

OUTIL DE CALCUL D'UNE TRAJECTOIRE SNBC TERRITORIALISÉE A L'ÉCHELLE EPCI : METHODOLOGIE DETAILLEE

Construction d'une
méthodologie pour élaborer des
trajectoires climat de référence
adaptées à l'échelle
infrarégionale et développement

RAPPORT FINAL



EXPERTISES

**Nov
2024**

| | |
|---|-----------|
| PARTIE 1 – CADRAGE GENERAL | 3 |
| 1. Rappel sur les éléments constitutifs de la méthode | 3 |
| 2. Territoires impliqués dans la construction de l’outil de calcul | 3 |
| PARTIE 2 – MODALITES DE FONCTIONNEMENT DE L’OUTIL..... | 4 |
| 1. Architecture | 4 |
| 2. Périmètres de comptabilisation et données d’entrée..... | 5 |
| 3. Traitements et hypothèses retenues pour le scénario de référence | 6 |
| PARTIE 3 – SELECTION DES PIVOTS POUR L’EXERCICE DE TERRITORIALISATION DES EMISSIONS DE GES ET DES CONSOMMATIONS D’ENERGIE PAR SECTEUR..... | 10 |
| 1. La notion de pivot..... | 10 |
| 2. Choix des pivots pour l’exercice de territorialisation des émissions de GES et des consommations par secteur | 13 |
| 3. Territorialisation de la production d’énergies renouvelables | 18 |
| ANNEXES | 19 |
| Annexe 1 : Éléments de la SNBC à considérer | 19 |
| Annexe 2 : Visualisation de trajectoires..... | 20 |

PARTIE 1 – CADRAGE GENERAL

1. Rappel sur les éléments constitutifs de la méthode

L'objectif de la phase 2 de l'étude était de co-construire et expérimenter avec des collectivités pilotes la méthode d'élaboration d'une trajectoire de référence théorique. Cela a notamment nécessité la construction d'un outil de calcul permettant de territorialiser les objectifs de la SNBC à l'échelle EPCI en matière d'émissions et de séquestration de GES, ainsi que de consommation d'énergie finale. Les spécificités et modalités d'utilisation de l'outil sont explicitées ci-après.

La méthode d'élaboration de trajectoires climat de référence adaptées à l'échelle infrarégionale se compose :

- D'un outil de calcul, sous format Excel intitulé dans sa dernière version en date : Trajectoire GES de référence-V1.1-20240905. Le tableur peut être utilisé par une personne en autonomie. Il intègre des éléments de contexte, une notice d'utilisation et des champs à compléter. L'outil en Open Source est conçu pour être diffusé largement pour faciliter les interactions entre les différents outils d'accompagnement des territoires et permettre une transparence des hypothèses utilisées. L'outil est verrouillé (sans code de déverrouillage) pour sécuriser une utilisation standard et éviter les erreurs de saisie. Ainsi, certains onglets masqués, intégrant des bases de données ou des calculs sont accessibles aux utilisateurs experts ;
- De la présente partie du rapport qui présente de manière plus détaillée les éléments intégrés dans l'outil, notamment les hypothèses et principes de construction pour en garantir la transparence. Ces descriptions peuvent, le cas échéant, faciliter une transition de l'outil depuis le tableur Excel vers un format plateforme web ;
- D'éléments complémentaires à intégrer au référentiel du programme « Territoire engagé Transition Ecologique », avec pour objectif d'aboutir à une version bêta de ce référentiel actualisé.

Le rapport complet qui présente toutes les phases de l'étude, dont le présent guide méthodologique, est téléchargeable sur la librairie de l'ADEME : <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique/7781-trajectoires-ges-territorialisees-de-la-snbc-a-l-echelle-infraregionale.html>

2. Territoires impliqués dans la construction de l'outil de calcul

Par le biais de ses directions régionales, l'ADEME a lancé un appel à candidature auprès de territoires pour expérimenter l'outil. La sélection a été guidée par la représentation de cas de figure contrastés et de régions différentes pour intégrer un maximum de spécificités.

13 territoires ont participé à l'expérimentation :

- CA d'Epinal - SCOT des Vosges centrales
- PETR Terres de Lorraine
- Strasbourg Ville et Eurométropole
- Rennes Métropole
- Rouen Métropole Normandie
- CA de La Rochelle
- CU Grand Poitiers
- CC Chinon Vienne et Loire
- Grand MONTAUBAN
- CC Astarac Arros en Gascogne
- CA Ouest Rhodanien (COR)
- CC Pays du Mont Blanc
- Grenoble Alpes Métropole

Ces territoires, situés dans 7 régions différentes, ont été accompagnés par les Directions Régionales concernées :

- ADEME Grand Est
- ADEME Bretagne
- ADEME Normandie
- ADEME Nouvelle Aquitaine
- ADEME Centre Val de Loire
- ADEME Occitanie
- ADEME Auvergne – Rhône Alpes

Une version bêta de l’outil et une première version du mode d’emploi a été testée sur un territoire « martyr » en associant des experts thématiques,. Une version améliorée a été envoyée à tous les territoires pour une utilisation en autonomie, avec un appui des prestataires, complétée d’un questionnaire d’évaluation (compréhension, difficultés rencontrées).

Après intégration des retours, une nouvelle version opérationnelle a été diffusée, puis enrichie à l’occasion de travaux complémentaires mené par les prestataires.

PARTIE 2 – MODALITES DE FONCTIONNEMENT DE L’OUTIL

1. Architecture

L’outil de calcul est dans un premier temps proposé sous format Excel (tableur). Il pourrait évoluer ensuite vers une plateforme web.

L’outil est composé de plusieurs onglets :

| | |
|--------------------------|--|
| Introduction | Onglet d'informations générales |
| Notice | Onglet -Guide d'utilisation |
| Caract_Territoire | Onglet permettant de renseigner les caractéristiques du territoire |
| Carto_en-GES | Onglet permettant de renseigner les données d'observatoire énergie / Gaz à effet de serre pour l'année de référence (2015) |
| Traj_planifiée | Onglet permettant de renseigner les objectifs du territoire pour les comparer au scénario de référence (facultatif) |
| Traj_Observée | Onglet permettant de détailler année par année la trajectoire du territoire (facultatif) |
| TOUS SECTEURS | Onglet détaillant la trajectoire de référence du territoire |
| ONGLETS SECTEURS | - Onglets détaillant la trajectoire de référence du territoire par secteur |
| ENR | Onglet détaillant la trajectoire de référence du territoire concernant la production ENR |

L'utilisateur est invité à renseigner les données de son territoire dans les 4 premiers onglets :

- Renseignement des caractéristiques du territoire

Il est possible de renseigner plusieurs numéros d'EPCI (leurs résultats seront alors sommés). Les différentes données socio-économiques du territoire sont alors récupérées automatiquement depuis des bases de données intégrées à l'outil. L'utilisateur a toujours la possibilité de modifier manuellement les valeurs proposées.

- Renseignement des données énergies / GES du territoire sur l'année de référence (2015¹)

Renseignement des données d'émissions de GES transmises par l'observatoire, éventuellement complétées (ou comparées à) par celles du CITEPA (inventaire GES territorialisé 2018²).

Renseignement des données de séquestration à partir de l'outil en ligne ALDO.

Les données de consommation d'énergie finale et de production d'énergies renouvelables doivent également être fournies.

- Renseignement des objectifs énergies/GES du territoire (facultatif, pour générer la « trajectoire planifiée du territoire »)

Intégration des données de la stratégie locale du territoire, en termes d'émissions de GES et de consommations d'énergie finale par secteur.

- Renseignement de la trajectoire historique du territoire (facultatif, pour générer la « trajectoire observée du territoire »)

Données d'émission et de consommation d'énergie fournies par l'observatoire, pour les différentes années, à titre de comparaison.

2. Périmètres de comptabilisation et données d'entrée

Conformément à la méthode de comptabilisation de la SNBC 2, et en cohérence avec les PCAET, cet outil repose sur une méthode de comptabilisation cadastrale des flux de carbone (SCOPE 2). Sont donc comptabilisés les flux effectifs recensés sur le territoire, ainsi que les émissions indirectes liées à la consommation d'électricité. Il ne s'agit donc pas d'une approche par l'empreinte carbone recensant les flux dont les acteurs du territoire sont responsables. Ainsi, la production d'énergies sur le territoire pour injection dans les réseaux électriques ou de gaz n'a pas d'impact sur la trajectoire GES du territoire, mais elle contribue à la décarbonation du mix énergétique national.

La comparaison des périmètres des secteurs et des énergies selon différentes sources (SNBC2, SNBC3, observatoires régionaux, inventaire GES territorialisé du CITEPA, outils open data) a permis de dégager un dénominateur commun suffisamment consensuel et partagé :

- Secteurs de consommation d'énergie et d'émission :
 - Résidentiel
 - Tertiaire
 - Industrie
 - Agriculture
 - Transports
 - Déchets
 - Branche énergie
- Secteurs d'émission uniquement :
 - UTCATF
 - CSC (capture et séquestration technologique du carbone)
- Energies finales :
 - Produits pétroliers (dont organo-carburants)
 - Gaz
 - Electricité

¹ L'année de référence est définie à 2015, pour coïncider avec l'année de référence du scénario national de référence choisi (SNBC). Cette année coïncide par ailleurs également avec la plupart des documents de planification locaux (PCAET, SRADDET) actuellement en vigueur. Celle-ci pourra toutefois évoluer à l'avenir, avec la prochaine version de la SNBC.

² <https://www.citepa.org/fr/inventaire-spatialise/>

- Chauffage et froid urbain
- EnR thermiques
- Combustibles Minéraux Solides
- Hydrogène

Conformément aux recommandations de l'étude de faisabilité, la maille de territoire la plus petite retenue est celle de l'EPCI. L'expérimentation auprès des territoires pilote a permis néanmoins d'identifier des cas d'usage nécessitant l'agrégation de plusieurs EPCI (correspondant aux territoires de type SCOT, PETR, voir département ou région). La possibilité est donc offerte à l'utilisateur de considérer plusieurs EPCI dans les données d'entrée et de recomposer tout type de territoire par une somme d'EPCI, jusqu'au niveau régional par exemple.

Deux cas de figure sont envisagés :

- **Cas 1 : les données des EPCI sont intégrées dans des onglets spécifiques (ex. ALDO). A partir du code EPCI il est donc possible d'obtenir automatiquement des résultats. C'est très facile d'utilisation mais nécessite de disposer de données équivalentes sur la France entière, et implique une moindre appropriation des données d'entrées par les utilisateurs. Cela pose également un problème d'actualisation des données.**
- **Cas 2 : l'utilisateur est invité à rentrer des données facilement identifiables (ex Diagflash de Destination TEPOS), provenant de sources bien identifiées dans l'outil (INSEE, Observatoire, etc.).**

Les données intégrées à l'outils sont précisées dans le tableau ci-dessous.

| Type de donnée | Secteur | Source | Intégré à l'outil | à Externe |
|---|-------------------|---|-------------------|-----------|
| Surface | EnR | Insee (dossier complet) | X | |
| Projections démographiques départementalisées | Transversal | Insee (Omphale) | X | |
| Nombre de logements | Résidentiel | Insee (dossier complet) | X | |
| DJU départementaux | Résidentiel | SDES | X | |
| Nombre de ménages | Résidentiel | Insee (dossier complet) | X | |
| Emplois | Tertiaire | Insee (dossier complet) | X | |
| Emplois par branche | Industrie | Insee (FLORES) | X | |
| Données agricoles | Agriculture | RGA 2020 | X | |
| Typologie urbaine | Transport | Insee | X | |
| Emissions | UTCATF | ALDO | | X |
| Autres données énergie /climat | Tous, hors UTCATF | Observatoire régional | | X |

Liste des données d'entrée et de leur intégration (ou non) dans l'outil

Des informations sur ces données et traitements éventuels sont fournies dans les paragraphes suivants.

3. Traitements et hypothèses retenues pour le scénario de référence

Le scénario de référence utilisé actuellement dans l'outil est le scénario AMS³ de la SNBC2 (cf. onglet « Traj_supra ». Plusieurs traitements ont été effectués pour aboutir à un niveau de désagrégation suffisant pour le travail de territorialisation et pour se placer sur un périmètre cohérent avec les trajectoires des territoires. Ces traitements sont détaillés dans les paragraphes suivants.

³ Le scénario AMS (Avec Mesures Supplémentaires) est le scénario de projet de la SNBC, par opposition au scénario AME (Avec Mesures Existantes) qui constitue le scénario tendanciel

Périmètre métropolitain

L'outil est adapté au contexte métropolitain, cohérent avec le choix des pivots (cf. sous-partie 3). La Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC), du ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des territoires a communiqué les trajectoires d'émission du scénario AMS ce périmètre.

Les trajectoires d'émissions sectorielles du scénario AMS sont fournies au format « SECTEN ». Elles ont été converties au format adapté aux PCAET. Les émissions de la production centralisée de chaleur et d'électricité (attribuées au secteur « branche énergie » dans le format SECTEN), ont été réaffectées aux différents secteurs de demande, au prorata de la consommation finale de chaleur et d'électricité et en combinant :

- Les trajectoires d'émission de production centralisée d'électricité et de chaleur (données complémentaires fournies par la DGEC, au format CRF de l'ONU, pour le niveau de détail) ;
- Les consommations finales d'électricité et de chaleur par secteur, fournies par la DGEC.

Un traitement supplémentaire a été effectué pour l'électricité. La comptabilité régionale utilise des facteurs d'émission différenciés pour chaque secteur et sous-secteur ou usage. Ce sont donc les facteurs d'émission issus de la Base Carbone de l'Ademe qui ont été utilisés afin d'être le plus en cohérence possible avec cette méthode de calcul. La différence avec une approche simplifiée (facteur d'émission moyen du mix électrique) a toutefois un impact relativement modéré sur les trajectoires globales, du fait du mix électrique français déjà faiblement carboné.

Désagrégation des émissions par sous-secteur ou usage

Certains secteurs ont été subdivisés en sous-secteurs ou usages.

On dispose de la trajectoire d'émission du scénario AMS pour le secteur « bâtiment ». Il était nécessaire de ventiler les informations en distinguant le « résidentiel » du secteur « tertiaire ». Des données complémentaires fournies par la DGEC au format CRF⁴ de l'ONU ont permis d'effectuer cette ventilation. A noter qu'elle ne sera plus nécessaire avec les données de la SNBC3 (ça ne l'est déjà plus avec les trajectoires de consommation énergétique).

La part de l'usage « chauffage » a ensuite été extraite des émissions et consommations totales du secteur résidentiel. A l'examen des hypothèses retenues dans le scénario AMS de la SNBC2, les ratios que nous avons utilisés sont les suivants :

| Grandeur | 2015 | 2030 | 2050 |
|--|------|------|------|
| Part du chauffage dans les émissions GES du résidentiel | 90% | 90% | 100% |
| Part du chauffage dans la consommation d'énergie finale du résidentiel | 66% | 69% | 53% |

Evolution de la ventilation des émissions et consommations d'énergie du résidentiel selon les usages « chauffage » et « autres »

Enfin, pour les émissions et consommations du chauffage, on distingue la part des maisons individuelles, de celle du logement collectif. A défaut de données plus précises issues du scénario AMS, nous avons repris le ratio en énergie du Scénario négaWatt 2022, qui reste relativement stable au cours du temps :

| Grandeur | 2015 | 2030 | 2050 |
|--|------|------|------|
| Part des maisons individuelles dans les émissions GES de l'usage chauffage résidentiel | 73% | 71% | 71% |
| Part des maisons individuelles dans les consommations d'énergie de l'usage chauffage résidentiel | 73% | 71% | 71% |

Evolution de la ventilation des émissions et consommations d'énergie de l'usage « chauffage » résidentiel selon les typologies de logement (maison individuelle vs. logement collectif)

⁴ « Common Reporting Format » : format officiel des inventaires d'émission de gaz à effet de serre, tel que transmis à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CNUCC).

Concernant le secteur des transports, les émissions du transport routier ont été extraites des données complémentaires de la DGEC au format CRF. Une distinction a été faite entre les émissions attribuables à la mobilité régulière et celles attribuables à la mobilité locale. En l'absence de données de modélisation pour le scénario AMS, c'est la valeur du scénario négaWatt 2022 (en année de référence 2015) qui a été utilisée (43,2 MtCO₂eq). Cette valeur est estimée à partir d'un travail de modélisation du besoin de transport régulier et quotidien, par typologie de communes et selon les parts modales. On suppose que les émissions de la mobilité régulière et locale suivent la tendance globale du transport routier.

Concernant la consommation d'énergie du secteur, la répartition entre routier et non routier n'est pas disponible. Il paraît difficile de substituer ce manque de donnée par des ratios externes au scénario AMS. La consommation globale du secteur transport n'a donc pas été subdivisée en sous-secteurs.

Les émissions du secteur agricole sont subdivisées en trois sous-secteurs :

- Energie : assimilées aux émissions de CO₂ du secteur agricole ;
- Elevage : assimilées aux émissions de méthane (CH₄) ;
- Pratiques culturales : assimilées aux émissions des engrais (reprise de la trajectoire N₂O).

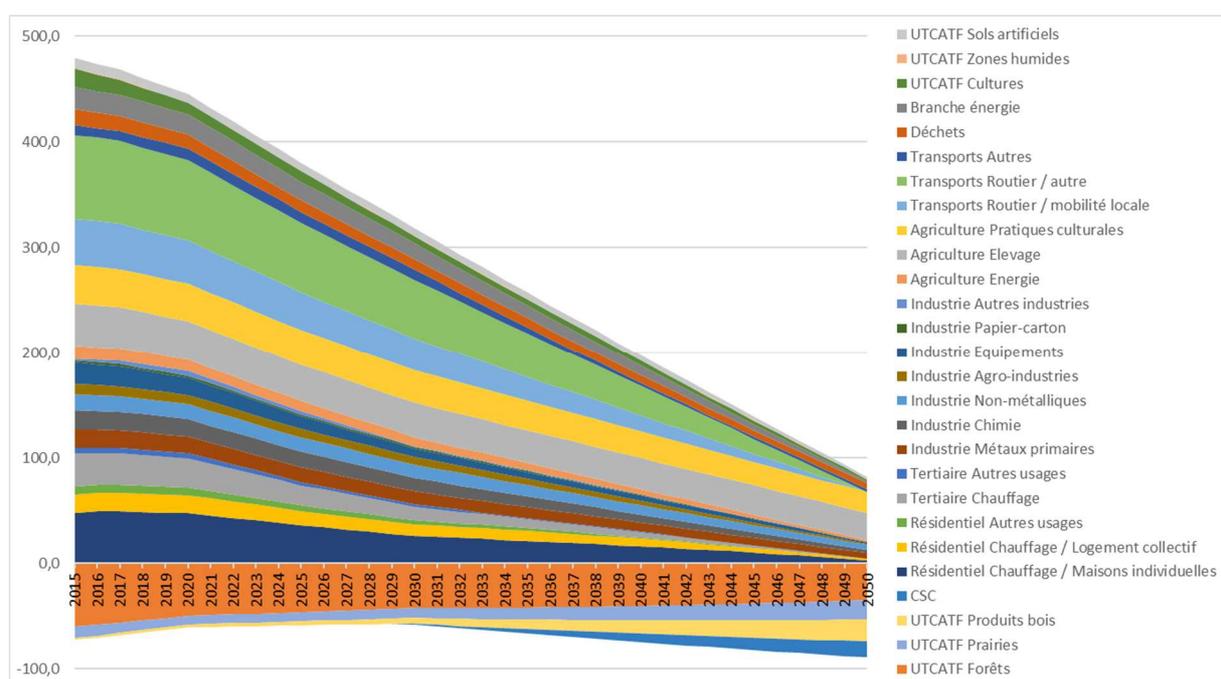
Les consommations d'énergie ne sont pas subdivisées en sous-secteur.

Pour l'industrie, les émissions et consommations d'énergie du secteur ont été subdivisées en 7 sous-secteurs :

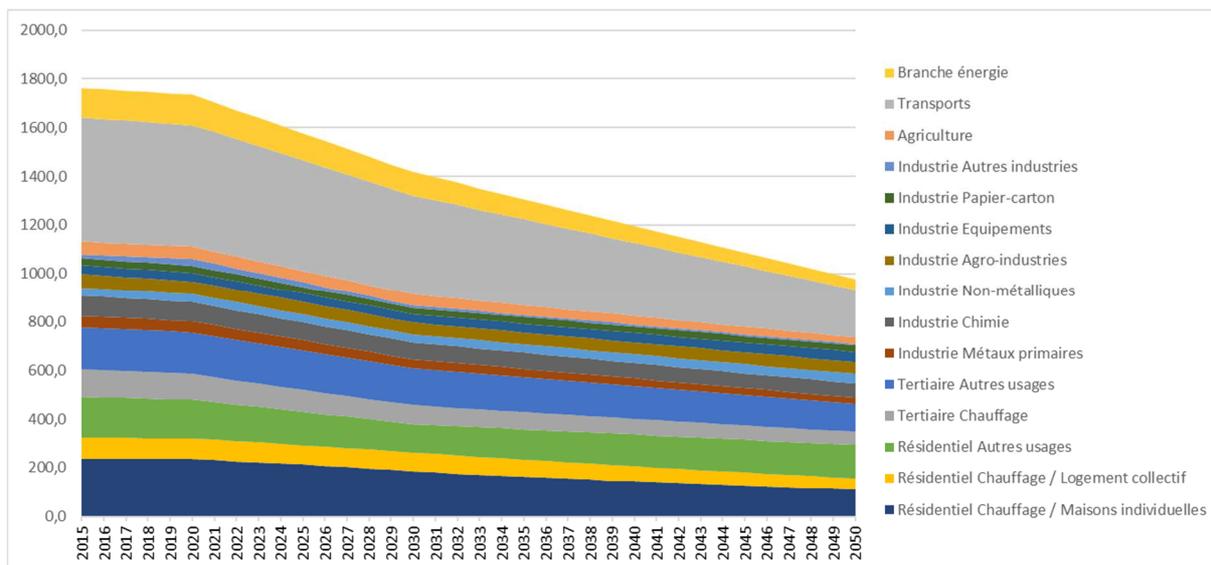
- Métaux primaires
- Chimie
- Non-métalliques
- Agro-industries
- Equipements
- Papier-carton
- Autres industries

Les trajectoires de ces différents sous-secteurs sont issues du scénario AMS. Un traitement a été effectué pour combiner les émissions d'origine énergétique et celles d'origine non-énergétique (à l'exception des émissions liées à l'usage de produits industriels qui sont a priori intégrées aux secteurs non industriels).

Les trajectoires d'émission et de consommation d'énergie (format « PCAET »), ventilées par secteurs et sous-secteurs sont présentées dans les figures qui suivent.



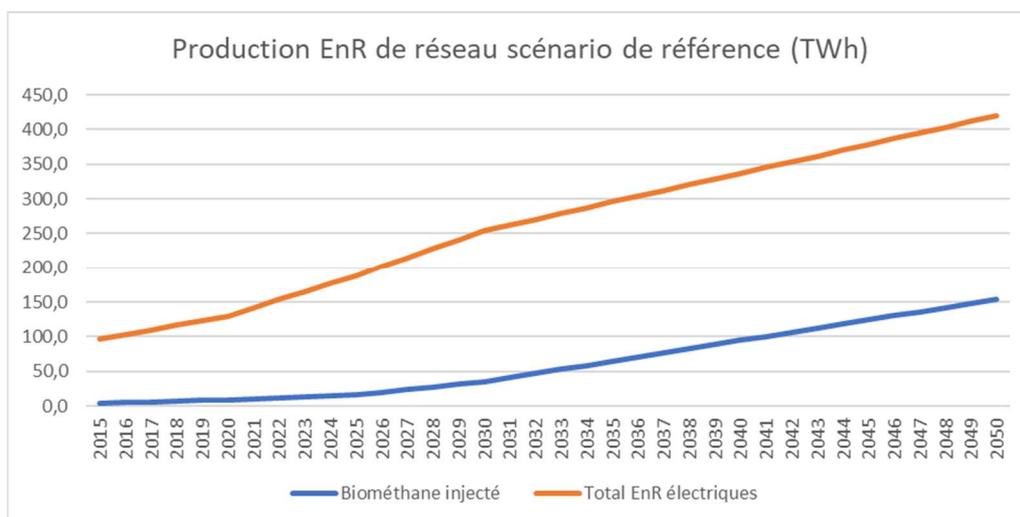
Trajectoire d'émission de GES du scénario AMS SNBC2 au format PCAET ventilée par sous-secteur/usage (MtCO₂eq)



Trajectoire de consommation d'énergie finale du scénario AMS SNBC2 ventilée par sous-secteur/usage (TWh) Production d'énergies renouvelables

La production d'énergies renouvelables n'est pas vraiment territorialisée dans l'outil, au même titre que les trajectoires d'émission et de consommation d'énergie (données difficilement accessibles, expertise utilisateur au-delà des attendus de l'outil). Une approche simplifiée et restreinte aux énergies de réseau (électricité et biométhane) a été retenue, les énergies renouvelables thermiques étant exclues car peu détaillées dans la SNBC2.

En l'absence d'objectifs de production d'EnR électriques au-delà de 2030, la trajectoire a été reconstruite à partir des données SNBC2 sur la période 2015-2030, puis construite par interpolation linéaire jusqu'à la cible 2050 en utilisant les données provisoires de la SNBC3.



Utilisation de l'outil en mode « expert »

Un utilisateur expert peut modifier la trajectoire du scénario de référence, par exemple en remplaçant le scénario AMS par son équivalent tendanciel (AME), par le scénario régional SRADDET, par un scénario départemental ou encore pour modifier certaines trajectoires sectorielles (reprenant par exemple une trajectoire industrielle précise, issue des Plans de Transition Sectorielle de l'Ademe).

A noter que les trajectoires GES utilisées pour la territorialisation, se situent entre les lignes 129 et 155 de l'onglet « Traj_supra » :

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Trajectoire tous GES par pivots | Résidentiel | Chauffage / Maisons indiv | Res_ch_MI | MTCO2eq | 47,5 | 49,1 | 49,4 | 48,7 | 48,1 | 47,4 | 45,2 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Résidentiel | Chauffage / Logement coll | Res_ch_LC | MTCO2eq | 17,6 | 17,9 | 17,8 | 17,6 | 17,4 | 17,3 | 16,5 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Résidentiel | Autres usages | Res_autres | MTCO2eq | 7,2 | 7,4 | 7,5 | 7,4 | 7,3 | 7,2 | 6,9 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Tertiaire | Chauffage | Ter_ch | MTCO2eq | 31,8 | 29,8 | 29,6 | 28,9 | 28,2 | 27,6 | 25,8 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Tertiaire | Autres usages | Ter_autres | MTCO2eq | 5,7 | 5,3 | 5,3 | 5,2 | 5,0 | 4,9 | 4,6 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Industrie | Métaux primaires | Emp_met_GES | MTCO2eq | 17,3 | 16,9 | 16,6 | 16,3 | 15,9 | 15,6 | 15,3 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Industrie | Chimie | Emp_chim_GES | MTCO2eq | 18,5 | 18,1 | 17,7 | 17,4 | 17,0 | 16,6 | 16,2 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Industrie | Non-métalliques | Emp_nonmet_GES | MTCO2eq | 15,1 | 14,9 | 14,8 | 14,6 | 14,4 | 14,3 | 14,1 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Industrie | Agro-industries | Emp_iaa_GES | MTCO2eq | 9,6 | 9,4 | 9,3 | 9,2 | 9,0 | 8,9 | 8,8 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Industrie | Equipements | Emp equip_GES | MTCO2eq | 20,6 | 19,7 | 18,9 | 18,0 | 17,2 | 16,3 | 15,5 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Industrie | Papier-carton | Emp_pap_GES | MTCO2eq | 2,3 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 1,9 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Industrie | Autres industries | Emp_ind_autres_GES | MTCO2eq | 1,5 | 2,7 | 3,9 | 4,1 | 4,3 | 4,5 | 4,2 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Agriculture | Energie | SAU | MTCO2eq | 12,1 | 11,8 | 11,5 | 11,3 | 11,0 | 10,7 | 10,5 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Agriculture | Elevage | UGB | MTCO2eq | 39,8 | 39,3 | 38,8 | 38,2 | 37,7 | 37,2 | 36,7 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Agriculture | Pratiques culturales | STL | MTCO2eq | 36,9 | 36,6 | 36,3 | 36,0 | 35,7 | 35,4 | 34,9 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Transports | Routier / mobilité locale | Emi_tra_rout_reg | MTCO2eq | 43,2 | 43,3 | 42,8 | 42,2 | 41,7 | 41,1 | 40,1 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Transports | Routier / autre | Emi_tra_rout_autre | MTCO2eq | 79,1 | 79,4 | 78,4 | 77,4 | 76,4 | 75,5 | 73,5 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Transports | Autres | Emi_tra_autres | MTCO2eq | 9,9 | 8,5 | 9,2 | 9,8 | 10,5 | 11,2 | 11,0 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Déchets | | Emi_dech | MTCO2eq | 15,7 | 15,1 | 14,6 | 14,1 | 13,5 | 13,0 | 12,6 |
| Trajectoire tous GES par pivots | Branche énergie | | Emi_en | MTCO2eq | 20,5 | 20,0 | 19,9 | 19,7 | 19,6 | 19,5 | 19,1 |
| Trajectoire tous GES par pivots | UTCATF | Forêts | Emi UTCATF_for | MTCO2eq | -60,1 | -58,5 | -56,2 | -54,0 | -52,0 | -50,1 | -49,3 |
| Trajectoire tous GES par pivots | UTCATF | Cultures | Emi UTCATF_cult | MTCO2eq | 17,2 | 15,8 | 14,4 | 13,0 | 11,8 | 10,7 | 10,6 |
| Trajectoire tous GES par pivots | UTCATF | Prairies | Emi UTCATF_prai | MTCO2eq | -10,7 | -10,2 | -9,7 | -9,2 | -8,7 | -8,2 | -8,3 |
| Trajectoire tous GES par pivots | UTCATF | Zones humides | Emi UTCATF_zohu | MTCO2eq | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| Trajectoire tous GES par pivots | UTCATF | Sols artificiels | Emi UTCATF_arti | MTCO2eq | 10,3 | 9,9 | 9,3 | 8,8 | 8,3 | 7,9 | 7,8 |
| Trajectoire tous GES par pivots | UTCATF | Produits bois | Emi UTCATF_prbo | MTCO2eq | -1,9 | -2,1 | -2,2 | -2,3 | -2,4 | -2,4 | -2,7 |
| Trajectoire tous GES par pivots | CSC | | CSC | MTCO2eq | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Pour tout ou partie de ces secteurs et sous-secteurs, il est donc possible d'écraser les formules avec des valeurs. De la même façon, il est possible de modifier les trajectoires de consommation énergétique finale, au niveau des lignes 232 à 246 du même onglet.

| | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------------------------|--------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Consommation finale par secteur par pivots | Résidentiel | Chauffage / Maisons indiv | Res_ch_MI | TWh | 235,3 | 235,8 | 236,3 | 235,9 | 235,4 | 234,9 | 230,5 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Résidentiel | Chauffage / Logement coll | Res_ch_LC | TWh | 87,0 | 86,1 | 85,2 | 85,3 | 85,4 | 85,5 | 84,3 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Résidentiel | Autres usages | Res_autres | TWh | 168,1 | 166,3 | 164,4 | 162,5 | 160,7 | 158,9 | 154,5 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Tertiaire | Chauffage | Ter_ch | TWh | 114,0 | 112,2 | 110,4 | 108,6 | 106,8 | 105,0 | 102,1 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Tertiaire | Autres usages | Ter_autres | TWh | 171,0 | 171,1 | 171,2 | 171,3 | 171,3 | 171,4 | 169,5 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Industrie | Métaux primaires | Emp_met_CEF | TWh | 49,4 | 48,6 | 47,9 | 47,2 | 46,4 | 45,7 | 45,0 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Industrie | Chimie | Emp_chim_CEF | TWh | 83,1 | 82,2 | 81,3 | 80,4 | 79,5 | 78,5 | 77,6 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Industrie | Non-métalliques | Emp_nonmet_CEF | TWh | 32,9 | 33,0 | 33,0 | 33,0 | 33,1 | 33,1 | 33,1 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Industrie | Agro-industries | Emp_iaa_CEF | TWh | 56,0 | 55,4 | 54,9 | 54,4 | 53,9 | 53,4 | 52,8 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Industrie | Equipements | Emp equip_CEF | TWh | 37,0 | 36,9 | 36,8 | 36,6 | 36,5 | 36,4 | 36,3 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Industrie | Papier-carton | Emp_pap_CEF | TWh | 29,9 | 29,7 | 29,5 | 29,3 | 29,1 | 28,9 | 28,6 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Industrie | Autres industries | Emp_ind_autres_CEF | TWh | 16,2 | 18,7 | 21,2 | 23,7 | 26,3 | 28,8 | 26,9 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Agriculture | | SAU | TWh | 52,2 | 51,8 | 51,4 | 51,1 | 50,7 | 50,3 | 49,7 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Transports | | CEF_tra | TWh | 509,0 | 507,0 | 504,9 | 502,9 | 500,9 | 498,9 | 490,1 |
| Consommation finale par secteur par pivots | Branche énergie | | CEF_en | TWh | 120,9 | 121,9 | 122,8 | 123,7 | 124,7 | 125,6 | 127,4 |

Les trajectoires de production d'énergie renouvelable sont positionnées sur les lignes 276 à 282.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|---------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Consommation de biogaz dans le gaz réseau | Biométhane injecté | Prod_biogaz | TWh | 3,8 | 4,8 | 5,9 | 6,9 | 8,0 | 9,0 | 10,4 | 11,8 | 13,2 | 14,6 |
| Production électrique | Hydraulique | Prod_EI_Hydro | TWh | 59,0 | 59,4 | 59,8 | 60,2 | 60,6 | 61,0 | 61,2 | 61,4 | 61,6 | 61,8 |
| Production électrique | Eolien | Prod_EI_Eol | TWh | 21,0 | 25,2 | 29,4 | 33,6 | 37,8 | 42,0 | 49,2 | 56,4 | 63,6 | 70,8 |
| Production électrique | Solaire | Prod_EI_PV | TWh | 8,0 | 9,8 | 11,6 | 13,4 | 15,2 | 17,0 | 20,4 | 23,8 | 27,2 | 30,6 |
| Production électrique | Bioénergies électriques | Prod_EI_BioEn | TWh | 8,0 | 8,4 | 8,8 | 9,2 | 9,6 | 10,0 | 10,8 | 11,6 | 12,4 | 13,2 |
| Production électrique | Total EnR électriques | Prod_EI_ENR | TWh | 96,0 | 102,8 | 109,6 | 116,4 | 123,2 | 130,0 | 141,6 | 153,2 | 164,8 | 176,4 |

Si le périmètre géographique du scénario de référence choisi diffère de celui par défaut (périmètre métropolitain), il est possible de procéder à des ajustements en modifiant les valeurs de la colonne « D » de l'onglet « EPCI » (une valeur 1 signifie que l'EPCI fait partie du territoire du scénario de référence).

Enfin, il faut modifier les intitulés du scénario et de son échelon géographique (national, régional, départemental, etc.) en haut de l'onglet « Traj_supra », afin de mettre à jour les libellés des différentes sorties de l'outil.

| | |
|----------------------|----------|
| Nom du scénario | SNBC2 |
| Echelon géographique | National |

PARTIE 3 – SELECTION DES PIVOTS POUR L'EXERCICE DE TERRITORIALISATION DES EMISSIONS DE GES ET DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE PAR SECTEUR

1. La notion de pivot

L'objectif est de quantifier les efforts à réaliser secteur par secteur, avec un module d'analyse pour commenter les résultats. Pour chaque secteur, on utilise des « pivots de territorialisation », qui sont des « repères » pour déterminer la contribution d'un territoire à la stratégie nationale de neutralité carbone.

Exemples de pivots :

« L'objectif national des émissions liées au chauffage des maisons individuelles en résidences principales est de X_{2050} en 2050. Le territoire représente $Y\%$ des maisons individuelles en résidences principales, l'objectif local d'émissions est donc de $X_{2050} \times Y$ »

« Les émissions nationales liées au chauffage des maisons individuelles en résidences principales sont de X_{n0} en année $n0$. Le territoire représente $Y\%$ des maisons individuelles en résidences principales, la différence locale entre les émissions locales et les émissions théoriques est donc de $X_{n0} \times Y$. La différence entre les émissions observées et les émissions théoriques s'explique par ... ».

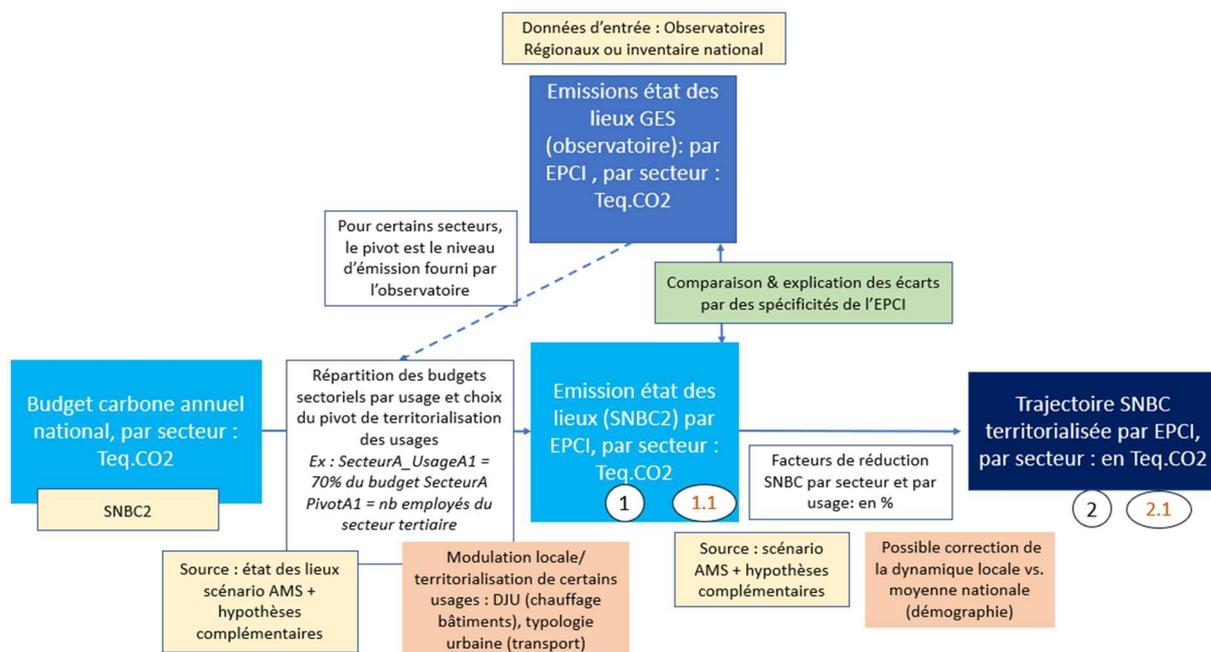
Ces pivots peuvent être formulés pour la cible 2050, mais également être décliné sur des années intermédiaires. Il est possible de prendre en compte l'évolution tendancielle en déclinaison du scénario AMS de la SNBC, ou encore d'objectiver la spécificité d'un territoire à l'état initial, au point de départ de la trajectoire (« corridor de trajectoire », décalage de la courbe, translation). Par exemple, un territoire dont la consommation initiale est 20 % supérieure à la consommation théorique (Altitude, bâti ancien patrimonial surreprésenté, etc.) peut se fixer pour 2050 un objectif 20 % supérieur à la trajectoire de référence. Cela permet de fixer « les corridors » dans lesquels les territoires peuvent se situer. A l'inverse un territoire en avance (-20% de consommation par rapport au prorata théorique) peut fixer un objectif identique au théorique si son avance vient d'actions de transition énergétique déjà engagées ou un objectif plus ambitieux s'il n'est pas encore engagé dans la transition écologique et que l'écart s'explique par des particularismes locaux.

Cette différence entre émissions/consommations observées en année de référence, et émissions/consommations calculées, ne pourra être constaté que sur les secteurs résidentiel, tertiaire et agriculture, tous les autres secteurs s'alignant par construction sur les émissions observées (voir paragraphes suivants). En effet, le transport ou l'industrie par exemple sont des secteurs sur lesquels il est impossible de connaître par un traitement statistique simple à l'échelle nationale la contribution du territoire, car des équipements locaux (industrie lourde, autoroute...) peuvent considérablement changer les données de ces secteurs.

Les éventuels décalages identifiés pourront alimenter la notion de « corridor de trajectoire », ou encore de décalage de la courbe, de translation. Un territoire dont la consommation initiale est 20 % supérieure à la consommation théorique (altitude, bâti ancien patrimonial surreprésenté, etc...) peut se fixer un objectif 2050 de 20 % supérieur à la trajectoire de référence. Cela pourra permettre de fixer « **les corridors** » dans lesquels les territoires pourront se situer.

A l'inverse un territoire avec de l'avance (-20% de consommation par rapport au prorata théorique) pourrait se fixer un objectif :

- 1) Identique au théorique si son avance vient d'actions de transition énergétique déjà engagées
- 2) Plus ambitieux s'il n'a pas engagé la transition énergétique, et que la différence vient de particularismes locaux dont il peut tirer profit.



$$\begin{aligned}
 \textcircled{1} & \sum_{\text{secteur } A} \sum_{\text{usage } X} \text{Emissions_Scénario_Référence}_{A,X} \% \text{ Usage}_{A,X} \times \frac{\text{Qté_Pivot}_{A,X, \text{EPCI}}}{\text{Qté_Pivot}_{A,X, \text{FRANCE}}} \\
 \textcircled{1.1} & \sum_{\text{secteur } A} \sum_{\text{usage } X} \text{Emissions_Scénario_Référence}_{A,X} \% \text{ Usage}_{A,X} \times \frac{\text{Qté_Pivot}_{A,X, \text{EPCI}}}{\text{Qté_Pivot}_{A,X, \text{FRANCE}}} \times \text{Facteur_Territorialisation_Pivot}_{A,X} \\
 \textcircled{2} & \sum_{\text{secteur } A} \sum_{\text{usage } X} \text{Emissions_Scénario_Référence}_{A,X} \% \text{ Usage}_{A,X} \times \frac{\text{Qté_Pivot}_{A,X, \text{EPCI}}}{\text{Qté_Pivot}_{A,X, \text{FRANCE}}} \times \text{Facteur_Territorialisation_Pivot}_{A,X} \\
 & \quad \times \text{Facteur_Réduction_Scénario_Référence}_{A,X, \text{Année_cible}} \\
 \textcircled{2.1} & \sum_{\text{secteur } A} \sum_{\text{usage } X} \text{Emissions_Scénario_Référence}_{A,X} \% \text{ Usage}_{A,X} \times \frac{\text{Qté_Pivot}_{A,X, \text{EPCI}}}{\text{Qté_Pivot}_{A,X, \text{FRANCE}}} \times \text{Facteur_Territorialisation_Pivot}_{A,X} \\
 & \quad \times \text{Facteur_Réduction_Scénario_Référence}_{A,X, \text{Année_cible}} \times \frac{\text{Facteur_Evolution_Territorialisée}_{A,X, \text{Année_cible, EPCI}}}{\text{Facteur_Evolution_Territorialisée}_{A,X, \text{Année_cible, France}}}
 \end{aligned}$$

Schéma d'architecture pour le calcul des émissions sectorielles de références GES des EPCI

NB : dans le graphique ci-dessus, le terme « émissions » est équivalent à celui de « consommation d'énergie », le principe de calcul étant le même.

Les critères retenus pour la sélection des pivots sont résumés dans le tableau suivant.

| | Critère | Importance |
|--|---|------------|
| Donnée de pivot | Valeur nationale du pivot disponible et cohérente avec la somme des valeurs locales | Haute |
| | Méthodologie de comptabilité du pivot homogène au niveau national | Haute |
| | Donnée de pivot disponible au niveau EPCI | Haute |
| | Source de donnée centralisée ou pseudo-centralisée (régions) | Moyenne |
| | Le pivot dispose d'une prospective territoriale spatialisée (ex : projections démographiques départementalisées de l'INSEE) | Faible |
| Trajectoires GES au périmètre du pivot | Le pivot territorial doit être un très bon déterminant des émissions/consommations du secteur (ou sous-secteur) concerné | Haute |
| | Si le pivot porte sur un sous-secteur / usage, les émissions/consommations associées à son périmètre doivent être disponibles dans le scénario de référence | Haute |
| | Si le pivot porte sur un sous-secteur / usage, son poids relatif en émission/consommation ne doit pas être négligeable dans le scénario de référence (compromis précision / nombre de pivots) | Moyenne |
| | Si un secteur est découpé en plusieurs sous-secteurs / usages, leurs évolutions relatives doivent être suffisamment différenciées | Moyenne |

Un pivot est inopérant s'il ne satisfait pas l'un des critères ayant une importance « haute ». C'est le cas par exemple du manque de disponibilité de la donnée locale, du niveau de désagrégation du scénario de référence, ou encore de la part relative trop faible du sous-secteur ou usage concerné au sein de la trajectoire globale.

2. Choix des pivots pour l'exercice de territorialisation des émissions de GES et des consommations par secteur

Ce chapitre présente les pivots retenus pour chaque secteur. Le choix de ces pivots a été confronté aux retours d'expérience des territoires pilotes. Une visualisation des trajectoires est proposée en annexe 2.

Facteur correctif transversal (démographie)

Aux différents pivots sectoriels détaillés ci-après, s'ajoute un facteur correctif transversal : la démographie. Les modalités de prise en compte de ce facteur correctif sont les suivantes :

- Utilisation des projections démographiques départementales 2018-2070 de l'Insee (Omphale 2022) ;
- Hypothèse d'une absence d'évolution démographique entre 2015 et 2018 ;
- Calcul de la variation relative de population pour chaque département et chaque année jusqu'en 2050 (base 100% en 2015-2018). Les trajectoires d'évolution démographique se trouvent dans l'onglet masqué « Démographie » ;
- Affectation de ces trajectoires à chaque EPCI selon leur appartenance aux départements (dans l'onglet « EPCI ») ;
- Calcul d'une moyenne pondérée (selon la population 2015) pour le territoire étudié (composé d'un ou plusieurs EPCI) ;
- Evaluation du ratio entre cette trajectoire calculée et l'évolution moyenne nationale. Ce ratio montre l'écart démographique du territoire par rapport à l'évolution démographique moyenne nationale. Cet écart est de l'ordre de plus ou moins 10% en 2050 (et part de 0% en 2015 par construction).

Si le facteur démographique est impactant (en faisant l'hypothèse d'une proportionnalité), le ratio est appliqué à différents secteurs ou sous-secteurs d'émission et de consommation : résidentiel ; tertiaire ; mobilité routière régulière et locale ; gestion des déchets. Les activités économiques hors tertiaire sont de facto exclues. A noter qu'à l'exception des déchets (qui représentent une part minime des émissions de GES), ces secteurs sont à terme très fortement décarbonés dans le scénario AMS de la SNBC. Or, c'est précisément sur le long terme que l'effet démographique a une influence (puisque par construction il s'agit d'un écart cumulatif à la moyenne nationale). L'effet sur les trajectoires d'émission en valeur absolue est donc assez marginal. La démographie a néanmoins un impact effet sur l'ampleur des actions d'atténuation à mettre en œuvre dans certains secteurs (par exemple sur le dimensionnement de l'offre de transports publics, sur le volume de rénovations).

Le facteur de correction est rappelé, pour information, dans les onglets de résultat des secteurs concernés.

| Indicateur | Sous-indicateur / secteur Usage | Unité | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SECTEUR : RESIDENTIEL | | | | | | | | | | |
| Pivot | | | | | | | | | | |
| Pivots d'émission | Résidentiel | Chauffage / Maisons individuelles | % | 0,09% | 0,09% | 0,09% | 0,09% | 0,09% | 0,10% | 0,10% |
| Pivots d'émission | Résidentiel | Chauffage / Logement collectif | % | 0,05% | 0,05% | 0,05% | 0,05% | 0,05% | 0,06% | 0,06% |
| Pivots d'émission | Résidentiel | Autres usages | % | 0,06% | 0,06% | 0,06% | 0,06% | 0,06% | 0,06% | 0,06% |
| Facteur de correction des DJU | Résidentiel | Chauffage seulement | % | 98% | 98% | 98% | 98% | 98% | 98% | 98% |
| Facteur de correction démographie | Résidentiel | Tous usages | % | 100% | 101% | 102% | 104% | 106% | 107% | 108% |

En mode « expert », il est possible d'utiliser la trajectoire démographique propre au territoire en entrant manuellement (en écrasant les formules) les valeurs en milliers d'habitants. Cette opération est prévue à la ligne 114 de l'onglet « TOUS SECTEURS ». Cette ligne est masquée par défaut. Elle apparaît en cliquant dans la marge gauche sur le signe .

| | A | B | C | D | E | F | G | L | Q | V | AA | AF | AK | AP | |
|----|---|---------------------------------|-----------------|-------|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 1 | Indicateur | Sous-indicateur / secteur Usage | Code indicateur | Unité | Commentaire | | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | |
| 2 | TRAJECTOIRE TOUS SECTEURS | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | Modulation temporelle des pivots | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | Population du territoire | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | Evolution démographique vs. 2015 | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 | Evolution démographique vs. moyenne nationale | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | Voir colonne I de "Caract_territoire" pour les pivots concernés | | | | | | | | | | | | | | |
| 84 | | | | | | | 452,7 | 456,1 | 464,9 | 473,1 | 479,5 | 484,9 | 489,2 | 492,1 | |
| | | | | | | | 100% | 100% | 101% | 102% | 103% | 104% | 105% | 105% | |

Par précaution, il est conseillé de conserver une copie non modifiée du fichier original, pour revenir si besoin aux trajectoires calculées automatiquement. A ce stade, et pour ne pas complexifier l'outil et la démarche, il n'est pas possible d'introduire d'autres éléments de modulation de trajectoires dans le temps.

Secteur Résidentiel

Les pivots de territorialisation retenus sont :

- Chauffage des maisons individuelles : nombre de maisons en résidence principale (champ « RMAISON » du dossier complet INSEE 2014)⁵ ;
- Chauffage des appartements : nombre d'appartements en résidence principale (champ « RPAPPART » du dossier complet INSEE 2014) ;
- Autres usages (eau chaude sanitaire, cuisson, électricité spécifique, climatisation) : nombre de ménages (champ « MEN » du dossier complet INSEE 2014, réajusté pour coller à la population 2015).

Les émissions de GES et consommations d'énergie pour le chauffage sont par ailleurs modulées par département en intégrant une variable de rigueur climatique :

- Les données de degrés jours unifiés (DJU) départementales et nationales sont issues du SDES⁶ (voir onglet « DJU ») ;
- Les pivots pour le « chauffage des maisons individuelles », « chauffage des appartements » et « chauffage tertiaire » sont multipliés par le ratio entre le DJU du département de l'EPCI et le DJU national moyen ;
- Lorsqu'un EPCI est à cheval sur plusieurs départements, on prend arbitrairement la valeur de l'un des départements ;
- Lorsque les EPCI sélectionnés se situent dans plusieurs départements, on prend la moyenne des DJU, pondérée par la population.

Il n'existe pas de données de DJU pour une maille territoriale plus fine que le département, en dépit de différences parfois importantes au sein d'un même département. Les travaux en cours de développement de l'open data menés par Météo France (à la suite des récentes lois nationales et européennes à ce sujet), devraient lever cette difficulté⁷. En l'absence de données plus fines, le territoire qui dispose d'une meilleure évaluation (via un réseau de stations météo propre ou l'achat de données auprès de Météo France), peut modifier manuellement la valeur de l'onglet « Caract_territoire ».

Les valeurs en colonne F (fond bleu clair) sont calculées automatiquement à partir des codes EPCI et des bases de données intégrées à l'outil. Il reste possible de renseigner manuellement des valeurs pour les différents champs. Les liens avec les bases de données sont en revanche perdus, en cas de modification des EPCI. Il est donc recommandé de travailler sur une copie du fichier Excel original.

L'utilisation de ces pivots permet de reconstituer les émissions de GES et consommations d'énergie du secteur résidentiel en année de référence, indépendamment des données d'observatoire. Il peut donc y avoir un décalage avec ces dernières. L'analyse des résultats sur le panel de territoires pilotes révèle des écarts relativement corrects avec les données d'observatoire, dans l'ordre de grandeur des écarts qu'on peut observer entre observatoires et inventaire GES territorialisé du CITEPA.

La forme de la trajectoire territorialisée est déterminée par l'évolution des sous-secteurs du scénario AMS, correspondant aux trois pivots. Les émissions du chauffage (maisons individuelles et logement collectif) sont largement prépondérantes. Le ratio maisons individuelles / logements collectifs n'a pas une influence considérable sur la forme de la trajectoire (les deux types de logement ayant une évolution comparable dans le scénario de référence). Les spécificités d'un territoire vont donc surtout avoir un impact sur le point de départ de la courbe et moins sur la forme de celle-ci.

⁵ NB : un essai a été mené en prenant comme pivot le nombre de pièces (et non le nombre de logements), l'impact sur les résultats est faible. III s'agit par ailleurs d'un indicateur plus difficile à mobiliser pour les territoires.

⁶ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indice-de-rigueur-degres-jours-unifies-aux-niveaux-national-regional-et-departemental>

⁷ Voir cet article récent du Monde : https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/06/21/face-au-rechauffement-climatique-le-tresor-encore-inaccessible-des-donnees-de-meteo-france_6178606_4355770.html

Secteur tertiaire

Le pivot de territorialisation retenu pour le secteur tertiaire est le nombre d'employés dans le tertiaire (cf. tableau « EMP T8 » du dossier complet INSEE 2014), en additionnant les catégories suivantes : « commerce, transports et services divers » et « administration publique, enseignement, santé humaine et action sociale ». Seul le pivot de l'emploi est utilisé. Il est adapté avec les DJU sur la partie chauffage, en suivant la même méthodologie que pour le résidentiel.

Secteur de la mobilité

Les données d'entrée utilisées pour la mobilité sont issues des observatoires : émissions du transport routier ; émissions du transport non routier. Les pivots de territorialisation sont :

- Pour le transport routier
 - Mobilité régulière et locale : évaluation en fonction du nombre de ménages et de la typologie de commune (rural, urbain, péri-urbain plus ou moins polari, etc.), en distinguant la part des usages des habitants pour la mobilité du quotidien dans le secteur des transports
 - Mobilité de transit : par déduction des émissions du transport routier (observatoire)
- Pour le transport non routier : données d'émission de GES issues de l'observatoire.

Les ratios utilisés pour reconstruire la consommation d'énergie et les émissions liées à la mobilité régulière et locale sont issus du scénario négaWatt 2022.

| Mobilité régulière et locale en véhicules particuliers | Cons. finale par habitant (GWh/hab/an) | Emissions par habitant (tCO2/hab/an) |
|--|--|--------------------------------------|
| Espace à dominante rurale | 0,003 | 0,797 |
| Commune polarisée d'une AU jusqu'à 99 999 habitants | 0,004 | 0,891 |
| Pôle urbain d'une AU jusqu'à 99 999 habitants | 0,007 | 1,693 |
| Commune multipolarisée | 0,004 | 1,096 |
| Commune polarisée d'une AU de 100 000 à 10 M d'habitants | 0,004 | 0,943 |
| Banlieue du pôle urbain d'une AU de 100 000 à 10 M d'habitants | 0,002 | 0,562 |
| Centre du pôle urbain d'une AU de 100 000 à 10 M d'habitants | 0,001 | 0,338 |
| Commune polarisée AU de Paris | 0,003 | 0,859 |
| Banlieue de Paris | 0,002 | 0,418 |
| Paris | 0,001 | 0,125 |

Ratios mobilité régulière et locale des véhicules particuliers en 2015 (source : scénario négaWatt 2022)

Ces ratios sont ensuite appliqués aux typologies de commune de l'ensemble des communes du (ou des) EPCI étudié(s). L'affectation des typologies de communes est tirée de l'outil DiagFlash de la démarche Destination TEPOS.

Le total des émissions du secteur transport est calé sur les données de l'observatoire. Il n'y a donc aucun décalage possible à ce niveau. La forme de la trajectoire est influencée par le ratio entre transport routier et non routier, ce dernier étant décarboné partiellement dans le scénario AMS (-76% vs. 2015), a contrario du transport routier qui est quasi totalement décarboné. A noter que pour l'instant, les trajectoires « routier quotidien » et « routier autres » ne suivent pas des dynamiques différentes, fautes d'hypothèses suffisamment détaillées à ce niveau dans le scénario AMS. Par ailleurs, la désagrégation du transport en sous-secteur n'a été possible que pour les trajectoires d'émission de GES, et non pour la consommation d'énergie, faute d'informations détaillées dans le scénario AMS.

Secteur de l'industrie

Le pivot principal retenu est celui du nombre d'employés pour chacun des sous-secteurs industriels : métaux primaires ; chimie ; non-métalliques ; agro-industries ; équipements ; papier-carton ; autres industries. Différentes méthodes de territorialisation ont été testées pour ce secteur, la plupart se heurtant aux fortes spécificités locales. Par ailleurs, pour tenir compte des dynamiques assez contrastées d'un sous-secteur à l'autre dans le scénario AMS, une démarche hybride a été adoptée :

- Utilisation des données d'emploi pour déterminer la part relative des différents sous-secteurs industriels du territoire⁸.
- Recalage des émissions de GES et consommations totales d'énergie avec les données d'observatoire pour compenser de possibles écarts induits par le pivot emploi (les tests sur les territoires pilotes ayant montré des écarts parfois importants).

Le nombre d'employés pour chaque sous-secteur est issu du « Fichier localisé des rémunérations et de l'emploi salarié » de l'Insee (FLORES)⁹, qui a été compilé pour l'échelon EPCI (le fichier initial étant au niveau communal), puis intégré à l'outil dans l'onglet « EPCI ».

Les réductions d'émissions dans l'industrie varient entre 75% et 90% en 2050, par rapport à 2015, selon les territoires

Secteur des déchets et de l'agriculture

Les émissions de GES et les consommations d'énergie sont les pivots de territorialisation utilisés pour le secteur des déchets. Pour celui de l'agriculture, sont considérés :

- La surface Agricole Utile (SAU) à partir des données du recensement général agricole (RGA) ;
- La Surface de grandes cultures, de prairies, de vignes, de vergers (RGA) ;
- Le nombre d'unités de gros bétail pour les ruminants (UGB) (RGA).

Les données du RGA 2020 ont été intégrées directement dans l'outil (onglet « EPCI »).

L'expérimentation auprès des territoires pilotes montre que les écarts en année de référence avec les données d'observatoire sont relativement modérés, à l'exception de certains territoires très agricoles, pour lesquels il faudrait sans doute passer en « mode expert » dans l'onglet « Caract_territoire ».

C'est essentiellement la répartition du type d'agriculture (élevage vs. cultures) qui détermine la forme de la trajectoire d'évolution des émissions de GES, celles associées à l'élevage diminuant moins que celles associées aux cultures dans le scénario AMS (-34% vs. -47% en 2050 vs. 2015).

Le premier pivot (SAU) est utilisé aussi bien pour les émissions d'origine énergétique de l'agriculture, que pour les consommations d'énergie de ce secteur. Les deux autres pivots ne sont en revanche utilisés que pour les émissions d'origine non énergétiques. Ils n'interviennent donc pas sur les consommations d'énergie.

Puits de carbone

Pour les puits non technologiques, le pivot de territorialisation est celui des flux nets de séquestration carbone du territoire, par secteur UTCATF (source : outil ALDO¹⁰). On applique à chaque postes (forêts, cultures, prairies, zones humides, sols artificiels, produits bois) la tendance nationale du scénario de référence, à partir des valeurs données par ALDO.

Pour les puits de carbone technologique, on retient comme pivot la moyenne des pivots de l'industrie et de la branche énergie. Les systèmes de capture de carbone sont censés capturer les émissions de CO₂ à la sortie d'équipements particulièrement émetteurs comme les industries lourdes. On part du principe que les technologies de capture et séquestration du carbone se concentreront sur les sources centralisées de CO₂. Ainsi par exemple, si le territoire représente 1% des émissions nationales de l'industrie, en additionnant tous les sous-secteurs industriels, on retient cette valeur agrégée de 1% comme pivot pour les puits de carbone technologiques.

Branche énergie de l'industrie

Le pivot de territorialisation retenu est celui des émissions de GES et consommations d'énergie du secteur « branche énergie de l'industrie » du territoire. Ce secteur branche ne comprend ici que la partie hors

⁸ Une piste d'amélioration serait d'obtenir cette répartition directement auprès du Citepa qui a effectué un travail important de géolocalisation des gros émetteurs (via la base de données du système d'échange de quotas d'émission européen). Ces données ne sont en revanche pas disponibles publiquement pour l'instant, ce qui constitue un enjeu fort en termes de levée du secret statistique (en « zoomant » sur un territoire restreint de type EPCI, et sur un sous-secteur industriel, cet enjeu de secret statistique est exacerbé).

⁹ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4991205> . Cette base de données est la suite de l'ancienne « Connaissance locale de l'appareil productif » (CLAP)

¹⁰ <https://aldo-carbone.ademe.fr>

production centralisée d'électricité et de chaleur, constituée des raffineries et infrastructures de transport des produits énergétiques.

L'ensemble des pivots utilisés dans l'outil est récapitulé dans le tableau suivant.

| Pivot | Secteur | Usage/sous-secteur | Appliqué aux émissions | Appliqué à l'énergie | Modulé par DJU | Modulé par démographie | Recalage observatoire |
|---|-----------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|----------------|------------------------|-----------------------|
| Résidences principales MI | Résidentiel | Chauffage / Maisons individuelles | X | X | X | X | |
| Résidences principales LC | Résidentiel | Chauffage / Logement collectif | X | X | X | X | |
| Nombre de ménages | Résidentiel | Autres usages | X | X | | X | |
| Nombre d'employés | Tertiaire | Chauffage | X | X | X | X | |
| Nombre d'employés | Tertiaire | Autres usages | X | X | | X | |
| Nombre d'employés | Industrie | Métaux primaires | X | X | | | X |
| Nombre d'employés | Industrie | Chimie | X | X | | | X |
| Nombre d'employés | Industrie | Non-métalliques | X | X | | | X |
| Nombre d'employés | Industrie | Agro-industries | X | X | | | X |
| Nombre d'employés | Industrie | Equipements | X | X | | | X |
| Nombre d'employés | Industrie | Papier-carton | X | X | | | X |
| Nombre d'employés | Industrie | Autres industries | X | X | | | X |
| SAU | Agriculture | Energie | X | X | | | |
| Nombre d'unités gros bétail (UGB) | Agriculture | Elevage | X | | | | |
| Surface de terres labourables | Agriculture | Pratiques culturales | X | | | | |
| Emissions année de référence | Transport | Routier quotidien | X | | | X | X |
| Emissions année de référence | Transport | Routier autre | X | | | | X |
| Emissions année de référence | Transport | Non routier | X | | | | X |
| Consommation année de référence | Transport | | | X | | | X |
| Emissions/consommation année de référence | Déchets | | X | X | | X | X |
| Emissions/consommation année de référence | Branche énergie | | X | X | | | X |

| Pivot | Secteur | Usage/sous-secteur | Appliqué aux émissions | Appliqué à l'énergie | Modulé par DJU | Modulé par démographie | Recalage observatoire |
|------------------------------|---------|--------------------|------------------------|----------------------|----------------|------------------------|-----------------------|
| Emissions année de référence | UTCATF | Forêts | X | | | | X |
| Emissions année de référence | UTCATF | Cultures | X | | | | X |
| Emissions année de référence | UTCATF | Prairies | X | | | | X |
| Emissions année de référence | UTCATF | Zones humides | X | | | | X |
| Emissions année de référence | UTCATF | Sols artificiels | X | | | | X |
| Emissions année de référence | UTCATF | Produits bois | X | | | | X |
| Moyenne des pivots industrie | CSC | | X | | | | |

Récapitulatif des pivots utilisés, et de leur application aux trajectoires d'émission GES et/ou de consommation d'énergie

3. Territorialisation de la production d'énergies renouvelables

Ce secteur n'est pas comptabilisé dans les trajectoires d'émission GES, mais est fourni à titre indicatif, en tant que levier important de contribution des territoires à la décarbonation globale de l'économie nationale (pour les énergies de réseau) et/ou comme moyen de décarbonation de leurs émissions locales (pour les autres types d'énergie).

Productions énergétiques connectées aux réseaux

Le pivot de territorialisation est la surface du territoire hors forêt. C'est en effet un premier indicateur de la contribution que les territoires doivent apporter à la production énergétique globale, même s'il est nécessaire de l'affiner en fonction des réelles potentialités locales filière par filière.

La régionalisation en cours des objectifs de développement des énergies renouvelables, en lien avec la mise à jour de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) permettront d'affiner la territorialisation des objectifs de production d'énergies renouvelables.

Energies renouvelables thermique

Les ENR de type appareils de chauffage au bois domestique, pompes à chaleur, panneaux solaires thermiques impactent directement les bilan ENR du secteur du bâtiment et sont un levier de décarbonation du secteur. Cette partie sera développée avec l'intégration des objectifs de la SNBC 3, la SNBC2 étant peu détaillée sur le sujet, ce qui ne permet pas de décliner finement ses objectifs sur les ENR thermiques.

Ce document a été conçu pour expliciter le cadre méthodologique et le fonctionnement de l'outil de calcul des trajectoires climat de référence adaptées à l'échelle infrarégionale. Il facilite le travail de compréhension des utilisateurs avancés et développeurs souhaitant enrichir ou mettre à jour l'outil dans une démarche « open source », par exemple dans la perspective d'une mise à jour du scénario de référence.

L'outil Excel est disponible sur la plateforme numérique « [Territoires en Transitions](#) ». En effet, l'outil complet dans sa version tableur, ainsi que les résultats de calcul de trajectoire avec une approche de saisie simplifiée, est mis à disposition des collectivités utilisatrices de cette plateforme.

ANNEXES

Annexe 1 : Éléments de la SNBC à considérer

Budgets carbone

| Émissions annuelles moyennes (en Mt CO ₂ eq) | Années de référence | | | 2 ^{ème} budget carbone | 3 ^{ème} budget carbone | 4 ^{ème} budget carbone |
|---|---------------------|------|------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Période | 1990 | 2005 | 2015 | 2019-2023 | 2024-2028 |
| Transports | 122 | 144 | 137 | 128 | 112 | 94 |
| Bâtiment | 91 | 109 | 88 | 78 | 60 | 43 |
| Agriculture/ sylviculture (hors UTCATF) | 94 | 90 | 89 | 82 | 77 | 72 |
| <i>dont N₂O</i> | 40 | 38 | 37 | 35 | 33 | 31 |
| <i>dont CH₄</i> | 43 | 40 | 40 | 37 | 34 | 32 |
| Industrie | 144 | 115 | 81 | 72 | 62 | 51 |
| Production d'énergie | 78 | 74 | 47 | 48 | 35 | 30 |
| Déchets | 17 | 21 | 17 | 14 | 12 | 10 |
| <i>dont CH₄</i> | 14 | 19 | 15 | 12 | 10 | 8 |
| Total (hors UTCATF) | 546 | 553 | 458 | 422 | 359 | 300 |
| Total (avec UTCATF) | 521 | 505 | 417 | 383 | 320 | 258 |
| <i>budgets carbone adoptés en 2015 (hors UTCATF) – ajustés en 2019 (pour référence)</i> | | | | 398 | 357 | |

Les émissions des années de référence sont issues de l'inventaire CITEPA d'avril 2018 au format SECTEN. Les chiffres présentés dans le tableau ci-dessus sont arrondis à l'unité près, pouvant engendrer d'éventuels légers écarts entre la somme des émissions des secteurs d'activité et le total.

Budgets carbone : parts sectorielles - extrait de la "Stratégie Nationale Bas-Carbone complète"

Objectifs de réduction par secteur

Les objectifs de réduction par secteur en pourcentage de réduction pour 2050 (des données intermédiaires pour 2030 sont disponibles dans le document « La Stratégie Nationale Bas Carbone résumée en 4 pages ») sont décrits ci-après :

| Secteurs | Réduction des émissions par secteur du scénario AMS à l'horizon 2050 | |
|---|--|---|
| | Par rapport à 2015 | Par rapport au scénario tendanciel « avec mesures existantes » (AME) (2050) |
| Transports | -97% | -97% |
| Bâtiment | -95% | -92% |
| Agriculture/sylviculture (hors UTCATF) | -46% | -40% |
| Industrie | -81% | -78% |
| Production d'énergie | -95% | -97% |
| Déchets | -66% | -37% |
| Total (hors UTCATF) | -83% | -83% |

Réduction des émissions de GES par secteur

source : La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone mars 2020

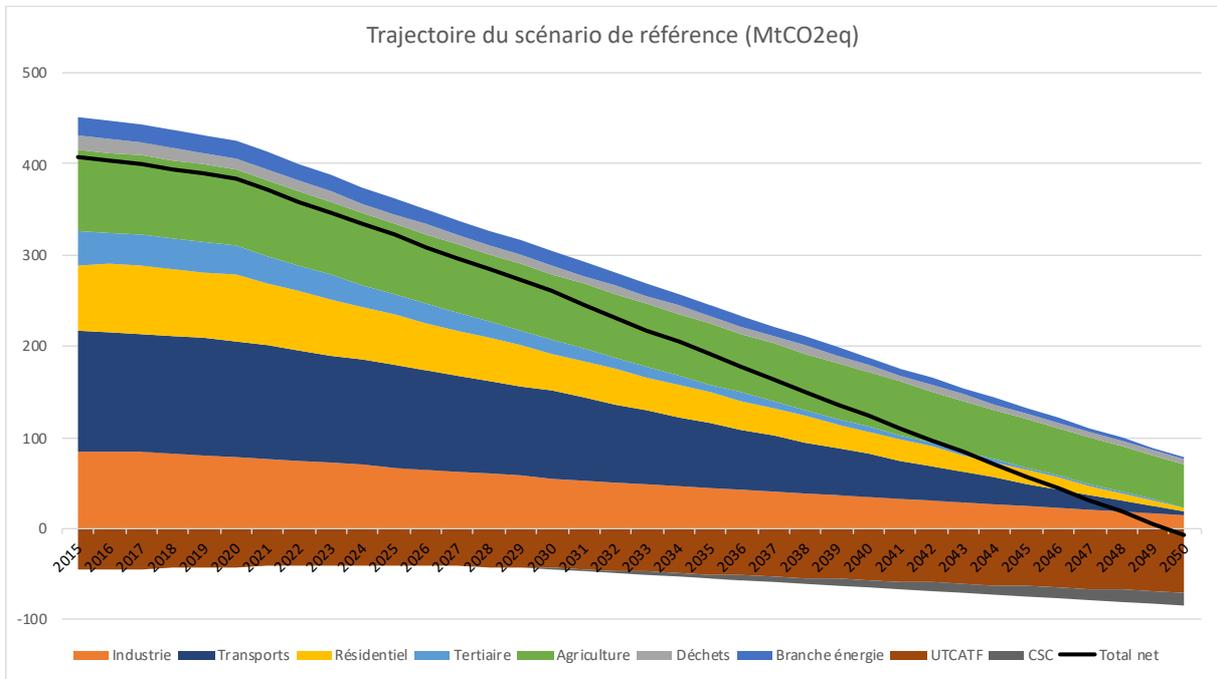
Objectifs concernant le stockage

L'objectif est d'augmenter les puits de carbone (naturels et technologiques) d'un facteur 2 par rapport à aujourd'hui pour absorber les émissions résiduelles incompressibles à l'horizon 2050.

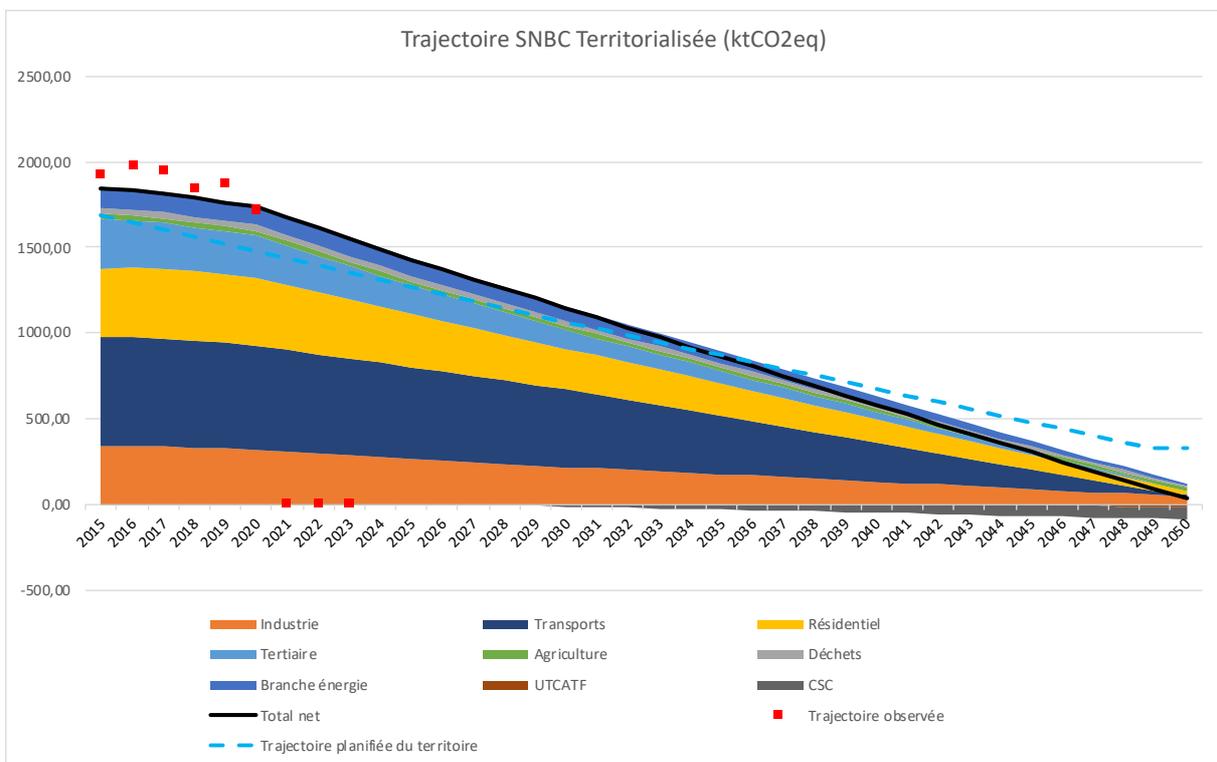
Annexe 2 : Visualisation de trajectoires

Trajectoire globale

Dans l'onglet « Tous secteurs » on peut visualiser la « trajectoire SNBC territorialisée » sur le même format que la trajectoire du scénario de référence de la SNBC retenu.



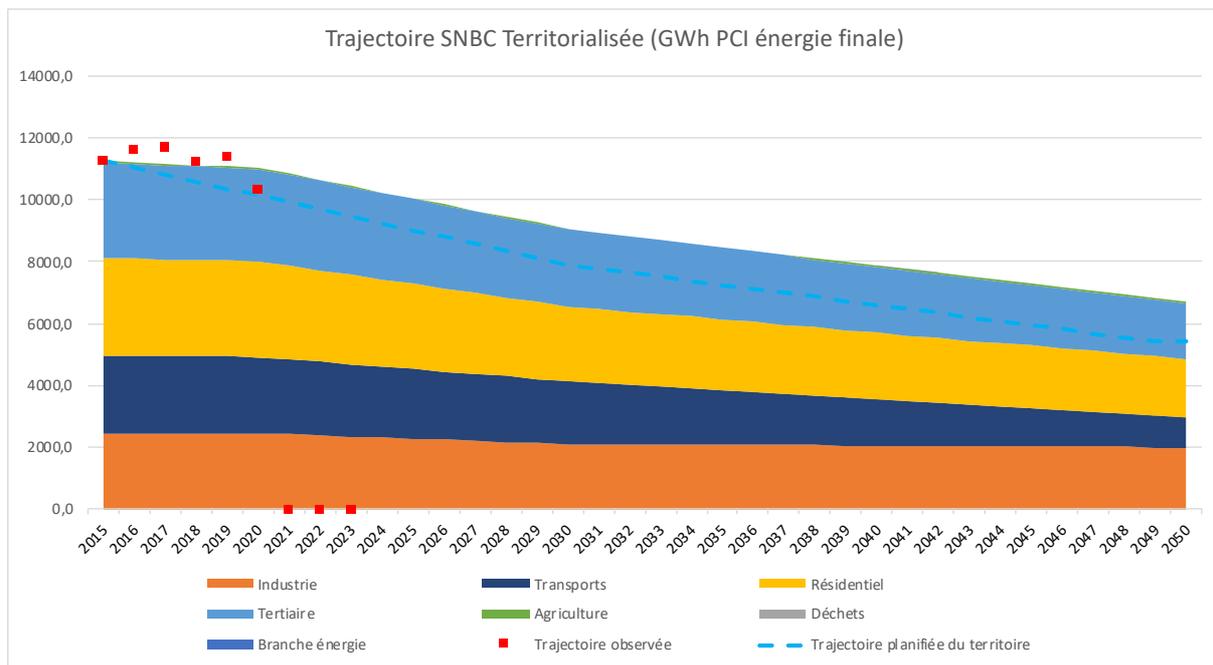
Trajectoire GES de la SNBC 2



Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (GES)

Cet onglet permet de visualiser la trajectoire SNBC territorialisée et donc l'évolution de la somme des objectifs sectoriels. On peut la comparer à la trajectoire planifiée par le territoire et la trajectoire observée dans les données d'observatoire.

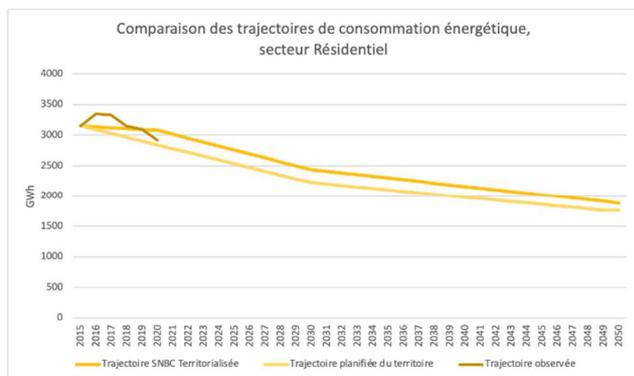
Ces trajectoires sont également disponibles pour les consommations énergétiques.



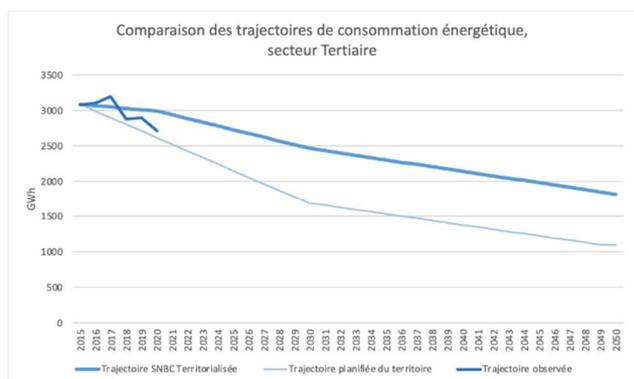
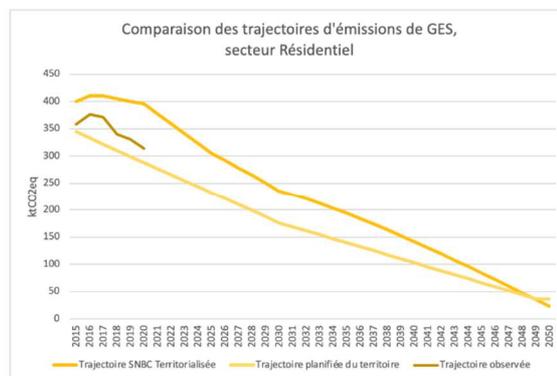
Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (Energie)

Trajectoires sectorielles

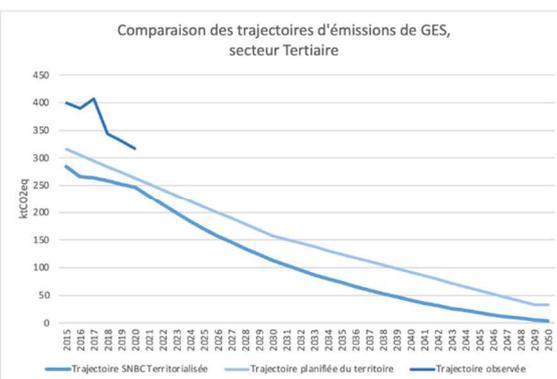
Ces trajectoires sont déclinées secteur par secteur, pour les consommations d'énergie et les émissions de GES.

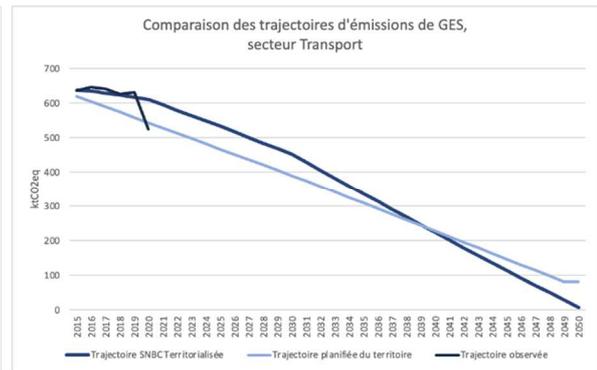
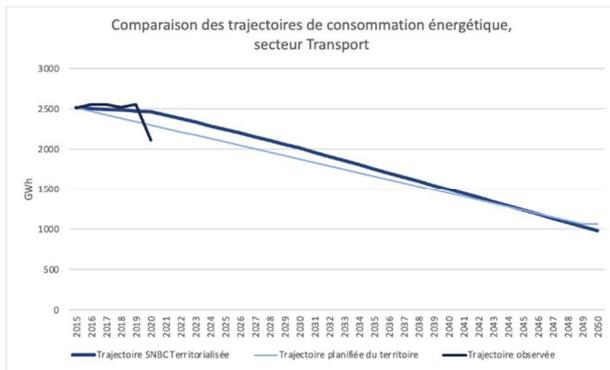


Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (Résidentiel)

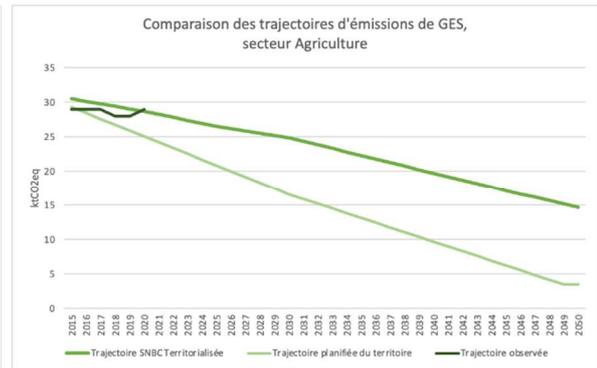
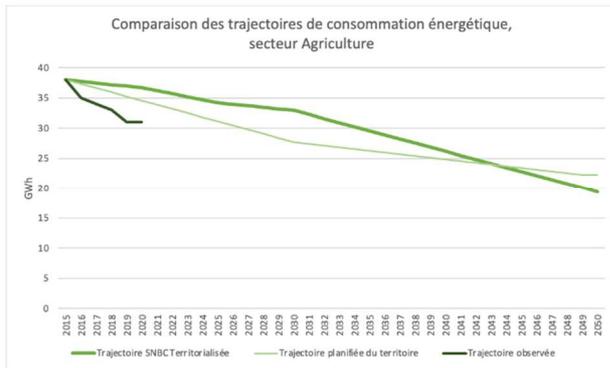


Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (Tertiaire)

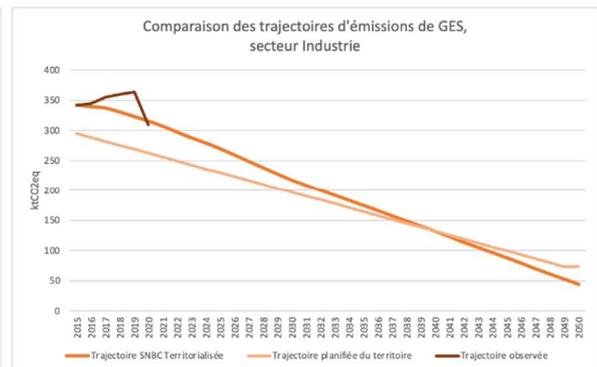
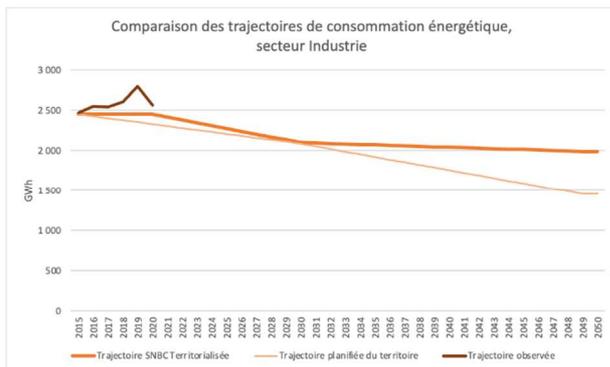




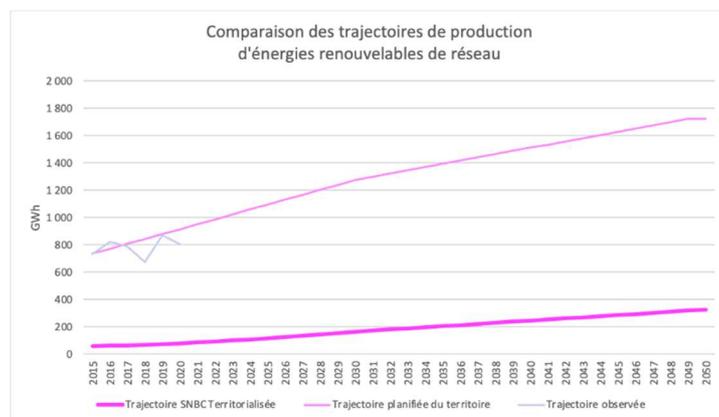
Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (Transport)



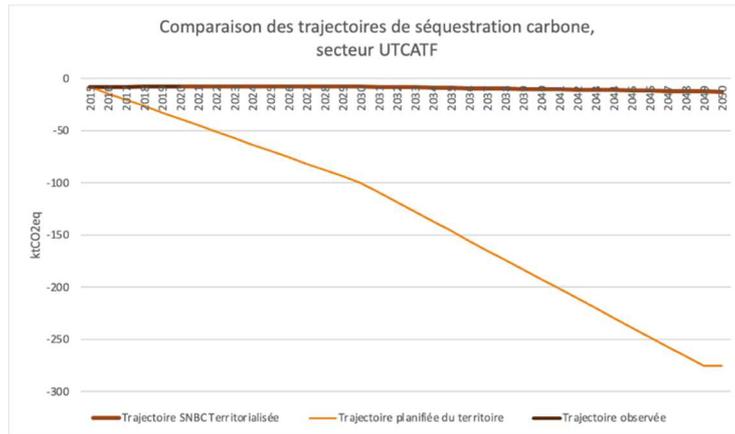
Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (Agriculture)



Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (Industrie)

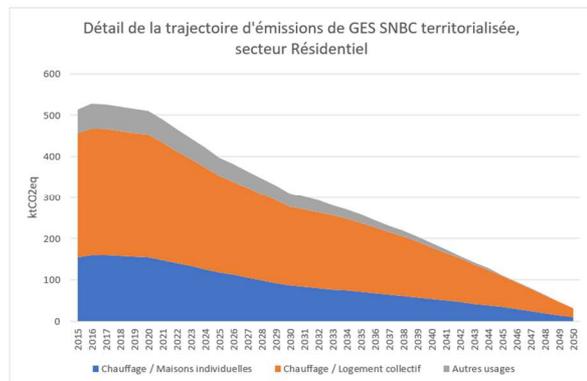
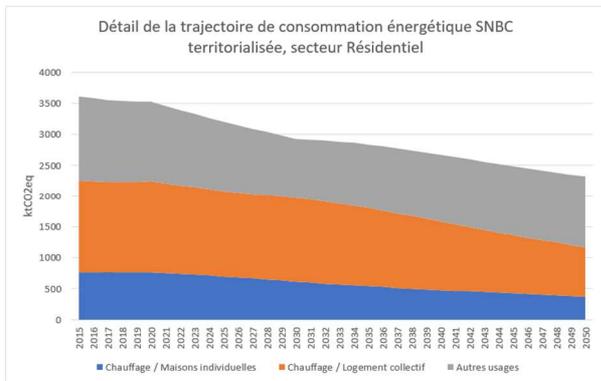


Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (ENR)



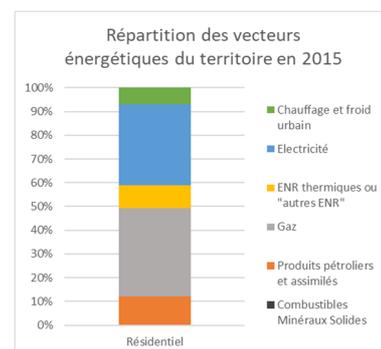
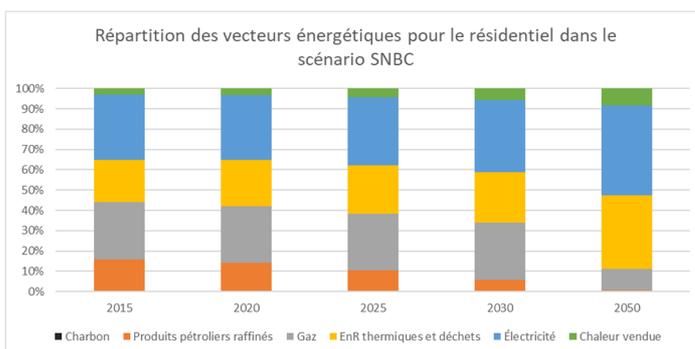
Trajectoire SNBC Territorialisée d'un territoire urbain (UTCATF)

Afin de fournir des clefs supplémentaires de compréhension, les trajectoires SNBC territorialisées pour les émissions de GES et la consommation d'énergie finale sont détaillées par sous-secteurs / pivots, lorsque cela est possible.



Détail des trajectoires SNBC Territorialisée (ici du secteur résidentiel)

Enfin, l'évolution des répartitions de vecteurs énergétiques dans la SNBC est indiquée. Cette évolution n'est pas territorialisée. Elle est fournie à titre informatif pour permettre d'expliquer de possibles écarts entre la trajectoire planifiée et la trajectoire de référence (en cas de choix de mix énergétique très différent entre territoire et SNBC et/ou de point de départ très différent de la moyenne nationale en termes de parts de marché des vecteurs).



Indications sur la répartition des vecteurs énergétique dans la consommation finale (ici du secteur résidentiel)