh restants sont toujours issus de l'importation de gaz fossile).

La demande en électricité, quant à elle, augmente très fortement par rapport au scénario d'application de la SNBC à l'Oise : les besoins atteignent 13 000 GWh par an sur le territoire. Cette fois-ci, c'est un autre scénario de RTE, qui est retenu : le "N03" qui augmente la part d'énergie nucléaire dans le mix énergétique français. Ainsi, 4 300 GWh seront couverts par la production nucléaire nationale et 1 900 GWh par les énergies renouvelables non locales. Les besoins électriques restants (6 800 GWh) seront couverts par la mobilisation de 75% des gisements éolien et photovoltaïque : ce qui correspond la mise en service de 450 éoliennes supplémentaires sur le département, la couverture de l'ensemble des parkings par des ombrières photovoltaïques et la pose de panneaux photovoltaïques sur 70% des bâtiments résidentiels, tertiaires, industriels et agricoles.



¹ Source : DATALAB. (2023). *Chiffres clés de l'énergie*, édition 2022. p34

² Le gisement bois-énergie étant déjà intégralement mobilisé par la substitution des produits pétroliers dans les maisons, et la géothermie demandant une implication forte du territoire, la substitution se fait au profit des pompes à chaleur aérothermiques.

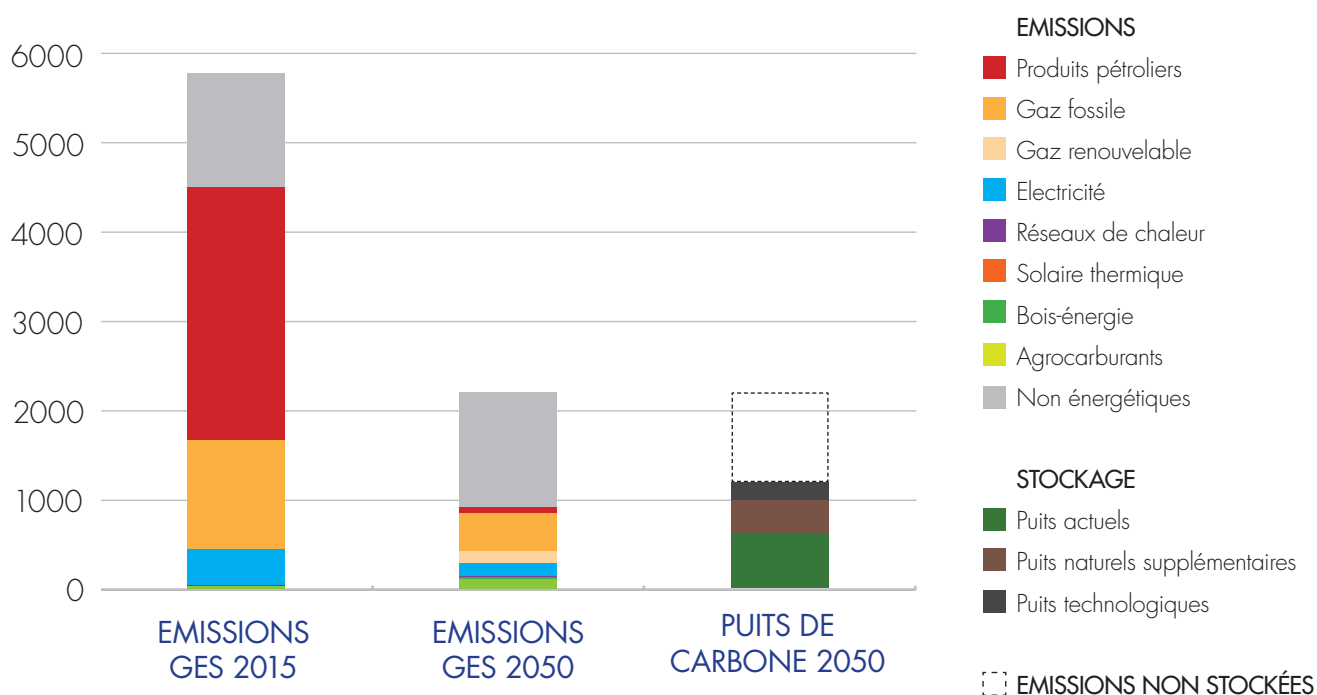
RESULTATS

Sans la diminution préalable des consommations énergétiques avant substitution par des énergies moins carbonées, et sans changement de certaines pratiques agricoles et industrielles permettant de réduire les émissions non énergétiques, l'action locale concentrée sur la production EnR permet tout de même de diminuer les émissions GES de 60% d'ici 2050. Les émissions résiduelles s'élèvent alors à 2 207 kteqCO₂ par an. Considérant les hypothèses de développement des puits de carbone posées en page 15, ce sont 990 kteqCO₂ qui ne seront alors pas stockées et qui continueront à alimenter le dérèglement climatique. En outre, certains secteurs d'activité restent fortement dépendants du gaz naturel, voire des produits pétroliers, énergies fossiles importées.

Il pourrait être argumenté que cette trajectoire sans efforts de diminution des consommations est atteignable grâce aux synergies entre territoires et au développement massif des puits technologiques. Néanmoins, il convient de le nuancer : même si l'énergie importée dans l'Oise pouvait être d'origine française (à l'image de l'électricité nucléaire ou issue des éoliennes offshore), il resterait nécessaire d'exploiter 75% des gisements éolien et photovoltaïque du département, ce qui représenterait un défi majeur en matière d'investissements, de techniques et d'acceptabilité citoyenne. En outre, le recours massif à des puits de carbone technologiques représenterait plusieurs centaines de millions d'euros d'investissements annuels rien qu'à l'échelle de l'Oise, sans même considérer la complexité technique. Enfin, cet argumentaire n'est pas tenable à partir du moment où l'ensemble des territoires de France (et du monde) adopteraient la même stratégie, qui reposerait sur la production voisine et des technologies disponibles en quantité insuffisante, pour atteindre la neutralité carbone.

En conclusion, ce scénario de comparaison permet de constater qu'une diminution massive des consommations énergétiques, couplée à un changement des pratiques agricoles et industrielles, est indispensable pour atteindre la neutralité carbone à l'échelle de l'Oise (et très certainement à l'échelle de la France entière). Ainsi, cette diminution doit être amorcée au plus tôt afin de contribuer à l'objectif de rester sous la barre des +2°C de réchauffement climatique à l'échelle mondiale.

Graphique 2 Résultats du scénario de comparaison : baisse des émissions GES entre 2015 et 2050 et puits de carbone



CONCLUSION

Ce rapport d'étude présente une déclinaison de la "Stratégie Nationale Bas-Carbone" (SNBC) à l'échelle du département de l'Oise. Son objectif a été de démontrer la possibilité d'atteindre un équilibre entre émissions et séquestration de Gaz à Effet de Serre à l'échelle du territoire. Cette étude, réalisée à l'échelle du département, montre ainsi la juste contribution du territoire de l'Oise à l'atteinte de la neutralité carbone au niveau planétaire, dans une logique de partage équitable de l'effort.

Les objectifs chiffrés de la SNBC ont été déclinés sur le territoire en prenant en compte les spécificités locales. L'ensemble des secteurs d'activités ont fait l'objet d'un travail spécifique : efficacité énergétique dans les bâtiments et dans les industries, décarbonation des transports ou encore mise en œuvre de pratiques agricoles durables. En l'absence d'objectifs précis sur certains secteurs d'activités, des hypothèses complémentaires ont été posées afin de répondre à la problématique de diminution des émissions GES. Enfin, concernant le développement nécessaire des énergies renouvelables et bas carbone locales, la SNBC ne précise pas de trajectoire : cette étude s'est par conséquent appuyée sur un ensemble de documents disponibles et sur des modélisations de potentiels locaux d'énergies renouvelables.

En parallèle, un second scénario a été modélisé afin d'apporter un regard critique sur les hypothèses de travail. Ce scénario de comparaison permet de tester l'hypothèse d'une décarbonation des différents secteurs d'activité en l'absence de mise en œuvre d'actions de réduction des consommations d'énergie et de modification des pratiques agricoles et process industriels.

Les résultats sont clairs : la déclinaison du scénario de la Stratégie Nationale Bas Carbone à l'Oise montre qu'il est **possible d'équilibrer les émissions et la séquestration des émissions de Gaz à Effet de Serre à l'échelle du territoire**, et ainsi d'atteindre une forme de neutralité carbone départementale. Néanmoins, ce résultat ne peut être obtenu qu'en réunissant certaines obligations :

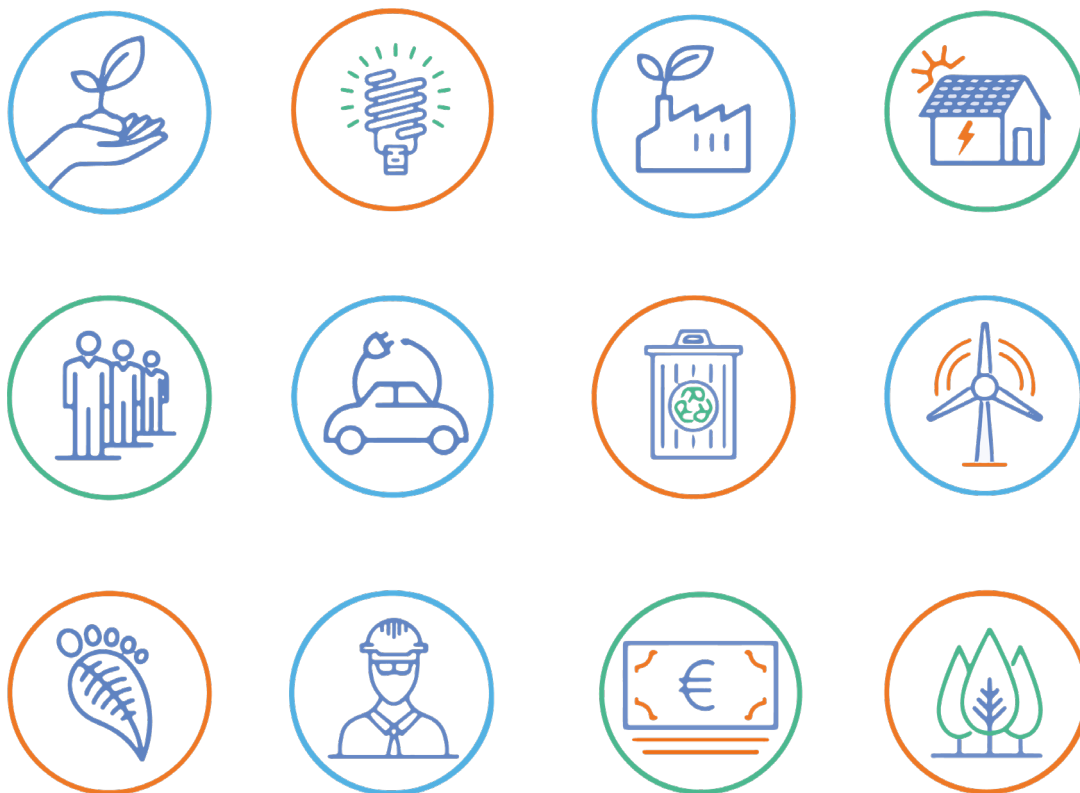
- Une **vision systémique de la Transition Énergétique et Écologique** et une **action simultanée sur l'ensemble des secteurs** d'activités,
- La **mobilisation et l'implication de l'ensemble des acteurs** du territoire (collectivités, État, entreprises, citoyens, etc.),
- La **diminution forte des consommations d'énergie**, grâce à la mise en œuvre de politiques ambitieuses de sobriété et d'actions d'efficacité,
- La **massification des énergies renouvelables locales**, notamment le solaire photovoltaïque et la méthanisation, et la poursuite du développement des autres filières (éolien, géothermie, etc.),
- Le **changement de pratiques agricoles**, permettant à la fois de diminuer les émissions GES du secteur et surtout d'augmenter la séquestration carbone dans les sols et la végétation,
- La **mise en œuvre dès maintenant** des actions de Transition, afin de rattraper le retard accumulé ces dernières années en matière de lutte contre le dérèglement climatique.

En se focalisant sur le département de l'Oise, cette étude n'intègre pas un volet incontournable de la Transition Énergétique : la **nécessaire solidarité entre les territoires** aux niveaux national et international. Les territoires de l'Oise devront potentiellement "aller plus loin" en matière de développement des énergies locales ou de séquestration des émissions GES par les puits de carbone. Les résultats chiffrés de ce rapport, notamment en matière de développement des énergies renouvelables, permettent de définir un cap à atteindre (qui peut toutefois évoluer en fonction des hypothèses choisies). Les ordres de grandeur sont présentés dans l'objectif de proposer un scénario de Transition Énergétique et Écologique réaliste et applicable, afin d'aider les collectivités de l'Oise à se projeter dans la mise en œuvre de leur politique Climat Air Énergie. En outre, les changements majeurs esquissés dans ce rapport mettent en lumière le besoin pour les élus de l'Oise d'être dès à présent particulièrement attentifs à l'**acceptabilité sociétale des projets à mener**.

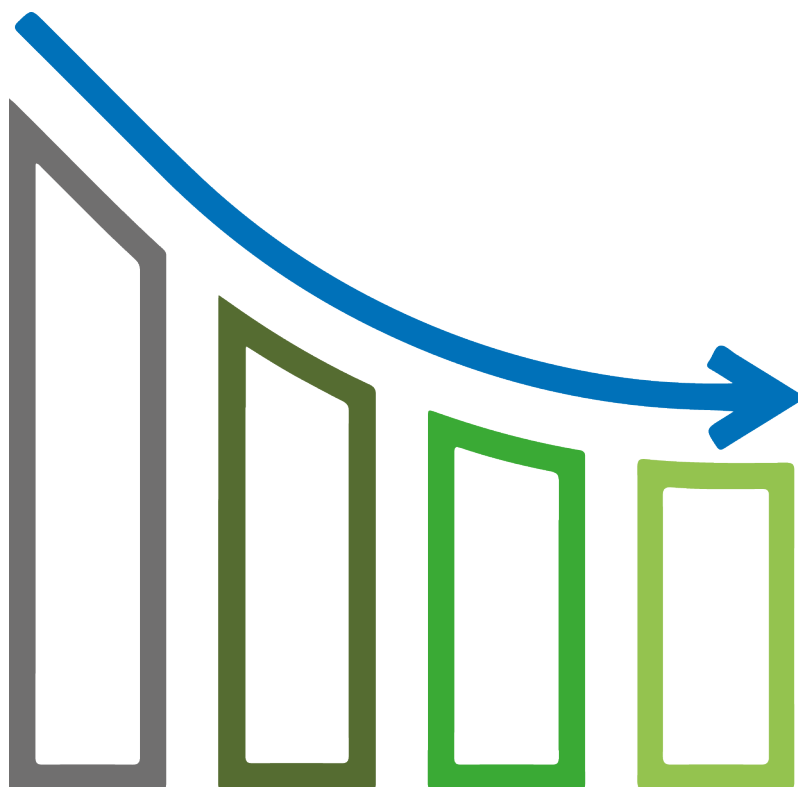
En conclusion, nous rappelons que **la neutralité carbone comme objectif local n'est pas suffisante pour parvenir à atteindre un équilibre planétaire**. Toutefois, à l'échelle de l'Oise, l'objectif reste la contribution à la neutralité carbone planétaire, dans une logique d'un partage juste et équitable de l'effort à fournir. Cette déclinaison de la SNBC au département vise ainsi à **accompagner la prise de décision nécessaire à l'échelle locale** en vue d'accélérer la transition vers un territoire à faible émission de carbone.

Pour toute demande de complément sur les hypothèses, les chiffres, etc.,
contacter le Service Planification du SE60

Retrouver la SNBC sur
<https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>



La transition écologie et solidaire
vers la neutralité carbone



« Transformer notre monde », c'est l'ambition de l'Agenda 2030 adopté par les Nations Unies en septembre 2015. Ce programme rassemble 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) universels, transversaux et interdépendants. Il marque l'urgence d'accélérer et d'intensifier les transitions de nos sociétés. Cette publication y contribue, et en particulier aux suivants :

**OBJECTIFS
DE DÉVELOPPEMENT
DURABLE**



Syndicat d'Énergie de l'Oise
9164 avenue des censives
60000 Tillé
Tél : 03.44.48.32.78
se60@se60.fr

