

## Rapport final du scénario « Transition Facteur 4 »

### Sommaire

Rapport final du scénario « Transition Facteur 4 » .....	1
I. Le scénario Transition Facteur 4.....	3
A. Contexte et démarche de scénarisation.....	3
B. Principe du scénario.....	3
C. Synthèse des hypothèses retenues .....	4
II. Principaux résultats .....	5
A. Consommations d'énergie.....	5
1. Consommation d'énergie par secteur .....	5
1.1 <i>Consommations dues à la mobilité</i> .....	6
1.2 <i>Consommations des bâtiments</i> .....	7
1.3 <i>Consommations industrielles</i> .....	7
1.4 <i>Consommations dues à l'agriculture</i> .....	7
2. Consommations d'énergie par vecteur .....	8
B. Emissions de gaz à effet de serre.....	9
1. Emissions de GES énergétiques.....	11
2. Emissions de GES non énergétiques .....	11
C. Production d'énergie.....	13
1. Production d'électricité .....	13
2. Production de chaleur urbaine .....	14
3. Valorisation de la biomasse .....	15
3.1 <i>Production de biogaz</i> .....	15
3.2 <i>Production de biomasse combustible</i> .....	15
4. Bilan en énergie primaire .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
D. Qualité de l'air .....	17
E. Facture énergétique .....	17
F. Coûts d'investissement .....	19
III. Conclusion .....	21
Annexe 1 : coûts des énergies.....	23
Annexe 2 : objectifs chiffrés du scénario Transition F4 - GES.....	24
Annexe 3 : objectifs chiffrés du scénario Transition F4 - Consommation d'énergie par secteur .....	25
Annexe 4 : objectifs chiffrés du scénario Transition F4 - Consommation d'énergie par vecteur .....	26
Annexe 5 : objectifs chiffrés du scénario Transition F4 - Production d'énergie .....	27



## I. Le scénario Transition Facteur 4

### A. Contexte et démarche de scénarisation

La Région Bretagne porte l'initiative « Breizh Cop » en lien avec sa mission d'élaboration du SRADDET. Afin d'actualiser les scénarios de prospective énergie-climat du SRCAE en vue de leur intégration dans le SRADDET, la Région Bretagne a lancé des travaux de **scénarisation prospective énergie-climat à l'horizon 2040**, horizon stratégique de prospective de l'ensemble du SRADDET. La Région a été appuyée par le Groupe d'Analyse et de Contribution « Prospective 2040 » (GAC 2040), composé de l'Etat, de l'ADEME, de l'Observatoire de l'Environnement en Bretagne et des gestionnaires de réseaux électriques et gaziers (RTE, Enedis, GRTgaz, GRDF). Ce groupe de travail a permis de suivre et piloter ces travaux, ainsi que d'en rendre compte aux membres de la Conférence bretonne de la transition énergétique (CBTE), instance de concertation de la transition énergétique et climatique de la Bretagne, pilotée conjointement par la Région, l'Etat et l'ADEME.

La mission s'est décomposée en trois phases. La première phase de diagnostic consistait à faire un **état des lieux du territoire**, aussi bien sur le sujet des consommations et productions énergétiques que sur celui des émissions de gaz à effet de serre (GES) énergétiques et non énergétiques. La seconde a eu pour objectif l'élaboration des **hypothèses de scénarisation**, en co-construction avec le réseau PCAET ainsi qu'avec les experts bretons. La dernière phase de la mission correspond à l'évaluation des hypothèses de scénarisation via un **outil de scénarisation** et de suivi qui a été livré à la Région.

Trois scénarios d'évolution possibles du territoire ont émergé de cette réflexion. Le premier est un scénario dit « Tendanciel » qui prolonge les effets observés actuellement, sans engagement supplémentaire de la part des acteurs bretons. Le second est un scénario dit « Sans Rupture », supposant que des actions volontaristes sont menées en fonction du potentiel et des leviers bretons et nationaux mobilisables, sans rupture majeure d'ici 2040. Enfin, le dernier scénario est le scénario « **Transition F4** » qui constitue la transcription à l'échelle bretonne du Facteur 4, en phase avec les objectifs de la SNBC (Stratégie Nationale Bas-Carbone, 2015). Les actions permettant d'atteindre les objectifs nationaux par secteur sont menées à l'échelle de la région et résultent ainsi en un objectif de diminution d'environ 65% des émissions GES en Bretagne entre 2015 et 2050.

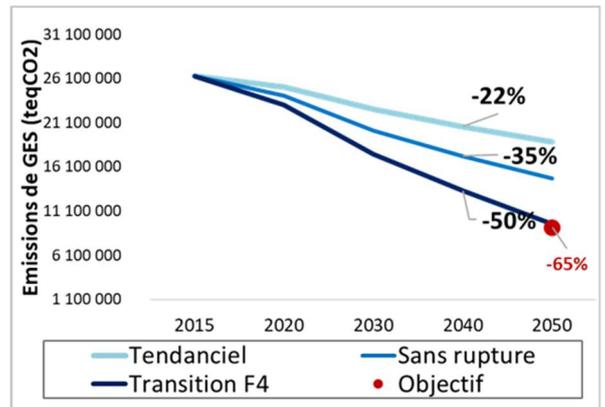


Figure 1 Evolution des émissions GES totales du territoire selon les scénarios travaillés

Suite à la mission principale qui s'est clôturée en Mars 2019, une mission complémentaire a été réalisée afin de prendre en compte les **différents retours reçus lors de la consultation publique**. Le rapport présente les résultats définitifs du scénario « Transition F4 » retenu par la Région pour la Breizh Cop et pour le SRADDET. Ce rapport vient compléter et amender un premier rapport détaillant la méthodologie suivie et présentant les trois scénarios modélisés.

La première section de ce rapport présente une synthèse des hypothèses retenues (un rapport exhaustif complète et documente les choix opérés<sup>1</sup>). La deuxième section présente les résultats obtenus pour le scénario Transition F4 en analysant un certain nombre d'indicateurs (consommation d'énergie, émissions de GES, facture énergétique du consommateur).

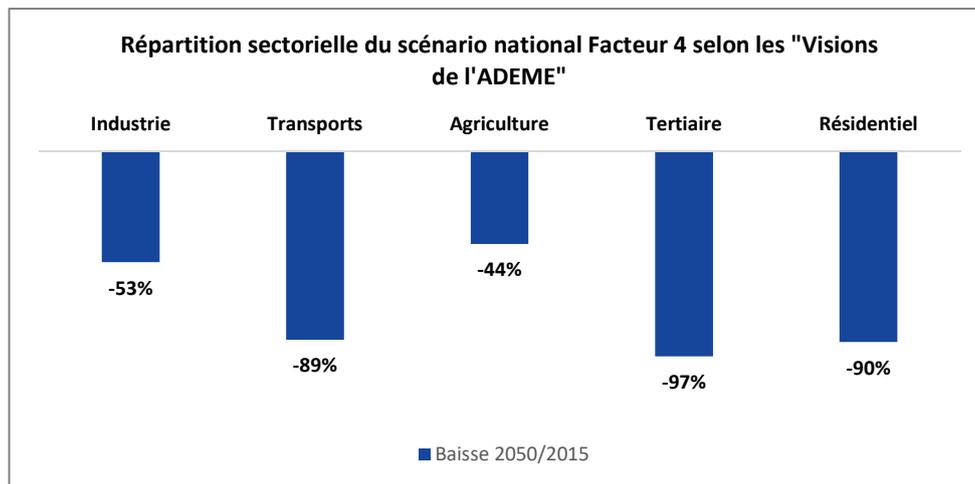
### B. Principe du scénario

Le scénario Transition F4 est un des futurs possibles pour la région Bretagne, l'année 2040 ayant été choisie comme jalon de référence, en cohérence avec l'horizon stratégique sur lequel le Conseil régional souhaitait travailler pour la Breizh Cop. Il vise en particulier l'atteinte de l'objectif « Facteur 4 » réglementaire à l'horizon 2050, **soit une réduction de 65% des émissions GES entre 2015 et 2050**.

<sup>1</sup> Document « Sources et hypothèses de scénarisation », Artelys pour la Région Bretagne, 2019

### Focus méthodologique sur le scénario Transition F4

Le scénario Transition F4 s'inscrit dans l'objectif réglementaire fixé par les lois de Grenelle, visant une réduction de 75% des émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 au niveau national. Afin de « régionaliser » cet objectif national, le scénario a été calculé à partir d'hypothèses de baisses sectorielles. Les pourcentages de baisse présentés ci-dessous et issus du rapport des Visions de l'Ademe (2014) ont été appliqués à la situation bretonne en 2015. Il en résulte un **objectif de baisse de 65% des émissions entre 2015 et 2050**.



La différence d'environ 10% entre les objectifs régionaux et nationaux s'explique notamment par la prépondérance du secteur agricole en Bretagne. En effet, les émissions provenant de l'agriculture représentent 48% des émissions bretonnes totales en 2015 contre 18% au niveau national. Le poids de ce secteur dans les émissions bretonnes est donc environ 2,5 fois plus important qu'au niveau national. Lorsqu'on applique la baisse nationale du secteur de l'agriculture qui est de 44% entre 2015 et 2050, la baisse totale de 75% est réduite à une baisse de 65%.

### C. Synthèse des hypothèses retenues

Des évolutions contextuelles – c'est-à-dire indépendantes du scénario – ont été prises en compte dans cet exercice de scénarisation (ex : l'évolution de la population est la même quel que soit le scénario considéré, et on ne suppose pas que la population évolue plus ou moins vite d'un scénario à l'autre). Par ailleurs, un ensemble d'actions ayant un impact énergétique et/ou climatique a été défini.

Le scénario Transition F4 est un scénario normatif, visant le facteur 4 breton à l'horizon 2040. Un scénario normatif cherche à produire une image d'un futur possible et souhaitable où l'on assume de déterminer au préalable un ensemble d'objectifs à réaliser avant de déterminer le chemin plausible. Les hypothèses de ce scénario doivent donc correspondre à celles qui aboutissent au Facteur 4 telles qu'elles sont énoncées dans le scénario des Visions de l'ADEME. Lorsque les Visions de l'ADEME ne fournissaient pas certains niveaux de détails, d'autres scénarios nationaux ont été exploités comme le scénario Négawatt ou le scénario 100% gaz renouvelable (ADEME-GRDF). Par ailleurs, les scénarios bretons comme le schéma régional biomasse ainsi que l'ensemble des données qui ont pu être collectées pendant la phase de diagnostic, ont permis de régionaliser les objectifs nationaux.

Suite à la phase de consultation publique, certaines hypothèses ont été retravaillées afin de correspondre aux autres exercices de prospective régionaux ou afin d'être en cohérence avec des travaux nationaux plus récents tels que le scénario national AMS du projet de SNBC II.

Les hypothèses détaillées retenues pour chaque secteur ainsi que les sources des données sont regroupées dans le document « Hypothèses et sources du travail de scénarisation » livré à la Région.

## II. Principaux résultats

### A. Consommations d'énergie

En 2016, la consommation totale en Bretagne était de 78,7 TWh (corrigés du climat). Le premier poste de consommation est le bâtiment (44% des consommations) suivi par les transports (35% des consommations).

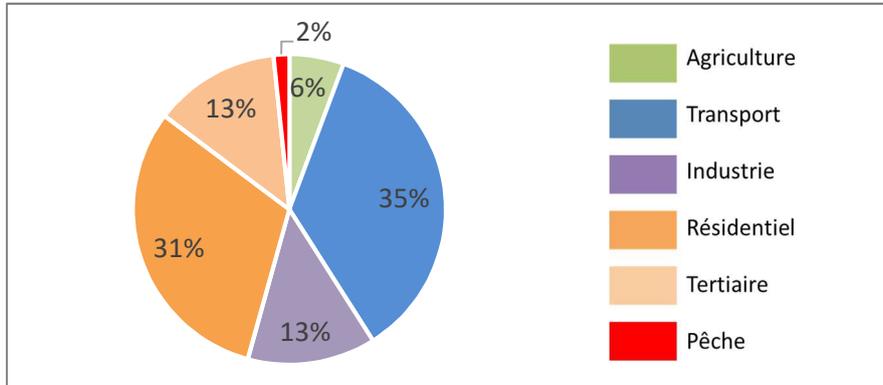


Figure 2 Détail de la consommation énergétique en 2016 par secteur. Source : OEB

Le scénario Transition F4 prévoit une **baisse de la consommation d'énergie totale du territoire de 35%** entre 2015 et 2040 (- 27 TWh).

#### 1. Consommation d'énergie par secteur

Le graphique ci-dessous donne l'évolution de la consommation du territoire par **secteurs** entre 2015 et 2040.

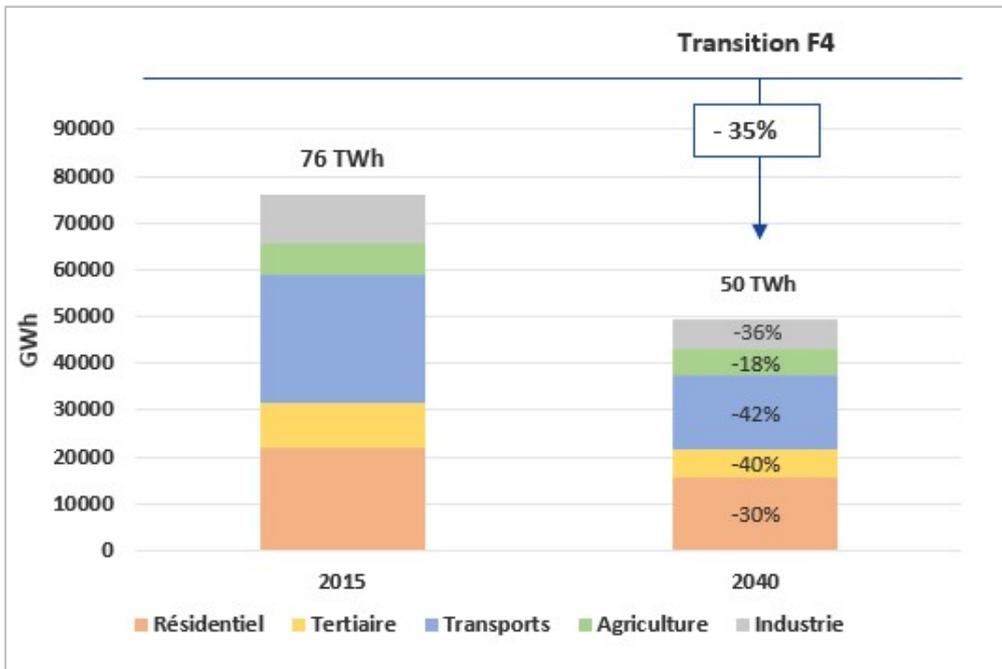


Figure 3 Consommations sectorielles à l'horizon 2040 et comparaison avec 2015

Les baisses les plus importantes sont attendues dans le secteur de la mobilité (-42%) suivi par le secteur du bâtiment (-35%) et de l'industrie (-36%). Les baisses des consommations énergétiques de l'agriculture sont un peu moins marquées puisque les actions menées dans ce secteur ont surtout un effet sur les émissions non énergétiques. Les paragraphes qui suivent explicitent pour chacun de ces quatre secteurs les actions les plus dimensionnantes dans la scénarisation de baisse de leurs consommations respectives.

### 1.1 Consommations dues à la mobilité

En 2040, la baisse des consommations relatives à la mobilité de personnes et aux transports de marchandises est évaluée à **42%** dans le scénario Transition F4. Dans le secteur des Transports de voyageurs, la baisse notable des consommations par rapport à 2015 de 45% serait portée par deux axes majeurs :

- **Le changement des habitudes liées à la mobilité**

Le changement des habitudes liées à la mobilité regroupe l'ensemble des actions liées la mobilité quotidienne et caractérisant le nombre de déplacements, les distances parcourues et les modes de déplacements des bretons :

o *Evolution du nombre de déplacements et des distances parcourues*

Le scénario Transition F4 fixe un objectif de réduction de la mobilité par personne de 18% à 2040, qui serait rendu possible par une baisse du nombre de déplacements quotidiens (grâce au télétravail par exemple) et par une baisse des distances parcourues (grâce à une meilleure organisation urbaine par exemple).

o *Evolution du taux de remplissage des voitures particulières*

Le scénario Transition F4 prévoit une augmentation de 50% de ce taux à 2050, ce qui nécessite un effort soutenu du développement du covoiturage.

o *Evolution des parts modales*

Le scénario Transition F4 suppose le doublement de la part des déplacements effectuée en transports en commun ainsi qu'une multiplication par 4 des déplacements effectués à vélo. La part des déplacements effectuée via la marche à pied reste stable.

L'effet additif des actions liées aux évolutions des habitudes de mobilité entraîne la baisse des voyageurs kilomètres (v-km) parcourus, produisant de fait le même effet sur les consommations. L'unité de mesure « voyageur-kilomètre » équivaut au transport d'un voyageur sur une distance d'un kilomètre. Le graphique ci-dessous synthétise l'ensemble des hypothèses à travers l'évolution des v-km parcourus par mode de transport.

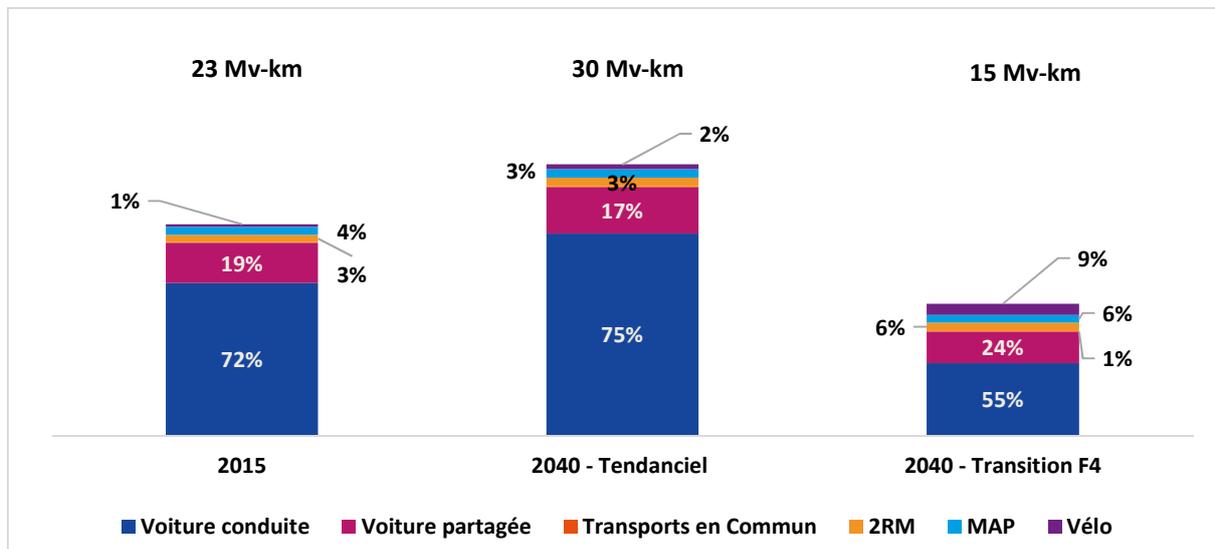


Figure 4 Evolution des voyageurs.kilomètres parcourus entre 2015 et 2040

- **La pénétration des véhicules à motorisations dites alternatives :**

Le remplacement des véhicules thermiques classiques par des véhicules à motorisations dites alternatives permet la baisse des consommations liées à la mobilité. Le scénario Transition F4 suppose un transfert des véhicules à carburation aux produits pétroliers vers les véhicules hybrides, électriques, GNV et hydrogène. Le graphique ci-dessous synthétise l'ensemble des hypothèses à travers l'évolution du parc de véhicules particuliers par type de carburation à l'horizon 2040.

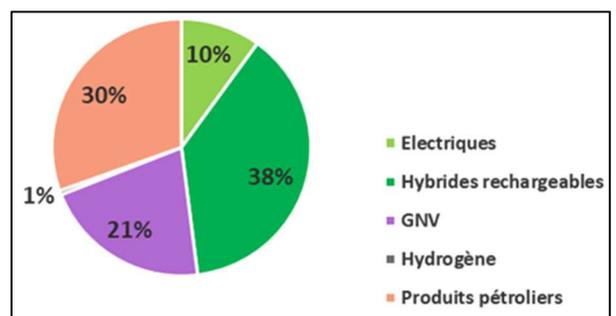


Figure 5 Evolution du parc de véhicules particuliers dans le scénario « Transition F4 »

On suppose dans le scénario Transition F4 une augmentation des consommations du secteur du **transport de marchandises** de **2%** entre 2015 et 2040. L'augmentation des tonnes-kilomètre (t-km) transportées issue d'une hypothèse des travaux « Visions de l'ADEME » a un effet direct sur les consommations et ne permet pas de compenser l'évolution des parts modales allant vers une augmentation du transport ferroviaire. Cet effet entraîne aussi l'augmentation de la consommation de gaz, du fait de la pénétration importante des poids lourds au GNV.

### 1.2 Consommations des bâtiments

Le scénario Transition F4 évalue en 2040 une baisse des consommations relatives au bâtiment de **33%**, correspondant à un volume de **10 TWh**. Les actions énergétiques permettant de réaliser les baisses les plus importantes dans le bâtiment sont :

#### - **Les rénovations thermiques :**

Le scénario Transition F4 fixe un rythme de rénovations dans le résidentiel de **45000** logements par an. En moyenne sur l'ensemble des âges de logements, l'impact des rénovations est une réduction de 30% des consommations dans les logements collectifs et de 40% des consommations dans les maisons individuelles. Cela se traduit en pratique par **22500** rénovations légères par an (isolation des combles, double vitrage, ventilation) et **22500** rénovations lourdes (isolation des combles, isolation thermique extérieure, isolations des planchers, double vitrage, VMC).

Dans le secteur tertiaire, la rénovation des surfaces de plus de **2000 m<sup>2</sup>** par application du décret tertiaire permet une réduction de **40%** des consommations d'énergie pour ces bâtiments en 2030 et **50%** en 2040.

#### - **L'efficacité des équipements :**

L'amélioration de l'efficacité des équipements de chauffage et d'eau chaude sanitaire permet de réduire les consommations en énergie finale. Le remplacement des équipements anciens par des équipements plus performants se traduit par le remplacement d'une partie du chauffage à l'électricité Joule par des pompes à chaleur, pour un rendement passant de 98% (Panneaux Rayonnants) à 163% (pour une pompe à chaleur aérothermique) et par le remplacement de chaudières standard par des chaudières à condensation, pour un rendement passant de 85% à 92%. Ces remplacements d'équipements sont possibles grâce :

- ⇒ Aux transferts d'énergie du fait de la sortie du Fioul/GPL/Charbon dans le parc existant
- ⇒ Au remplacement systématique des chaudières en fin de vie par des chaudières haute performance dans le parc existant
- ⇒ Aux pénétrations importantes d'équipements performants dans le neuf (50% de pompes à chaleurs pour le vecteur électrique, 65% de chaudières à condensation pour le vecteur gaz)

#### - **Les actions de sobriété énergétique.**

Les actions de sobriété énergétique par la sensibilisation et l'accompagnement sont moins impactantes que les actions précédentes. Elles entraînent une baisse des consommations de 2% en 2040 par rapport à 2015 dans le secteur du résidentiel et de 1% en 2040 par rapport à 2015 dans le secteur du tertiaire pour le scénario Transition F4.

### 1.3 Consommations industrielles

En 2040, la baisse des consommations industrielles est estimée dans le scénario Transition F4 à **36%** par rapport à 2015. Cette baisse est portée par :

#### - **Des gains d'efficacité énergétiques dans l'industrie reposant sur plusieurs leviers :**

L'activation de leviers technologiques éprouvés, de mesures organisationnelles ainsi que d'innovations technologiques. Le scénario ne considère pas d'hypothèses de changement de vecteur, les baisses des consommations se font donc de manière homogène sur l'ensemble des vecteurs énergétiques.

### 1.4 Consommations dues à l'agriculture

En 2040, une baisse des consommations énergétiques agricoles dans le scénario Transition F4 est estimée à **18%**, portée par les actions suivantes :

#### - **Des gains d'efficacité énergétique des bâtiments d'élevage, engins agricoles et serres :**

La réduction des consommations des bâtiments d'élevage via l'efficacité énergétique est supposée de 19%. L'efficacité énergétique des engins agricoles est de 30%, via une simplification du travail. Le potentiel de rénovation des serres agricoles ayant déjà été atteint, aucune action spécifique n'a été considérée.

- **Des changements de vecteur énergétiques :**

Le scénario suppose une sortie du fioul et du gaz des bâtiments d'élevage d'ici 2040. Il suppose également une pénétration de 42% de biocarburants dans la consommation des engins agricoles.

**2. Consommations d'énergie par vecteur**

Les graphiques ci-dessous donnent l'évolution de la consommation du territoire breton supposé dans le scénario Transition F4 **par vecteurs énergétiques**, entre 2015 et 2040.

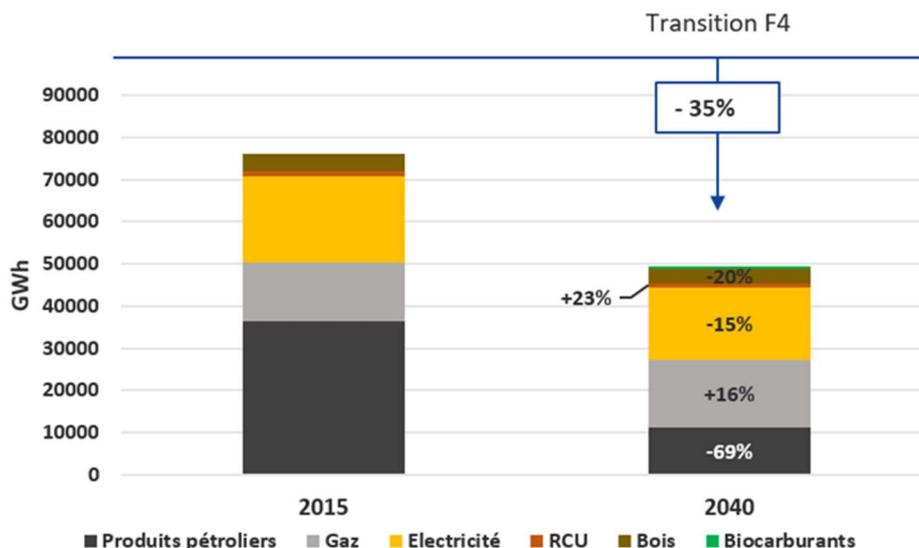


Figure 6 Consommations par vecteur énergétique à l'horizon 2040 et comparaison avec l'état actuel

La consommation de **produits pétroliers** baisse de **69%** en 2040 par rapport à 2015. Cette baisse est d'abord portée par la sortie du fioul dans le secteur du bâtiment. Cette baisse est d'autant plus marquée qu'elle est portée par une pénétration importante des véhicules décarbonés, ce qui entraîne la diminution de la dépendance aux produits pétroliers dans le secteur des transports.

La pénétration du GNV dans les secteurs des transports et de l'agriculture compense la diminution de consommation de gaz entraînée par l'efficacité énergétique de l'ensemble des secteurs et les rénovations dans le bâtiment. Il en résulte une augmentation de **16%** de la consommation de gaz en 2040 par rapport à 2015.

La consommation électrique diminue grâce aux rénovations dans le secteur du bâtiment et à l'efficacité énergétique de l'ensemble des secteurs. Cela se traduit en une baisse de **17%** des consommations d'électricité en 2040 par rapport à 2015.

\*\*\*

Pour conclure, les baisses de consommations observées sont portées par les baisses dans les secteurs du bâtiment et des transports, puis par le secteur de l'industrie et enfin par le secteur agricole.

Au niveau des vecteurs énergétiques, les baisses des consommations observées sont portées par la **baisse de la dépendance aux produits pétroliers** (48% des consommations en 2015), et par l'augmentation de l'efficacité énergétique qui se traduit par une **baisse de la consommation d'électricité**. La consommation de **gaz augmente** quant à elle, portée par la pénétration des véhicules GNV qui n'est pas compensée par les économies d'énergies induite par l'augmentation de l'efficacité énergétique des différents secteurs.

## B. Emissions de gaz à effet de serre

Au total, la Bretagne a émis en 2016, **26,8** millions de tonnes équivalent CO<sub>2</sub>. Le graphique ci-dessous présente la répartition des émissions totales par secteur et par type (énergétique ou non énergétique).

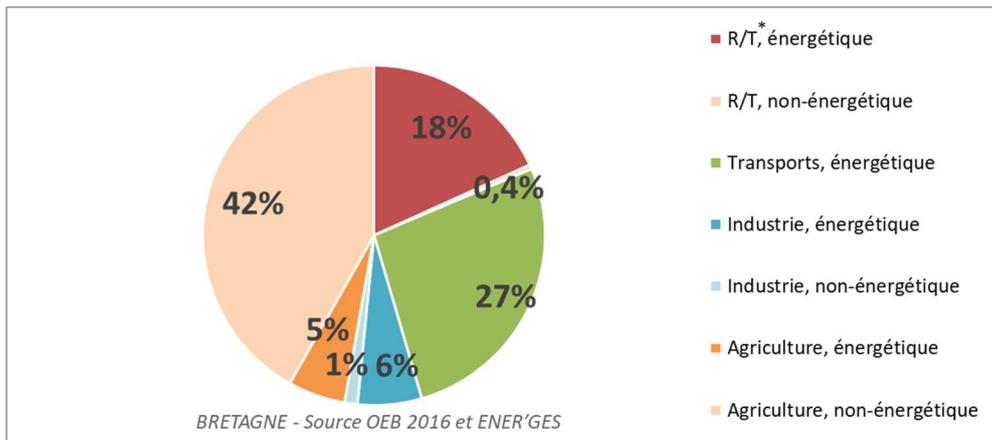


Figure 7 Détail des émissions en 2016 par secteur (Source : OEB)

\*R/T : Résidentiel/Tertiaire

NB : les portions foncées correspondent aux émissions énergétiques, les portions claires correspondent aux émissions non énergétiques

L'agriculture est le premier poste d'émissions, puisqu'il représente 47% des émissions totales contre 18% au niveau national. Le secteur du transport est à l'origine de 27% des émissions et le secteur du bâtiment est à l'origine de 18% des émissions. L'industrie comptabilise 7% des émissions.

**Dans le scénario Transition F4, l'objectif de baisse des émissions de gaz à effets de serre (GES) du territoire est fixé à -50% à l'horizon 2040 (-13 millions teq CO<sub>2</sub> par rapport à l'état initial) et de 65% à l'horizon 2050.**

Le graphique ci-dessous schématise les objectifs de réduction des émissions de GES atteints par les différentes trajectoires des scénarios travaillés lors de l'exercice de prospective (tendanciel, sans rupture, transition F4). Le scénario Transition (F4) est le **scénario réglementaire** (conforme aux objectifs nationaux de la SNBC de 2015) adopté par les élus du Conseil régional et inscrit dans les objectifs de la Breizh Cop.

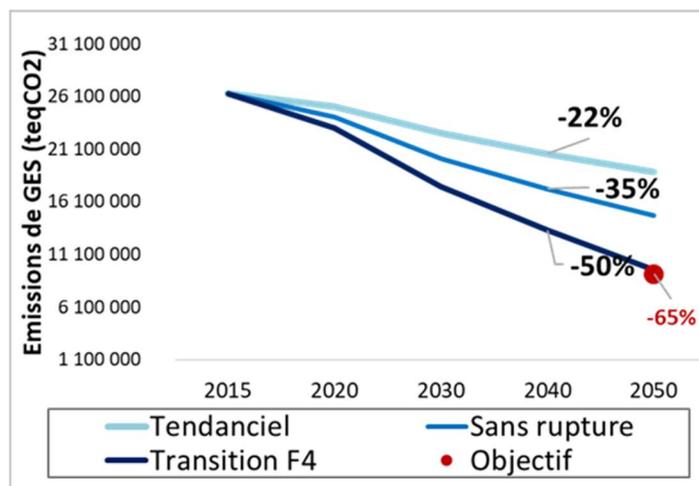


Figure 8 Evolution des émissions GES totales du territoire selon les scénarios travaillés

Le graphique ci-dessous donne l'évolution des émissions GES du territoire **par secteurs**, en comparant avec l'état initial de 2015. Les baisses les plus importantes **en volume** sont celles du secteur de **l'agriculture** dans le scénario Transition F4 (baisse de 34%) suivies par celles du secteur des **transports** (baisse de 66%). Le secteur du bâtiment observe une baisse d'environ 71%, et le secteur industriel une baisse de 52%.

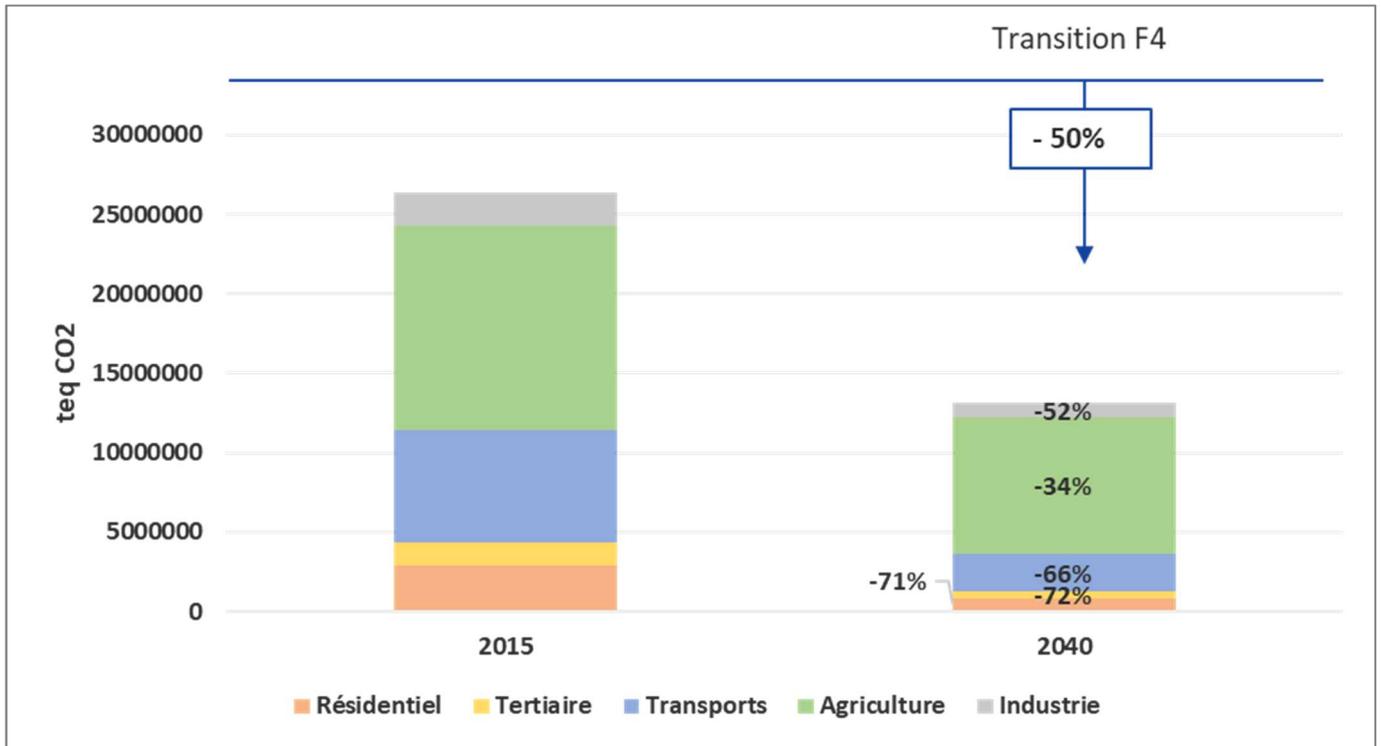


Figure 9 Evolution des émissions GES par secteur du territoire

Le graphique ci-dessous montre l'évolution des émissions énergétiques et non énergétiques entre 2015 et 2040. Les émissions énergétiques baissent de 65% tandis que les émissions non énergétiques baissent de 31%.

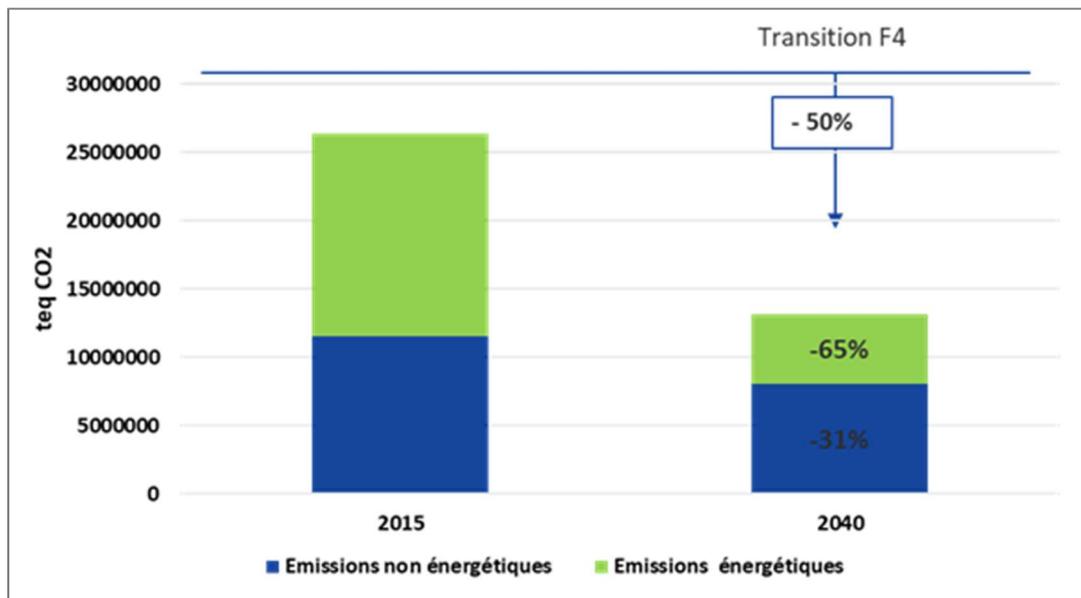


Figure 10 Evolution des émissions énergétiques et non énergétiques entre 2015 et 2040

Les paragraphes suivants explicitent les actions les plus dimensionnantes dans la baisse des émissions GES énergétiques d'une part et non énergétiques d'autre part.

## 1. Emissions de GES énergétiques

La baisse de la consommation totale du territoire à l'horizon 2040 de 35% dans le scénario Transition F4 a un effet direct sur la baisse des émissions énergétiques. Cependant, cette baisse est amplifiée par :

### - Les changements de vecteurs :

Le passage à des vecteurs moins carbonés, à travers par exemple des transferts Fioul/Gaz et Fioul/Electricité et Fioul/Bois dans le secteur du bâtiment et des transferts Produits Pétroliers/GNV ou Produits Pétroliers/Electricité dans le secteur des transports, a un effet encore plus marqué sur les émissions que sur les consommations.

### - La baisse des contenus CO<sub>2</sub> des vecteurs :

La baisse des contenus CO<sub>2</sub> des vecteurs énergétiques observée à la maille nationale fait naturellement baisser les émissions énergétiques, pour une consommation donnée. Ainsi le contenu carbone de l'électricité baisse de 70 gCO<sub>2</sub>/kWh actuellement à 18 gCO<sub>2</sub>/kWh en 2040, le contenu carbone du gaz baisse de 227 gCO<sub>2</sub>/kWh à 138 gCO<sub>2</sub>/kWh en 2040 et le contenu carbone du réseau de chaleur urbain passe de 156 gCO<sub>2</sub>/kWh à 62 gCO<sub>2</sub>/kWh.

Par ailleurs, le secteur des transports est celui qui constate les baisses les plus marquées de ses émissions énergétiques. Les actions les plus impactantes sont les changements d'habitudes liées à la mobilité et la pénétration de véhicules décarbonés.

## 2. Emissions de GES non énergétiques

Les émissions non énergétiques baissent de 31% dans le scénario Transition F4. Ces baisses sont réalisées par le secteur agricole et sont portées par deux axes majeurs : l'évolution des élevages et l'évolution des cultures.

### - L'évolution des élevages :

La baisse des émissions non énergétiques des élevages entraîne une diminution de **27%** des émissions non énergétiques entre 2015 et 2040. Ces émissions correspondent au CH<sub>4</sub> (méthane) qui est issu de la fermentation entérique des animaux (surtout rôtés des bovins) et des déjections animales, et au N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote) qui est issu des déjections et des émissions des sols en lien avec des apports d'azote organique. Pour information, le pouvoir de réchauffement global du CH<sub>4</sub> est de 25, celui du N<sub>2</sub>O est de 298 contre un pouvoir de 1 pour le CO<sub>2</sub>.

Les émissions non énergétiques des élevages dépendent :

#### o *Du nombre de têtes de cheptel*

Le scénario Transition F4 suppose une baisse du nombre de vaches laitières de 29%, des autres bovins de 26%, des porcins de 16%, des volailles de 6% et une augmentation des ovins et caprins de 13%. La baisse du nombre de têtes de cheptel permet la réduction de **20%** des émissions non énergétiques de l'agriculture dans le scénario Transition F4.

#### o *De la valorisation des lisiers et fumiers par méthanisation*

La valorisation des lisiers et fumiers par méthanisation permet d'éviter des émissions de GES. Le scénario Transition F4 suppose que 67% du gisement de lisier et 37% du gisement de fumier sont valorisés par méthanisation.

#### o *Du régime alimentaire des espèces*

Le changement du régime alimentaire des vaches laitières via l'ajustement de la matière azotée totale (MAT) des rations (avec un objectif maximal de 14% de MAT) permet de réduire l'excrétion d'azote dans les urines. Le scénario Transition F4 suppose que 90% du cheptel sera touché en 2035. Cette action a un impact de 1% sur la baisse des émissions non énergétiques.

### - L'évolution des cultures

Les émissions non énergétiques des cultures sont supposées à la baisse (- 4%) dans le scénario Transition F4. Les émissions non énergétiques des cultures correspondent aux émissions liées à l'épandage des engrais synthétiques, aux résidus de cultures et à la production d'ammoniac.

Ces émissions dépendent donc :

○ *De l'évolution de la Surface Agricole Utile et de son occupation*

La Surface Agricole Utile (SAU) baisse dans le scénario Transition F4 du fait de l'afforestation (1 million d'hectares plantés entre 2010 et 2035 en France). Son occupation évolue aussi portée par le changement des habitudes d'alimentation. Le graphique ci-dessous présente les hypothèses retenues. L'apparente baisse de SAU du scénario Transition F4 est compensée par les terres afforestées.

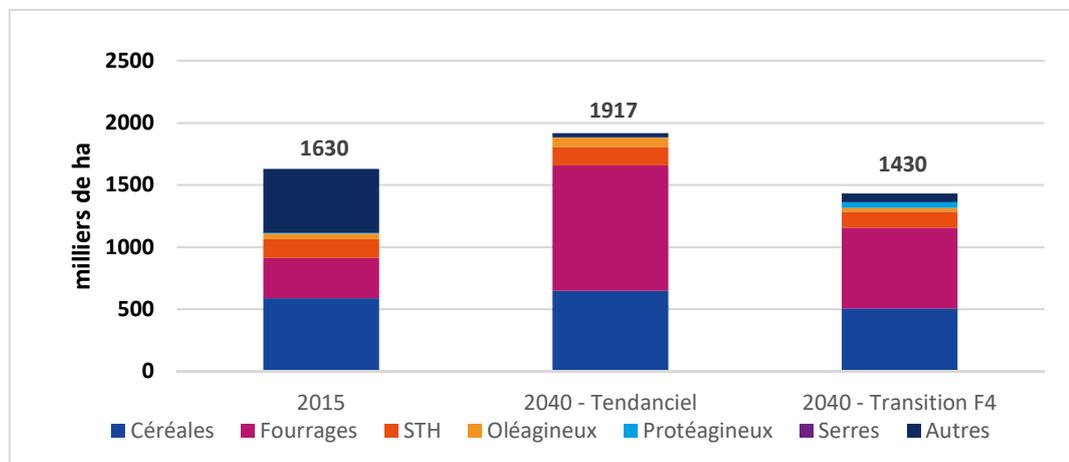


Figure 11 Evolution de la Surface Agricole Utile bretonne entre 2015 et 2040. La catégorie « Autres » correspond principalement à des pommes de terre, légumes frais et vergers

○ *De l'évolution des pratiques effectuées sur les cultures agricoles*

La réduction du volume d'épandage d'engrais synthétique par hectare de 43% permet de réduire les émissions provenant des cultures. De plus, la valorisation des résidus de cultures pour la méthanisation permet d'éviter des émissions supplémentaires. En effet, le scénario Transition F4 suppose que 31% du gisement de résidus de cultures est valorisé par méthanisation.

### Focus méthodologique sur les objectifs de réduction des émissions de GES agricoles du scénario Transition F4

Les objectifs de réduction des GES du scénario Transition F4 sont déclinés par type de GES (énergétiques et non énergétiques), et par secteurs (résidentiel, tertiaire, agriculture, transports, industrie). L'objectif de baisse des GES non énergétiques de l'ensemble du scénario est estimé à 31% à l'horizon 2040 par rapport à 2015. Les actions permettant d'atteindre cet objectif sont principalement agricoles. Si l'on regarde les objectifs de réduction des émissions de GES par secteur (en considérant les GES énergétiques et non énergétiques), **l'objectif global de réduction des GES du secteur agricole est de 34% à l'horizon 2040 par rapport à 2015.**

Cet objectif sectoriel a été voté par les élus du Conseil régional de Bretagne en session de novembre 2018 dans le cadre de la Breizh Cop. Le travail prospectif qui a permis ce chiffrage est un travail centré sur une approche énergétique et climatique, qui n'aborde les questions agricoles que d'un point de vue global en se basant sur des jeux d'hypothèse restreints. La déclinaison en actions nécessite d'être réétudiée et précisée, en concertation avec les acteurs du monde agricole, dans le but d'être plus représentative des spécificités du secteur agricole et de ses enjeux pour la Bretagne. **Pour cela, une étude prospective centrée sur les GES agricoles est en cours. Elle permettra d'aboutir à la construction collective de scénarios prospectifs de transition agricole et alimentaire en Bretagne permettant de limiter l'empreinte climatique de l'agriculture tout en évaluant les impacts agronomiques, environnementaux et socio-économiques.** Les actions pour la réduction des émissions de GES agricoles exprimées dans le paragraphe ci-dessus (2. Emissions de GES non énergétiques) seront ainsi amenées à évoluer et ne sont pas considérées comme définitives.

Pour conclure, les baisses de consommation d'énergie décrites précédemment ont un impact bénéfique sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) énergétiques du territoire. Les hypothèses de changement de vecteurs d'énergies permettent d'amplifier l'effet de baisse des consommations et profitent de la baisse des contenus CO2 des vecteurs énergétiques au niveau national. En outre, les baisses les plus importantes d'émissions énergétiques sont attendues dans le secteur des transports, résultant des changements d'habitude liées à la mobilité et à la pénétration de véhicules décarbonés dans le parc roulant.

Les émissions non énergétiques baissent dans le scénario Transition F4 grâce aux actions menées dans le secteur agricole (à travers l'évolution des élevages et des cultures). L'évolution des têtes de cheptel et la valorisation des lisiers et fumiers par la méthanisation sont les deux actions qui ont le plus fort impact sur les baisses d'émissions attendues.

Le graphique ci-dessous montre l'impact marginal sur les émissions de GES de chaque action menée dans le scénario Transition F4 par rapport au scénario tendanciel. Les actions les plus impactantes sont celles liées à la mobilité et à l'agriculture. Les actions portant sur le bâtiment et l'industrie n'ont qu'un faible impact marginal sur les émissions (au regard des actions déjà mises en place dans ce secteur, et de la dynamique déjà en marche dans ce secteur) :

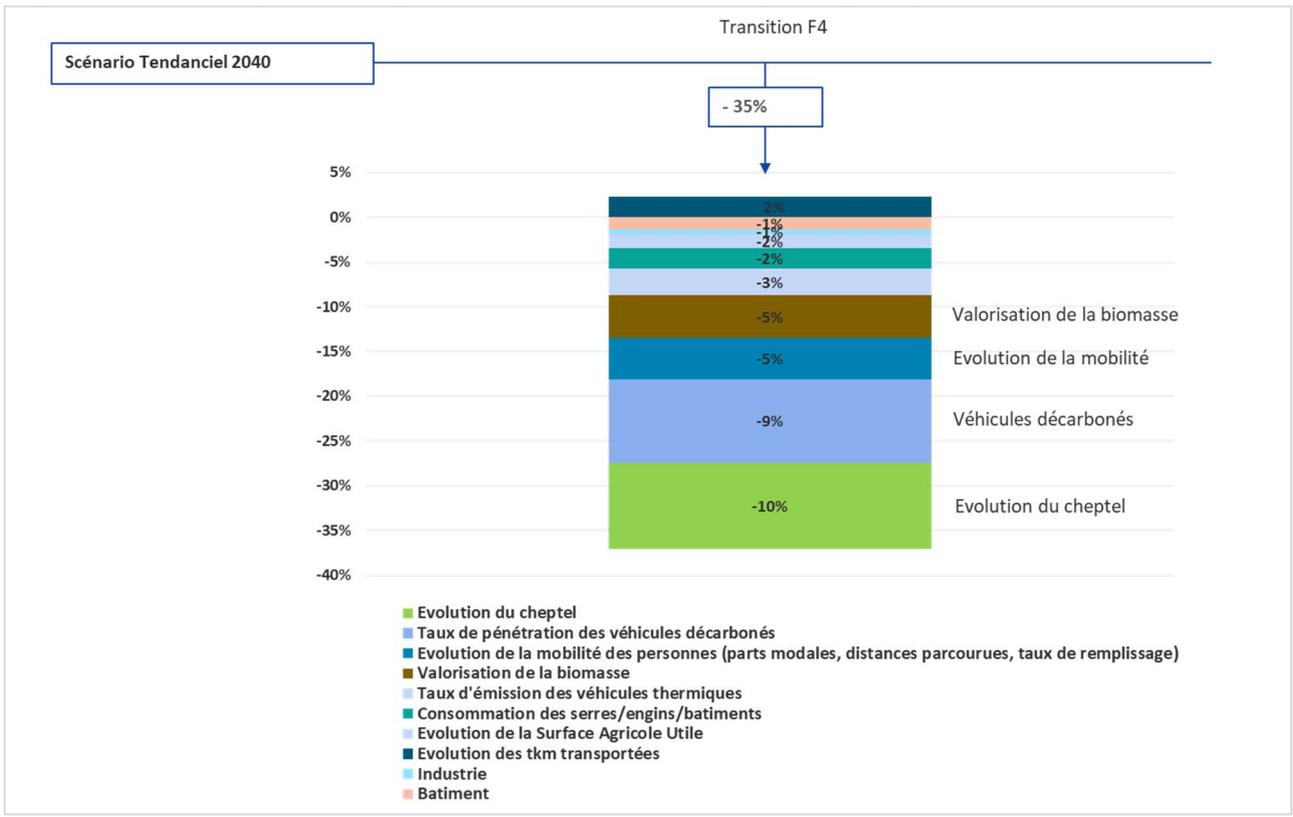


Figure 12 Impact marginal des actions du scénario Transition F4 (par rapport au Tendanciel)

**C. Production d'énergie**

**1. Production d'électricité**

En 2016, la région a produit 3,2 TWh d'électricité<sup>2</sup> soit 15% de la consommation régionale d'électricité. Les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) ont ainsi couvert 80% de la production bretonne d'électricité. Cette production ENR électrique est réalisée en grande partie par l'éolien terrestre et l'usine marémotrice de la Rance, même si on note une agumentation de la production solaire photovoltaïque ces dernières années.

<sup>2</sup> En energie finale

Dans le scénario Transition F4, **la production d'électricité est multipliée par 9,7** entre 2016 et 2040. La Bretagne deviendrait ainsi un territoire exportateur d'électricité. Par ailleurs, le mix électrique verdit progressivement grâce à l'introduction massive des énergies renouvelables.

Ainsi, la part de la production locale ENR&R dans la consommation régionale d'électricité passe de 12% en 2016 à 174% dans le scénario Transition F4 en 2040. De plus, la part ENR&R dans le mix électrique breton passe à 96% dans le scénario Transition F4, contre 80% en 2016.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la production d'électricité sur le territoire, par filière de production, en énergie finale.

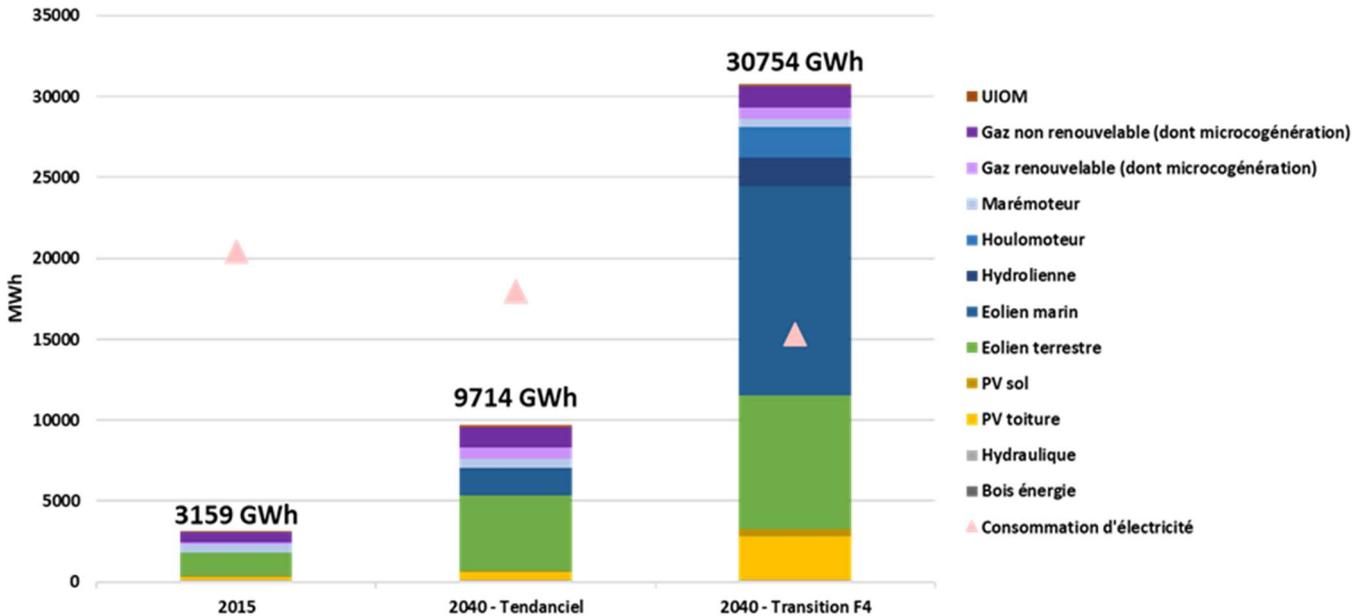


Figure 13 Evolution de la production d'électricité du territoire (en énergie finale)

La hausse de la production d'électricité d'origine renouvelable est portée particulièrement par le développement de **l'éolien terrestre et marin** en premier plan, puis par le solaire photovoltaïque. Afin d'atteindre les objectifs du scénario Transition F4, il faudrait que le rythme de développement actuel de l'éolien soit multiplié par 2,1 pour l'éolien terrestre, par 7,6 pour l'éolien marin et par 8,4 pour le solaire photovoltaïque.

## 2. Production de chaleur urbaine

La production de chaleur urbaine sur le territoire a atteint 1,1 TWh en 2016, avec un mix à 81% renouvelable.

Dans le scénario Transition F4, une baisse de 23% de la chaleur urbaine est évaluée à 2040, grâce aux rénovations dans le secteur du bâtiment. Le mix énergétique du réseau de chaleur urbaine est constant entre 2016 et 2040. Profitant du littoral Breton, la géothermie marine pourrait se développer dans les prochaines décennies. Cependant, elle n'est pas quantifiée dans ces scénarios, en l'absence d'éléments de prospective précis. Le graphique ci-dessous illustre les sources d'énergie renouvelable qui alimentent les réseaux de chaleur urbain (exprimé en énergie finale) :

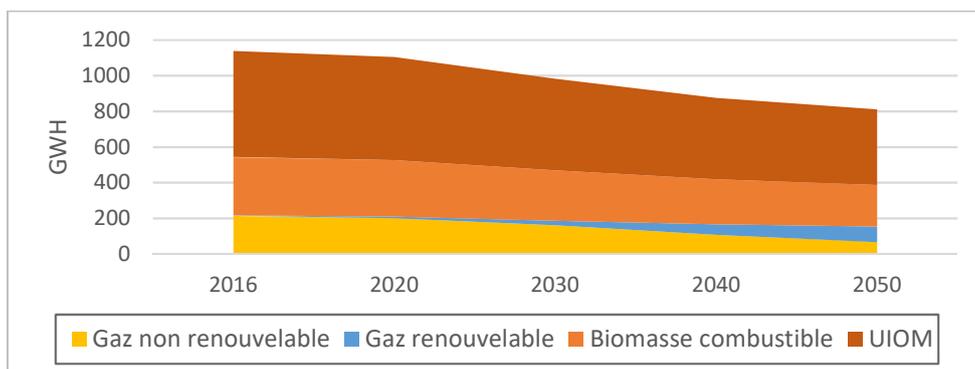


Figure 14 Production de chaleur urbaine sur le territoire breton par filière selon le scénario Transition F4 (en énergie finale)

### 3. Valorisation de la biomasse

#### 3.1 Production de biogaz

Dans le scénario Transition F4, une augmentation de la consommation de gaz est prévue. Elle s’accompagne d’une **augmentation de la production régionale de biogaz**. Ainsi, la couverture de la demande locale de gaz passe de 1% en 2016 à 74% en 2040 pour le scénario Transition F4 (en énergie primaire).

La Bretagne contribuerait ainsi à la production de gaz renouvelable nationale, par une production de 11 TWh de biogaz produit par méthanisation et de 991 GWh de biogaz produit par pyrogazéification.

Le graphique ci-dessous présente l’évolution de la consommation de gaz du territoire régional et l’évolution de la production de biogaz, exprimé en énergie primaire.

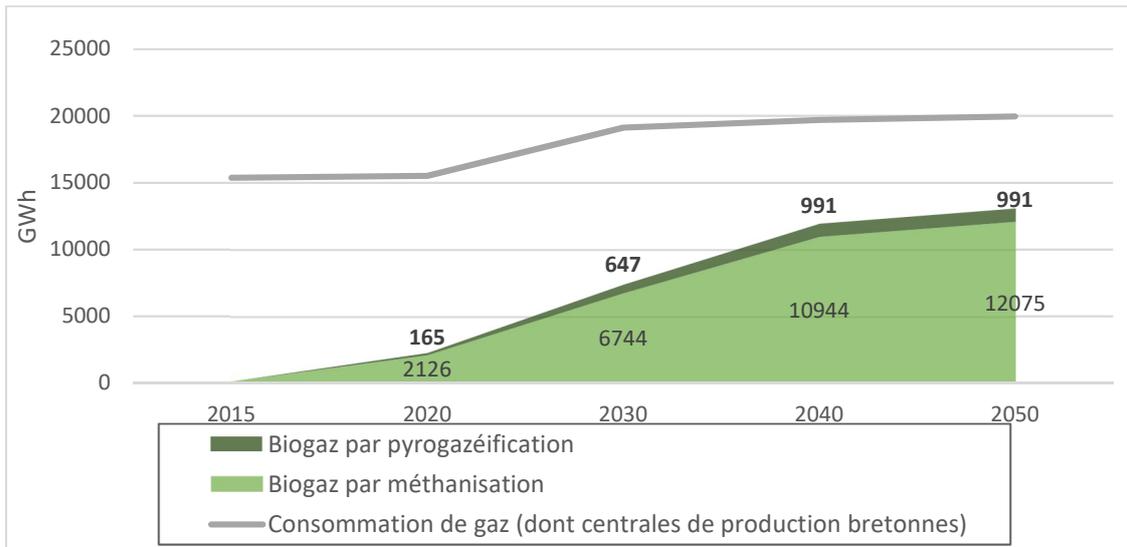


Figure 15 Production de biogaz sur le territoire breton (en énergie primaire)

#### 3.2 Production de biomasse combustible

Dans le scénario Transition F4, l’augmentation de la production de **biomasse combustible** est évaluée à +9% entre 2015 et 2040. La baisse de la consommation dans le secteur du bâtiment, portée par les actions de rénovations et l’augmentation de la production locale, participent à faire de la région un territoire à balance neutre en 2040 et exportateur de biomasse combustible en 2050. La couverture de la demande locale de biomasse combustible passe ainsi de 68% en 2016 à 93% en 2040 et à 103% en 2050.

Le graphique ci-dessous présente l’évolution de la consommation de bois du territoire régional et l’évolution de la production de biomasse combustible (exprimé en énergie primaire).

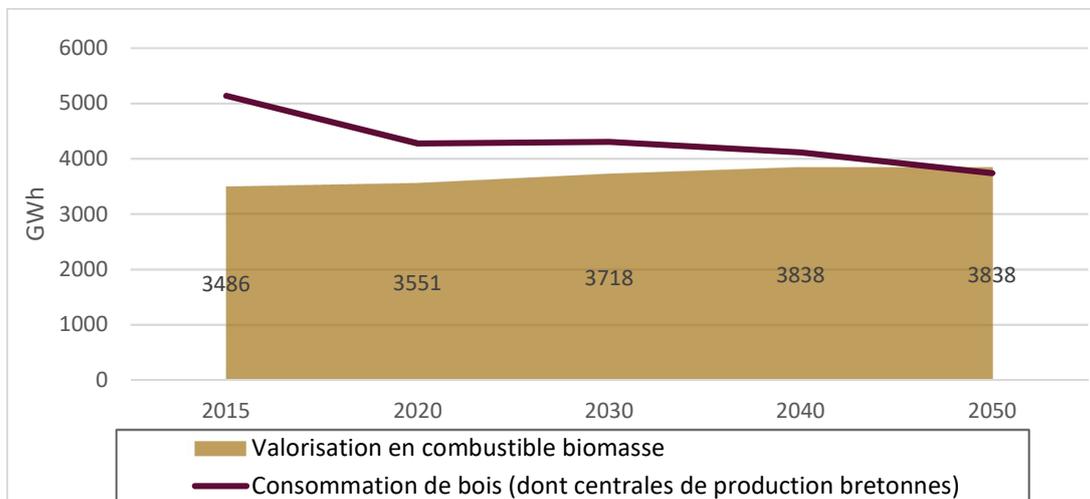


Figure 16 Production de biomasse combustible sur le territoire breton (en énergie primaire)

#### 4. Bilan en énergie primaire

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la production d'énergie primaire renouvelable sur le territoire breton entre 2016 et 2040.

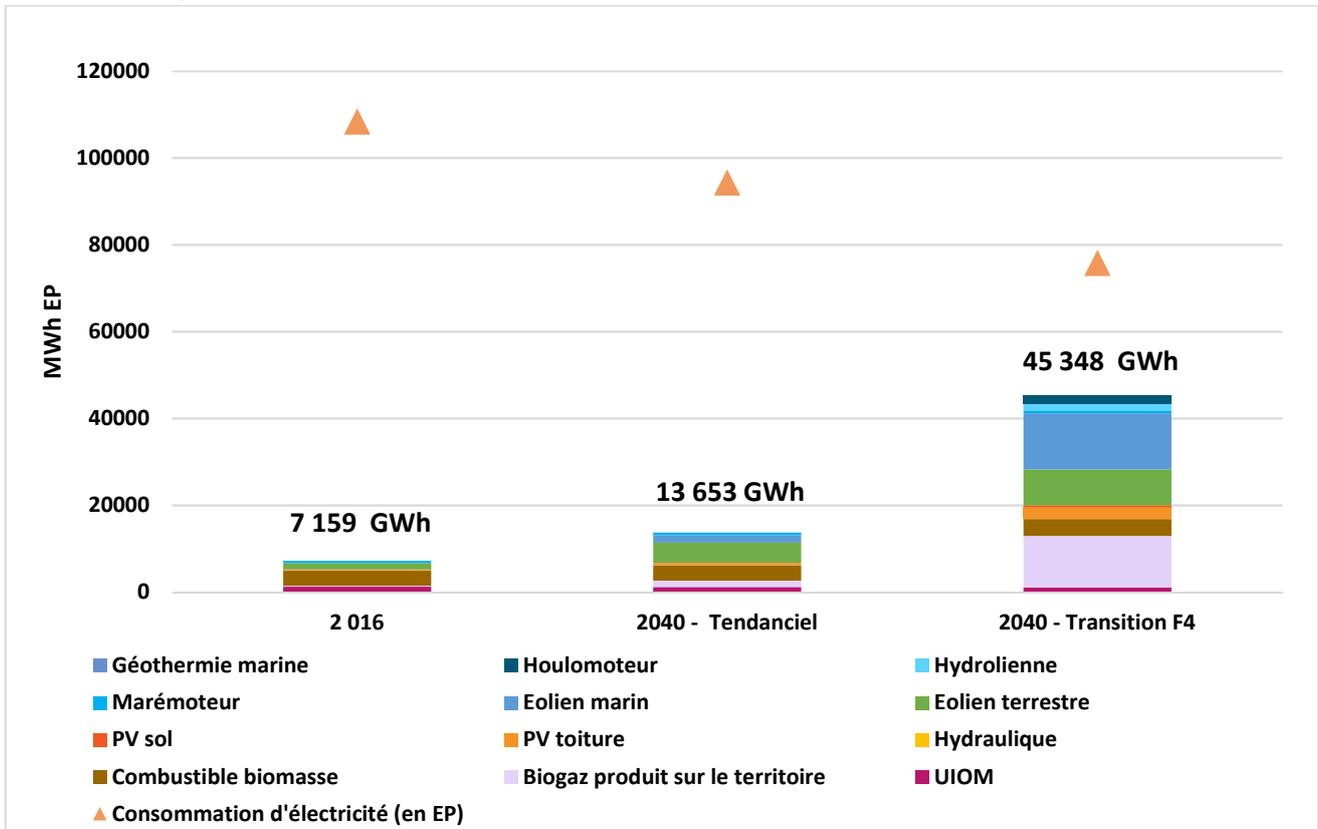


Figure 17 Production d'énergie primaire sur le territoire. Les triangles en orange correspondent à la consommation en énergie primaire.

Ainsi, la production renouvelable en énergie primaire du territoire est **multipliée par 6,3 sur le territoire breton entre 2016 et 2040**.

- ⇒ La part de la production locale d'ENR&R dans la production en énergie primaire passe de 84% en 2016 à **95%** en 2040.
- ⇒ La part de la production locale d'ENR&R dans la consommation en énergie primaire <sup>3</sup> passe de 7% en 2016 à **60%** en 2040.

\*\*\*

Pour conclure, selon les hypothèses du scénario Transition F4, la Bretagne pourrait devenir en 2040 :

- Un territoire **exportateur d'électricité, avec une forte prépondérance des ENR&R** : la production d'électricité renouvelable et de récupération (en énergie finale) est multipliée par 11,6 entre 2015 et 2040, avec une couverture de la consommation locale d'électricité de 182%.
- Un territoire **indépendant** des importations de **biomasse combustible** : la production de biomasse combustible augmente de 10% entre 2015 et 2040. En 2050, la production couvre 100% de la consommation locale en biomasse combustible.
- Un territoire qui développe significativement le **biogaz** produit par méthanisation ou pyrogazéification, et réduit ses **besoins d'importations de gaz**. La production de biogaz par méthanisation ou pyrogazéification passe de 174 GWhs en 2017 à 11 935 GWh en 2040, avec une couverture de la consommation locale de gaz qui s'élève à 74%.

<sup>3</sup> La consommation d'énergie primaire est calculée en associant un facteur de 2.58 à l'électricité, par convention.

## D. Qualité de l'air

La Bretagne est un territoire plus émetteur **d'oxydes d'azote** que la moyenne nationale, avec 6% des émissions de Nox en France provenant de la Bretagne pour 5% de la population en 2016. L'importance des trajets domicile-travail par rapport au niveau national explique ces différences. Les NOx étant essentiellement émis par des processus de combustion de combustibles fossiles (véhicules, chauffage ...).

Dans le scénario Transition F4, les émissions de NOx sont évaluées à une baisse de 71%. Cette baisse s'explique par la diminution de la dépendance énergétique aux produits pétroliers. Les baisses les plus marquées sont celles du secteur des transports, du fait de la pénétration des véhicules à motorisations dites alternatives (véhicules électriques, véhicules hybrides-rechargeables, véhicules GNV, véhicules hydrogène), dont les émissions de NOx sont considérablement plus faibles que celles des véhicules classiques.

Par ailleurs, la Bretagne est un territoire plus émetteur de **particules fines** que la moyenne nationale : 7% des émissions de PM10 et 6% de PM2.5 en France proviennent de la Bretagne en 2016.

Dans le scénario Transition F4, les émissions de particules sont évaluées à une baisse de 36%. Les baisses les plus marquées sont celles du secteur des transports, du fait de la pénétration des véhicules à motorisations dites alternatives. Les baisses les plus importantes en volumes sont celles du secteur du bâtiment du fait de la sortie du fioul.

## E. Facture énergétique

La baisse des consommations d'énergie à l'horizon 2040 déterminée dans le scénario Transition F4 permet de faire diminuer la facture énergétique du territoire, c'est-à-dire le coût engendré par la consommation énergétique des acteurs du territoire pour les secteurs du bâtiment et de la mobilité.

La méthode suivie consiste à calculer la facture énergétique à l'horizon 2040 en intégrant la croissance des coûts des énergies. Le tableau en annexe 1 résume les coûts considérés pour les différentes énergies, en €/TTC pour le résidentiel et la mobilité et en €/HT pour le tertiaire. Ensuite, la différence par rapport au scénario Tendanciel est calculée.

Les graphiques ci-dessous présentent les différences des factures énergétiques pour les secteurs du résidentiel, du tertiaire et de la mobilité par rapport au scénario tendanciel.

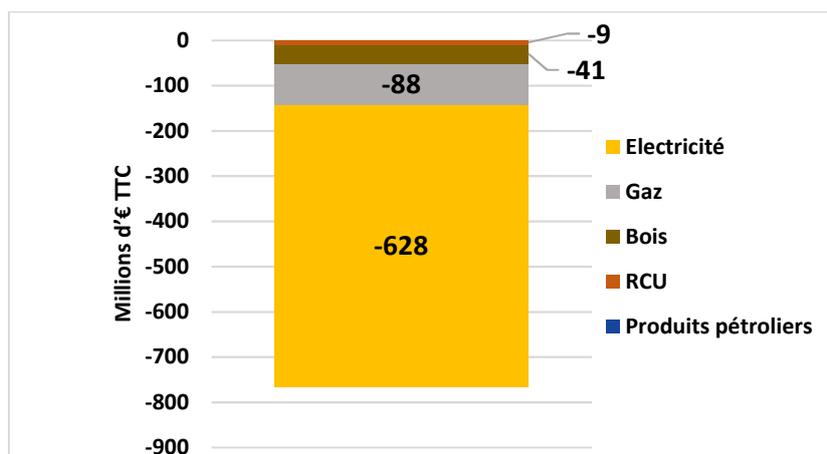


Figure 18 Différence de facture énergétique par rapport au scénario tendanciel dans le secteur du résidentiel. Les coûts sont exprimés en m€ TTC.

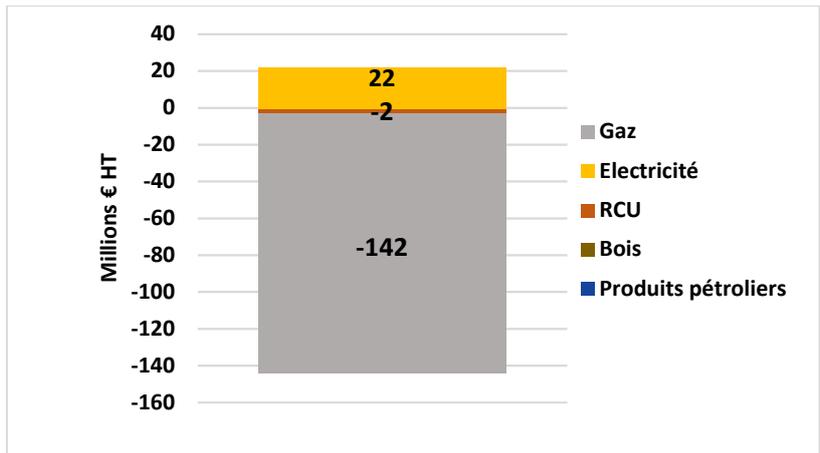


Figure 19 Différence de facture énergétique par rapport au scénario tendanciel dans le secteur du tertiaire. Les coûts sont exprimés en m€ HT.

La facture énergétique est inférieure de 766 millions d’euros TTC en 2040 par rapport au scénario Tendanciel dans le secteur du résidentiel (soit 30% de la facture énergétique bretonne dans le résidentiel en 2017, pour le même périmètre) et 122 millions d’euros HT (soit 16% de la facture énergétique bretonne dans le tertiaire en 2017, pour le même périmètre) dans le secteur tertiaire. Les économies les plus importantes sont réalisées à travers les économies d’électricité dans le résidentiel qui sont le résultat de la baisse de la consommation d’électricité constatée précédemment dans le secteur du bâtiment ainsi que de l’augmentation du coût de l’électricité à 2040.

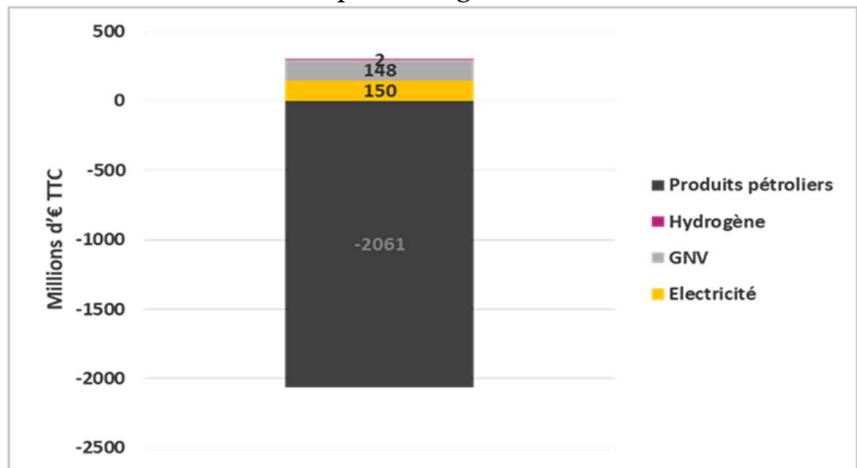


Figure 20 Différence de facture énergétique par rapport au scénario tendanciel dans le secteur de la mobilité

Dans le secteur des transports et en 2040, la pénétration des motorisations décarbonées dans le parc entraîne des économies de produits pétroliers et des surcoûts d’électricité et de GNV. La facture énergétique est inférieure de 1762 millions d’euros TTC dans le scénario Transition F4 (soit 92% de la facture énergétique bretonne pour le même périmètre).

Le graphique ci-dessous présente la différence des coûts combustibles par rapport au scénario Tendanciel. Le scénario « Transition F4 » coûte 22 millions d’euros de moins. Ces économies sont notamment dues à la baisse de consommation de RCU grâce à l’efficacité énergétique.

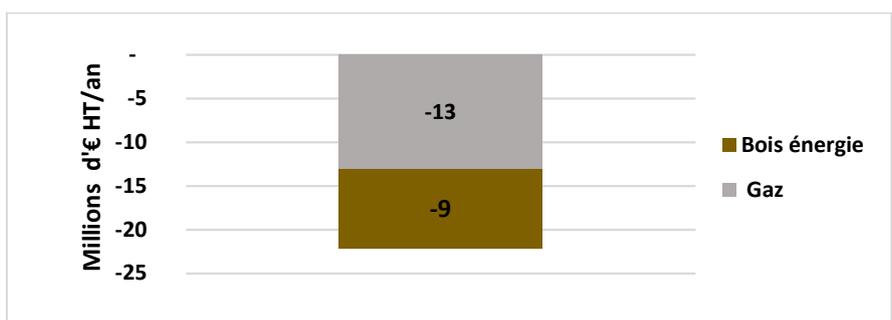


Figure 21 Coûts des combustibles des centrales de production

## F. Coûts d'investissement

Une démarche de détermination des investissements à mobiliser pour mener à bien chacun des scénarios a été menée pour les secteurs du résidentiel, du tertiaire et de la mobilité. Cette quantification repose, en premier lieu, sur des hypothèses de coûts unitaires (coût du MWh économisé pour la sobriété énergétique, coût surfacique d'une rénovation thermique dans le tertiaire, le résidentiel, coût d'installation d'un MW éolien supplémentaire...).

L'ensemble de ces hypothèses est détaillé dans le document « Hypothèses et sources du travail de scénarisation ».

Il convient de noter également :

- Les coûts sont considérés dans une logique de surplus collectif : l'ensemble des investissements à consentir par l'ensemble des acteurs du territoire est pris en compte. La répartition de ces investissements entre les acteurs, et notamment la part des investissements à porter par la collectivité, sera dépendante des éventuelles politiques d'aide que celle-ci choisira de mettre en place.
- Les investissements ne peuvent être considérés qu'en comparaison avec un scénario de référence. Or il serait malaisé de considérer le passage de l'état actuel au scénario tendanciel comme des investissements liés à la politique énergétique (ex : les démolitions et nouvelles constructions ont un impact sur le niveau de consommation du territoire ; pour autant, il n'est pas sensé de considérer que cette modification de la consommation « coûte » l'ensemble du coût de démolition/construction). Les investissements sont donc considérés par scénario, en comparaison avec le scénario tendanciel.
- Les opérations de transformation énergétique sont menées sur le long-terme. Pour chacune, le volume total d'investissement nécessaire est calculé, puis annualisé en fonction de la durée sur laquelle l'action aura des effets et d'un taux d'actualisation, ici retenu à 4,5%. Typiquement, la maturité prise en compte pour le calcul d'un coût annualisé correspond au délai de rentabilisation de l'action de transformation, afin de permettre la comparaison entre le coût annuel et le bénéfice annuel associé sur la facture énergétique, par exemple, dans le cadre d'un changement d'équipement de chauffage. Pour l'installation de moyens de production d'énergie renouvelable, le coût annualisé est à comparer avec les revenus annuels associés à la vente de l'énergie produite

Les graphiques suivants présentent les annuités d'investissement en 2040 par rapport au scénario tendanciel pour les secteurs du résidentiel, du tertiaire, de la mobilité et de la production d'énergie.

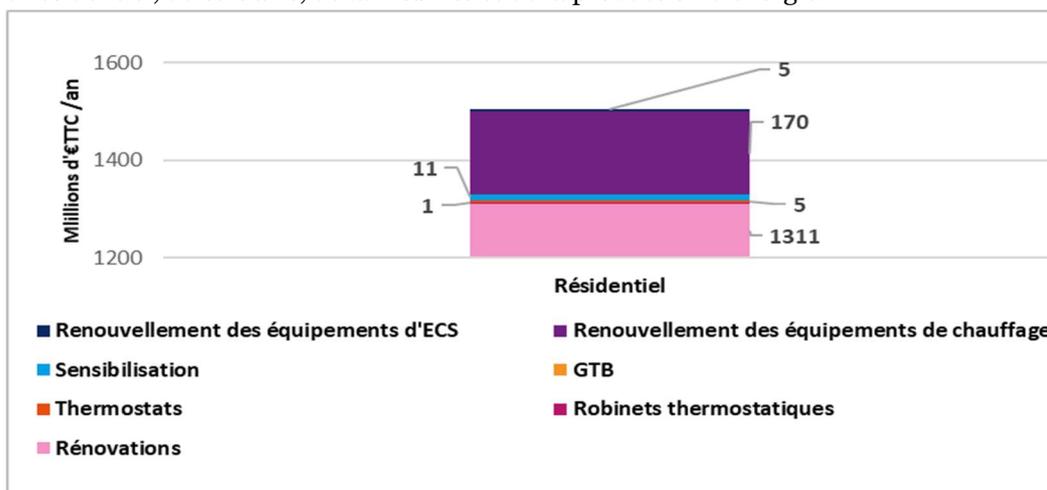


Figure 21 Différence d'annuités d'investissement dans le résidentiel (m€ TTC) par rapport au scénario Tendanciel en 2040

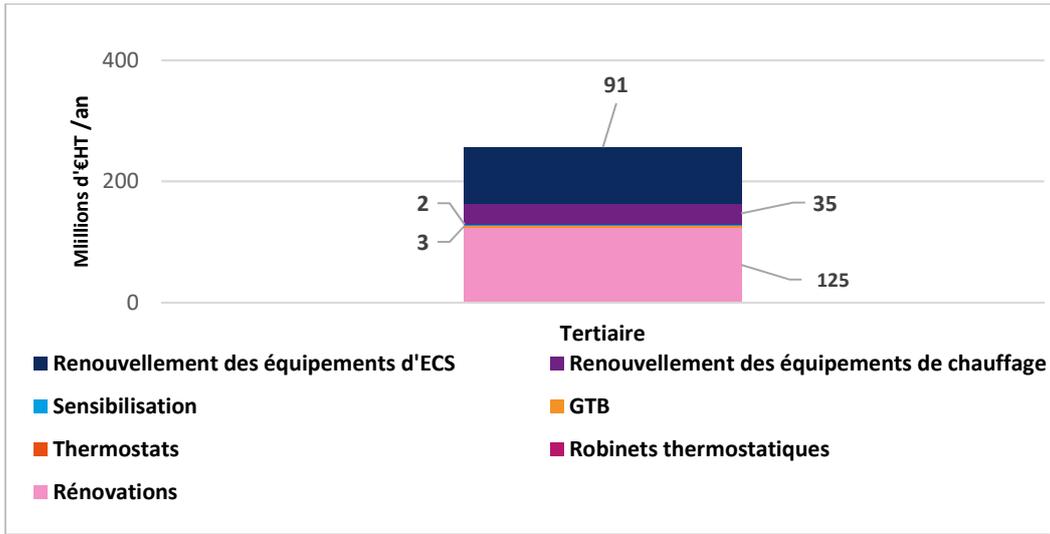


Figure 22 Différence d'annuités d'investissement dans le tertiaire (m€ HT) par rapport au scénario Tendanciel en 2040

Pour le secteur du bâtiment, le scénario « Transition F4 » coûte **1505 millions d'euros TTC<sup>4</sup>** de plus que le scénario Tendanciel en investissement dans le résidentiel et **256 millions d'euros HT** de plus que le scénario Tendanciel en investissement dans le tertiaire.

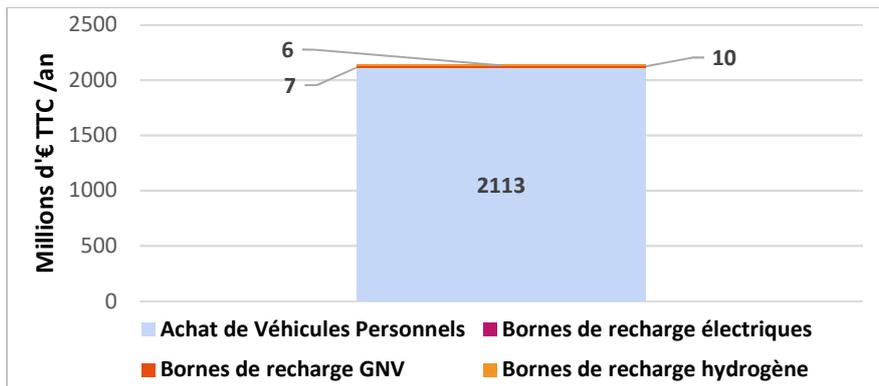


Figure 23 Différence d'annuités d'investissement dans la mobilité par rapport au scénario Tendanciel en 2040

Pour le secteur des transports, le scénario « Transition F4 » coûte **2136 millions d'euros TTC de plus que le scénario Tendanciel**. Les coûts d'investissements sont très largement dominés par les achats de véhicules personnels. Les achats de véhicules électriques ou hybrides rechargeables représentent en particulier 67% de ces coûts.

<sup>4</sup> Le résidentiel et la mobilité ont été exprimés en TTC car ils sont facturés au consommateur final.

Dans le secteur de la production énergie, les coûts d’investissements ont été comptabilisés par filière de production et distingués entre les coûts fixes d’investissement (CAPEX) et les coûts opérationnels de maintenance (OPEX). Les coûts d’investissement sont annualisés.

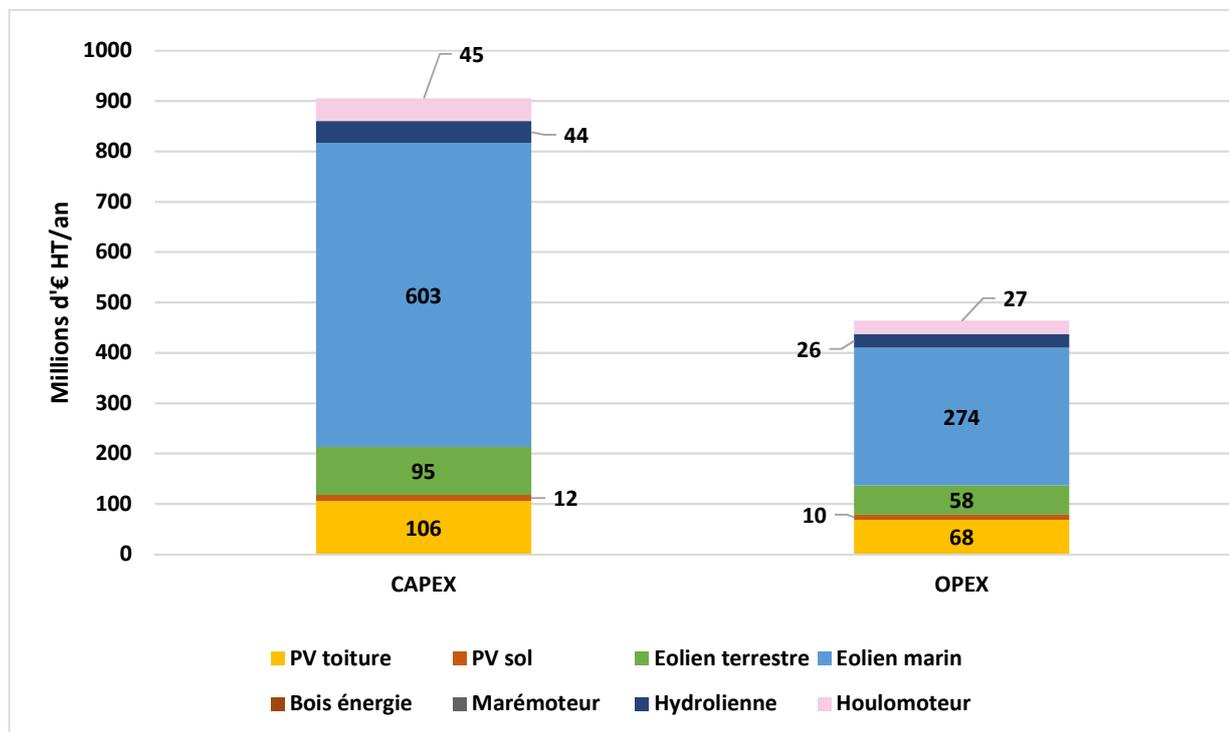


Figure 24 CAPEX annualisés et OPEX des unités de production par rapport au scénario Tendanciel en 2040

En 2040, le scénario « Transition F4 » coûte **905** millions d’euros de plus que le scénario « Tendanciel », en coûts d’investissement et **464** millions d’euros en coûts opérationnels, pour les actifs de production d’énergie.

Les différences de coûts d’investissement sont dominées par le poste de l’éolien marin. Le premier élément d’explication est lié au manque de maturité de la filière à ce jour (en comparaison avec l’éolien terrestre par exemple). Le second élément d’explication est lié aux CAPEX et OPEX de la technologie, qui sont les plus hauts des technologies EnR considérées (le CAPEX de l’éolien marin est 1,5 fois supérieur au CAPEX de l’éolien terrestre).

### III. Conclusion

Le scénario **Transition F4** vise l’atteinte de l’objectif normatif du Facteur 4 à l’horizon 2050, soit une **réduction d’environ 65% des émissions GES entre 2015 et 2050, et de 50% entre 2015 et 2040**. Il fixe un objectif de réduction des consommations énergétiques du territoire en 2040 de **35%** par rapport à 2015, une réduction des émissions énergétiques et non énergétiques de **50%**. Dans le secteur de la production d’énergie, une multiplication des productions d’énergies renouvelables et de récupération par 6,3<sup>5</sup> par rapport à 2016 est prévue.

Les baisses dans les **consommations** énergétiques sont portées par les secteurs du **bâtiment** et de la **mobilité**. Dans le premier, les **rénovations** menées et les **changements d’équipements** permettent de réaliser des économies d’énergies et de sortir du fioul domestique. Dans le second, les actions visant aux changements des **habitudes** liées à la mobilité et à la pénétration de **véhicules décarbonés** entraînent la diminution des consommations unitaires des bretons ainsi que la baisse de la **dépendance au pétrole** pour la mobilité.

<sup>5</sup> En énergie primaire

Au niveau des vecteurs énergétiques, on constate en plus de la **baisse de la dépendance aux produits pétroliers sur l'ensemble des secteurs**, l'augmentation de l'efficacité énergétique qui se traduit par une **baisse de la consommation d'électricité**. La consommation de **gaz augmente** quant à elle, portée par la pénétration des véhicules GNV qui ne contrebalance pas les économies d'énergies induites par l'augmentation de l'efficacité énergétique des différents secteurs.

Les baisses de consommation ont un impact bénéfique sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) **énergétiques** du territoire qui baissent de **65%**. Les hypothèses de changement de vecteurs d'énergies permettent d'amplifier l'effet de baisse des consommations et profitent de la baisse des contenus CO2 des vecteurs énergétiques au niveau national. En outre, les baisses les plus importantes d'émissions énergétiques sont constatées dans le secteur des **transports**.

Les émissions non énergétiques baissent de **31%** grâce aux actions menées dans le secteur **agricole**, soit à travers l'évolution des élevages ou celle des cultures.

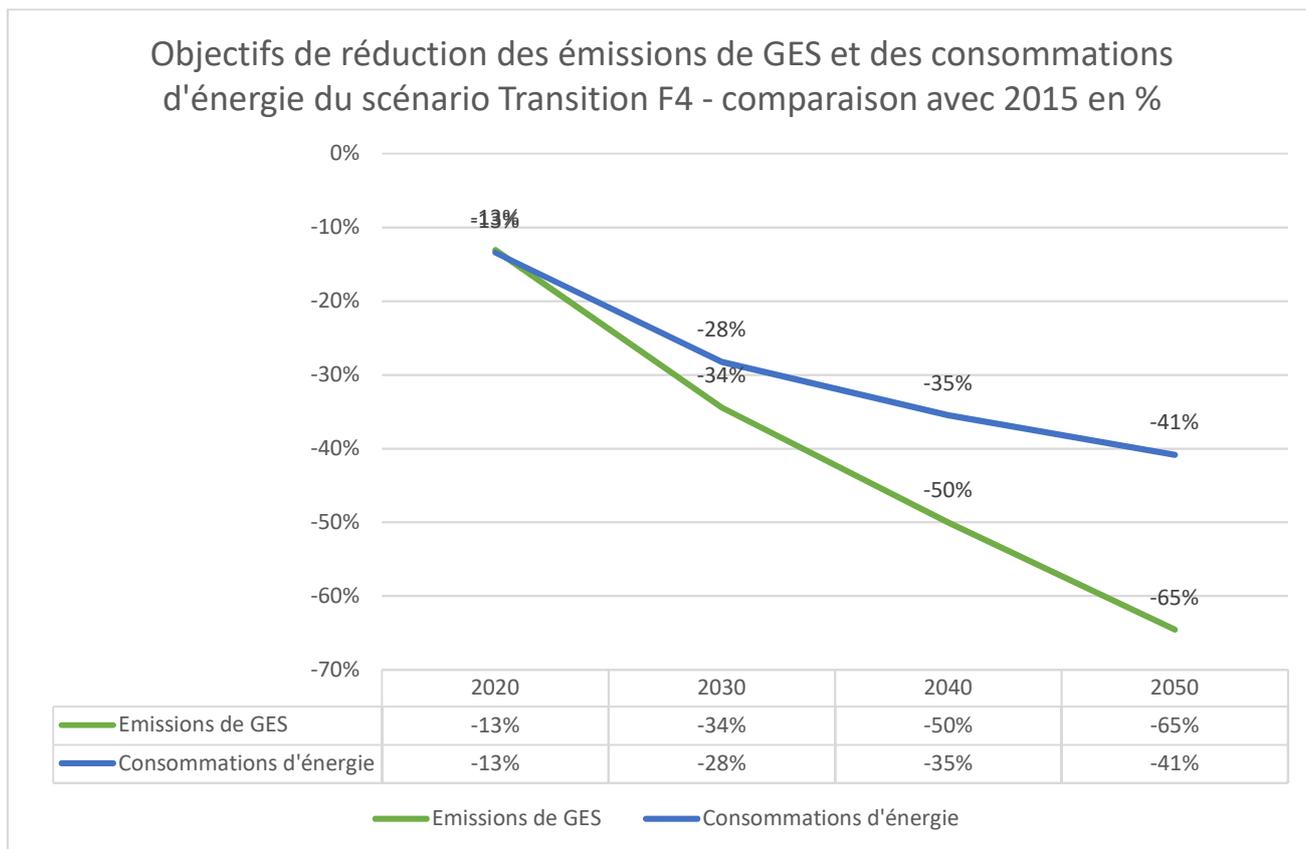


Figure 25 Objectifs de réduction des consommations énergétiques et des émissions de GES du scénario Transition F4

Par ailleurs, la Bretagne devient un territoire **exportateur** d'électricité, augmente de manière significative sa couverture locale de la consommation de gaz par la production de biogaz par **méthanisation** et **pyrogazéification**, et s'engage dans une trajectoire d'indépendance aux imports de biomasse combustible à 2050. De plus, le mix énergétique de la région verdit progressivement, avec une part de la production locale d'ENR&R dans la consommation <sup>6</sup>passant de **7%** en 2016 à **60%** en 2040. L'augmentation de la production d'électricité renouvelable (multipliée par 11,6 en 2040 par rapport à 2016) est portée par le développement de **l'éolien marin** et de **l'éolien terrestre** suivi par le **photovoltaïque**.

<sup>6</sup> La part de la production locale d'ENR&R dans la consommation est calculée en énergie primaire. Les consommations d'électricités sont multipliées par le facteur 2.58 réglementaire.

## Annexe 1 : coûts des énergies

**Tableau 1 Evolution des coûts des énergies**

	<b>2015</b>	<b>2040</b>
Résidentiel - coût du MWh PCI de bois (€TTC/MWh)	54,9	78,4
Tertiaire - coût du MWh PCI de bois (€HT/MWh)	20,5	42,9
Résidentiel et Mobilité – coût du MWh PCI de gaz (€TTC/MWh)	69,69	119,36
Tertiaire – coût du MWh PCI de gaz (€HT/MWh)	56,57	97,85
Résidentiel et Mobilité – coût du MWh d'électricité (€TTC/MWh)	159,59	208,89
Tertiaire – coût du MWh d'électricité (€HT/MWh)	100,05	141,00
Résidentiel et Mobilité – coût du MWh de Produits Pétroliers (€TTC/MWh)	117,2	156,8
Tertiaire – coût du MWh Produits Pétroliers (€HT/MWh)	38,1	71,0

Le détail du calcul des coûts ci-dessus est donné dans le document « Hypothèses et sources du travail de scénarisation ».

## Annexe 2 : objectifs chiffrés du scénario Transition F4 - GES

Emissions de Gaz à Effet de Serre par secteur (teCO2)							
	2010	2012	2015	2020	2030	2040	2050
Residentiel	3 742 076	3 742 076	2 896 347	2 288 869	1 430 833	836 679	550 687
Tertiaire	1 833 843	1 866 825	1 419 385	1 083 923	622 467	397 258	286 519
Transports	7 121 882	7 121 882	7 072 713	5 684 396	3 704 862	2 410 940	1 176 000
Agriculture	12 976 718	12 976 718	12 925 930	12 109 307	10 282 755	8 538 323	6 555 276
Industrie	1 927 832	1 927 832	2 048 752	1 752 572	1 242 068	990 100	777 351
<b>TOTAL</b>	<b>27 602 352</b>	<b>27 635 333</b>	<b>26 363 127</b>	<b>22 919 067</b>	<b>17 282 986</b>	<b>13 173 300</b>	<b>9 345 833</b>

Emissions de GES par secteur - comparaison avec 2015 en %				
	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	-21%	-51%	-71%	-81%
Tertiaire	-24%	-56%	-72%	-80%
Transport	-20%	-48%	-66%	-83%
Agriculture	-6%	-20%	-34%	-49%
Industrie	-14%	-39%	-52%	-62%
<b>TOTAL</b>	<b>-13%</b>	<b>-34%</b>	<b>-50%</b>	<b>-65%</b>

Emissions de GES par secteur - comparaison avec 2012 en %				
	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	-39%	-62%	-78%	-85%
Tertiaire	-42%	-67%	-79%	-85%
Transport	-20%	-48%	-66%	-83%
Agriculture	-7%	-21%	-34%	-49%
Industrie	-9%	-36%	-49%	-60%
<b>TOTAL</b>	<b>-17%</b>	<b>-37%</b>	<b>-52%</b>	<b>-66%</b>

Emissions de GES par secteur - comparaison avec 2010 en %				
	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	-39%	-62%	-78%	-85%
Tertiaire	-41%	-66%	-78%	-84%
Transport	-20%	-48%	-66%	-83%
Agriculture	-7%	-21%	-34%	-49%
Industrie	-9%	-36%	-49%	-60%
<b>TOTAL</b>	<b>-17%</b>	<b>-37%</b>	<b>-52%</b>	<b>-66%</b>

## Annexe 3 : objectifs chiffrés du scénario Transition F4 - Consommation d'énergie par secteur

Consommations d'énergie finale par secteur (Gwh)							
	2010	2012	2015	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	25 711	26 005	22 158	19 117	16 975	15 458	14 446
Tertiaire	11 019	11 145	9 434	8 228	6 190	5 667	5 296
Transports	27 570	27 705	27 468	22 645	17 871	15 900	14 683
Agriculture	5 446	5 349	6 663	6 444	5 961	5 479	4 997
Industrie	10 131	9 887	10 526	9 588	7 714	6 694	5 677
<b>TOTAL</b>	<b>79 877</b>	<b>80 091</b>	<b>76 248</b>	<b>66 023</b>	<b>54 712</b>	<b>49 199</b>	<b>45 099</b>

Consommations d'énergie par secteur - comparaison avec 2015 en %				
	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	-14%	-23%	-30%	-35%
Tertiaire	-13%	-34%	-40%	-44%
Transport	-18%	-35%	-42%	-47%
Agriculture	-3%	-11%	-18%	-25%
Industrie	-9%	-27%	-36%	-46%
<b>TOTAL</b>	<b>-13%</b>	<b>-28%</b>	<b>-35%</b>	<b>-41%</b>

Consommations d'énergie par secteur - comparaison avec 2012 en %				
	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	-26%	-35%	-41%	-44%
Tertiaire	-26%	-44%	-49%	-52%
Transport	-18%	-35%	-43%	-47%
Agriculture	20%	11%	2%	-7%
Industrie	-3%	-22%	-32%	-43%
<b>TOTAL</b>	<b>-18%</b>	<b>-32%</b>	<b>-39%</b>	<b>-44%</b>

Consommations d'énergie par secteur - comparaison avec 2010 en %				
	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	-26%	-34%	-40%	-44%
Tertiaire	-25%	-44%	-49%	-52%
Transport	-18%	-35%	-42%	-47%
Agriculture	18%	9%	1%	-8%
Industrie	-5%	-24%	-34%	-44%
<b>TOTAL</b>	<b>-17%</b>	<b>-32%</b>	<b>-38%</b>	<b>-44%</b>

## Annexe 4 : objectifs chiffrés du scénario Transition F4 - Consommation d'énergie par vecteur

Consommations d'énergie finale par vecteur (GWh)							
Secteur	2010	2012	2015	2020	2030	2040	2050
Produits pétroliers	39 026	38 824	36 470	28 500	17 841	11 212	7 182
Gaz	13 354	13 634	13 828	13 950	15 474	16 069	16 367
Electricité	20 809	21 118	20 412	18 743	16 316	16 893	16 828
RCU	1 488	1 596	1 140	1 104	983	876	810
Bois	4 408	4 515	4 398	3 553	3 644	3 505	3 165
Biocarburants	1 829	1 985	1 985	173	453	644	748
<b>TOTAL</b>	<b>80 914</b>	<b>81 672</b>	<b>76 248</b>	<b>66 023</b>	<b>54 712</b>	<b>49 199</b>	<b>45 099</b>

Consommations d'énergie par vecteur - comparaison avec 2015 en %				
	2020	2030	2040	2050
Produits pétroliers	-22%	-51%	-69%	-80%
Gaz	1%	12%	16%	18%
Electricité	-8%	-20%	-17%	-18%
RCU	-3%	-14%	-23%	-29%
Bois	-19%	-17%	-20%	-28%
Biocarburants	-91%	-77%	-68%	-62%
<b>TOTAL</b>	<b>-13%</b>	<b>-28%</b>	<b>-35%</b>	<b>-41%</b>

Consommations d'énergie par vecteur - comparaison avec 2012 en %				
	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	-27%	-54%	-71%	-82%
Tertiaire	2%	13%	18%	20%
Transport	-11%	-23%	-20%	-20%
Agriculture	-31%	-38%	-45%	-49%
Industrie	-21%	-19%	-22%	-30%
Biocarburants	-91%	-77%	-68%	-62%
<b>TOTAL</b>	<b>-91%</b>	<b>-77%</b>	<b>-68%</b>	<b>-62%</b>

Consommations d'énergie par vecteur - comparaison avec 2010 en %				
	2020	2030	2040	2050
Résidentiel	-27%	-54%	-71%	-82%
Tertiaire	4%	16%	20%	23%
Transport	-10%	-22%	-19%	-19%
Agriculture	-26%	-34%	-41%	-46%
Industrie	-19%	-17%	-20%	-28%
Biocarburants	-91%	-75%	-65%	-59%
<b>TOTAL</b>	<b>-91%</b>	<b>-75%</b>	<b>-65%</b>	<b>-59%</b>

**Annexe 5 : objectifs chiffrés du scénario Transition F4 - Production d'énergie**

Production d'énergie primaire en (Gwh)							
	2010	2012	2016	2020	2030	2040	2050
Gaz non renouvelable (dont microcogénération d'électricité)	1 190	904	1 380	1 395	3 131	2 337	1 559
UIOM (Unités Incineration Ordures Menagères)	1 496	1 446	1 240	1 209	1 107	1 017	961
Biogaz produit sur le territoire	47	164	174	2 291	7 391	11 935	13 067
Combustible biomasse	3 499	3 499	3 486	3 551	3 718	3 838	3 838
Hydraulique	66	33	66	66	66	66	66
PV toiture	36	85	178	595	1 638	2 680	3 722
PV sol	6	15	20	95	282	470	658
Eolien terrestre	905	1 114	1 477	2 004	5 976	8 209	11 249
Eolien marin	0	0	0	2 161	7 562	12 964	18 366
Marémoteur	523	527	518	518	518	518	518
Hydrolienne	0	0	0	292	1 021	1 750	2 479
Houlomoteur	0	0	0	317	1 108	1 900	2 692
Géothermie marine	0	0	0	0	0	0	0
Total production non renouvelable	1 938	1 627	1 380	1 395	3 131	2 337	1 559
<b>Total production renouvelable</b>	<b>5 831</b>	<b>6 159</b>	<b>7 159</b>	<b>13 099</b>	<b>30 389</b>	<b>45 348</b>	<b>57 616</b>
production bretonne	75%	79%	84%	90%	91%	95%	97%
<b>Total production Energie Primaire</b>	<b>7 769</b>	<b>7 786</b>	<b>8 538</b>	<b>14 494</b>	<b>33 520</b>	<b>47 685</b>	<b>59 175</b>

Evolution de la production d'énergie renouvelable du scénario transition F4 par rapport à 2016 (= entre 2016 et 20.., il faut				Evolution de la production d'énergie renouvelable du scénario transition F4 par rapport à 2012 (= entre 2012 et 20.., il faut				Evolution de la production d'énergie renouvelable du scénario transition F4 par rapport à 2010 (= entre 2010 et 20.., il faut			
2016/2020	2016/2030	2016/2040	2016/2050	2012/2020	2012/2030	2012/2040	2012/2050	2010/2020	2010/2030	2010/2040	2010/2050
1,8	4,2	6,3	8,0	2,1	4,9	7,4	9,4	2,2	5,2	7,8	9,9