

# **ANALYSE EN COMPOSANTES DU VOLET BÂTIMENT DES SCÉNARIOS TRANSITION(S) 2050**

Méthode LMDI par période appliquée au Résidentiel-Tertiaire

**Ce document est édité par l'ADEME**

**ADEME**

20, avenue du Grésillé

BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Retrouvez les scénarios ADEME en ligne sur <https://www.ademe.fr/les-futurs-en-transition/>

**Crédits photo : the Noun Project**

**Réalisation de l'étude :** Enerdata (Florent Gauthier, Frédéric Pinto da Rocha, Bruno Lapillonne)

**Coordination technique :** Albane Gaspard, Didier Bosseboeuf

Pour citer ce rapport : ADEME, Enerdata (2023), *Analyse en composantes du volet bâtiment des scénarios Transition(s) 2050. Méthode LMDI par période appliquée au Résidentiel-Tertiaire*

Les annexes de calcul sont disponibles sur demande à : [albane.gaspard@ademe.fr](mailto:albane.gaspard@ademe.fr)

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

- 1. Objectif de l'étude**
- 2. Méthodologie**
- 3. Résidentiel : vue d'ensemble**
- 4. Résidentiel : détail par usage  
(résidences principales)**
- 5. Tertiaire : vue d'ensemble**
- 6. Tertiaire : détail par branche**
- 7. Conclusion**

# Synthèse

# Synthèse (1/7)

Les scénarios Transition(s) 2050 prévoient tous des baisses de consommation d'énergie et de GES pour le bâtiment, mais en suivant des philosophies différentes. **Quelle est la part respective, pour chaque scénario, des leviers de sobriété, d'efficacité et de décarbonation ?**

Cette étude présente des analyses en composantes réalisées sur les secteurs résidentiels et tertiaires, à l'aide de la méthode LDMI. Elle documente les évolutions de 2015 à 2050 pour la phase d'usage des bâtiments.

En particulier, elle s'intéresse à **l'impact de la sobriété**, appréhendée ici sous deux aspects :

- D'une part, la sobriété d'activité (réduction du niveau d'activité se traduisant par exemple dans des baisses de taux d'équipements, ou de surfaces bâties).
- De l'autre, la sobriété d'usage (température de chauffage ou climatisation, nombre de douches, nombre de cycles de lavage...).

## LE RÔLE INCONTOURNABLE DE LA RÉNOVATION DES BÂTIMENTS

L'analyse de la dynamique de baisse de consommation d'énergie du secteur dans les différents scénarios permet de comparer le poids respectif d'effets d'activité pure (augmentation de la population, etc.), d'efficacité et de sobriété (d'activité ou d'usage).

Elle met en lumière le rôle central de l'efficacité dans la dynamique de baisse des consommations du secteur. **Dans le résidentiel comme le tertiaire, les baisses de consommations reposent en premier lieu sur l'Efficacité.** Le chauffage est l'usage le plus contributeur aux économies d'énergie liées à l'efficacité.

Ce résultat confirme la **place incontournable de la rénovation performante dans l'atteinte des objectifs énergie / climat.**

# Synthèse (2/7)

## LA SOBRIÉTÉ : INDISPENSABLE POUR MODÉRER LA DEMANDE ÉNERGÉTIQUE ET DIVERSIFIER L'EFFORT

Dans S1 et S2, les scénarios qui intègrent de la sobriété, celle-ci contribue à des économies entre 71 (S2) et 81 TWh en 2050, c'est-à-dire **environ 20% des économies d'énergie réalisées par le secteur bâtiment entre 2015 et 2050\***. C'est dans le secteur tertiaire que la sobriété, principalement liée à une intensification d'usage des bâtiments, joue le rôle le plus important : sa contribution à la baisse des consommations d'énergie à 2050 atteint 30% (contre 10 à 15% pour le résidentiel).

**La sobriété introduite dans S1 et S2 permet d'économiser 10% de la consommation énergétique de 2015.**

**La sobriété d'activité**, c'est-à-dire celle liée à une plus grande cohabitation dans les logements permettant de ralentir la baisse du nombre de personnes par ménage et à

une intensification d'usage dans le tertiaire permettant de limiter la croissance de ce parc, **est celle qui joue en premier**. Vient ensuite la sobriété d'usage.

Pour de nombreux usages dans le résidentiel, et certains secteurs tertiaires, **la sobriété permet de compenser l'augmentation des consommations liées à celle de l'activité (augmentation de la population)**. Cela confère à ce levier un rôle pivot dans la transition énergétique.

\* 20% des effets contributeurs à la baisse des consommations, c'est-à-dire la sobriété et l'efficacité, sans prendre en compte l'effet activité

# Synthèse (3/7)

## LE DÉPLOIEMENT DES ÉNERGIES MOINS CARBONÉES, L'ALLIÉ POUR ATTEINDRE LES CIBLES CARBONE DU BÂTIMENT À 2050

L'analyse de la dynamique de baisse des émissions GES du secteur permet de comparer le poids respectif de l'activité pure, de la sobriété, de l'efficacité et de la décarbonation des vecteurs (elle-même liée au développement des ENR, à l'électrification des usages ou à la substitution énergétique vers les réseaux de chaleur).

Elle met en lumière le poids prépondérant de la décarbonation dans la dynamique de baisse des émissions pour tous les scénarios. Cela s'explique par l'effet substitution et le déploiement très rapide des ENR dans les scénarios, ce qui permet de baisser fortement les facteurs d'émission des énergies. Ce résultat confirme la place incontournable du développement des énergies moins carbonées pour permettre au bâtiment de contribuer à

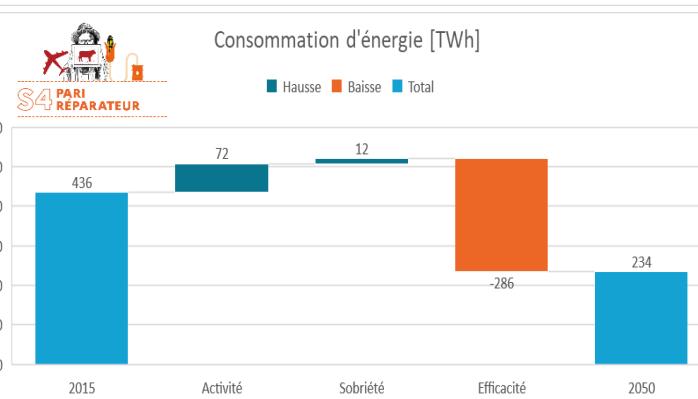
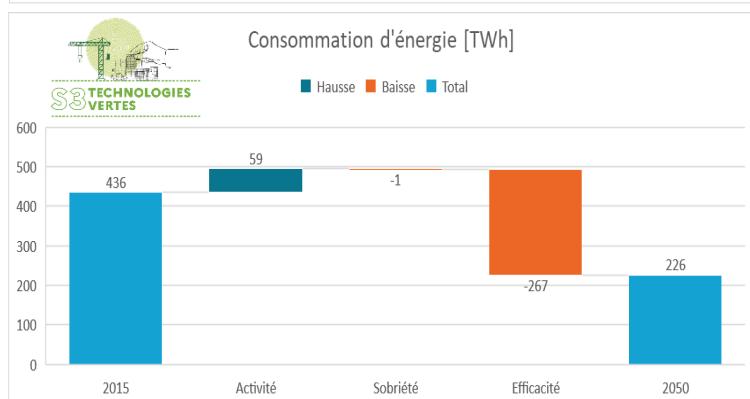
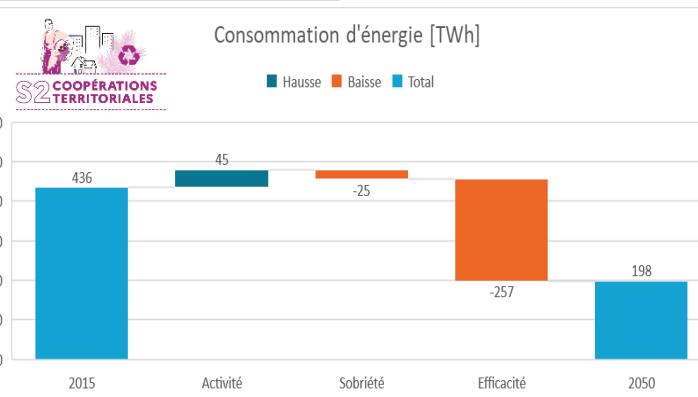
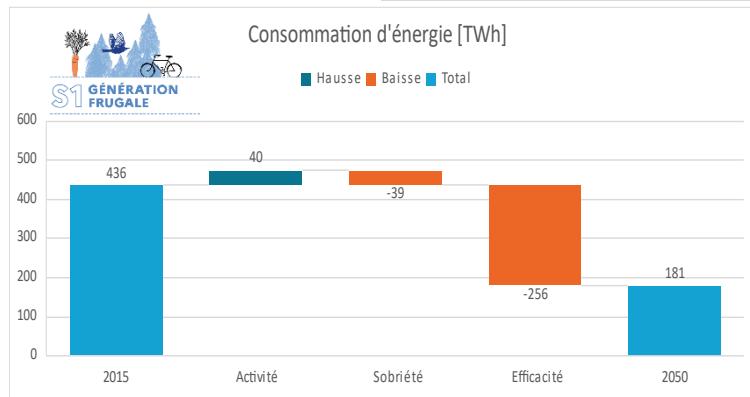
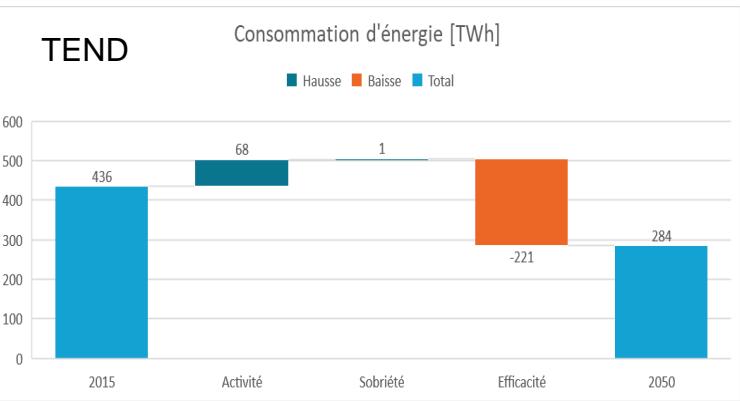
l'atteinte de la neutralité carbone. Sobriété, efficacité et décarbonation vont ainsi de pair, la baisse de la consommation permettant de déployer des énergies moins carbonées pour répondre à la demande.

**L'impact de la sobriété sur les émissions est atténué par les hypothèses fortes sur les facteurs d'émissions des vecteurs énergétiques.** En effet, les scénarios intégrant de la sobriété (S1 et S2) font également l'objet d'une substitution énergétique rapide et profonde dès 2030 qui se reflète dans les facteurs d'émission de l'électricité, du chauffage urbain et du gaz réseau.

# Synthèse (4/7)

## Résidentiel tous usages – Résidences principales

### Décomposition 2015-2050 de la consommation d'énergie



### Les scénarios

- Tous les scénarios projettent une baisse de la consommation des résidences principales en 2050. C'est dans S1 que la baisse de consommation est la plus marquée.

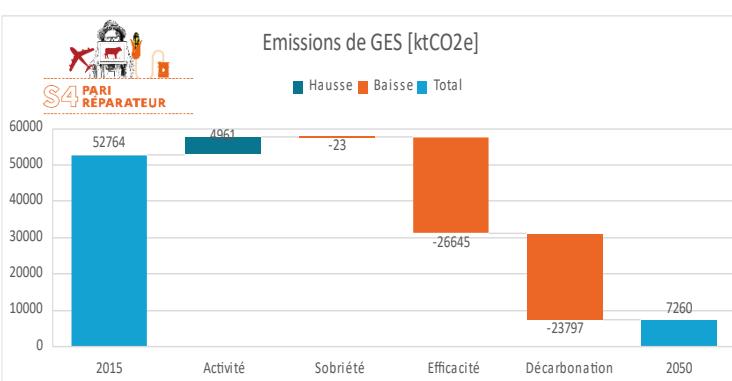
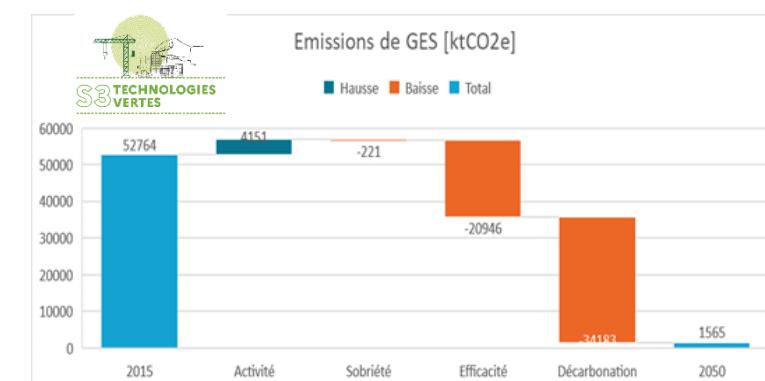
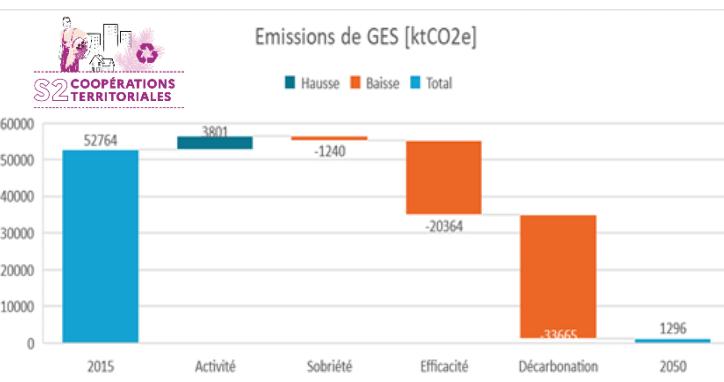
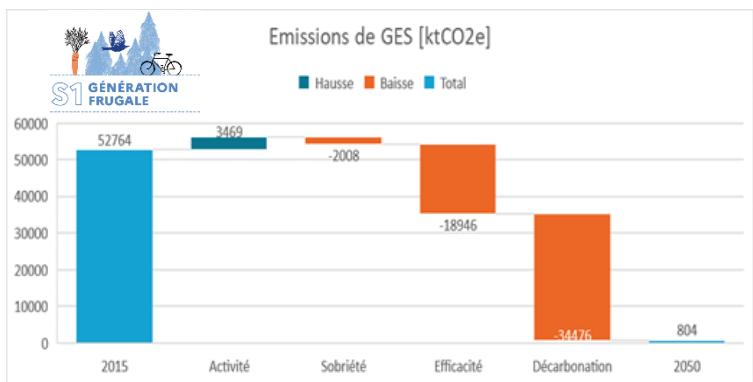
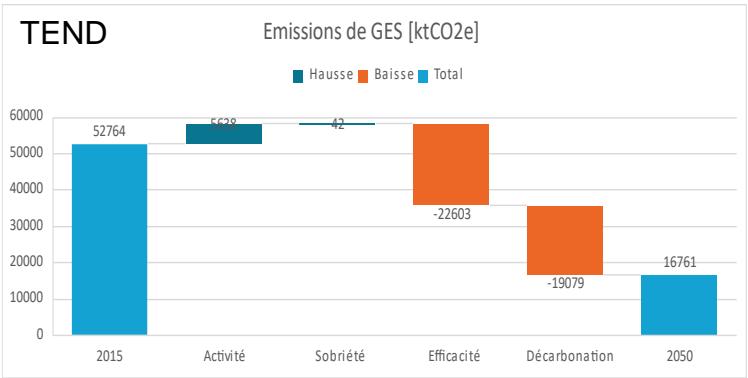
### Analyse

- Dans tous les scénarios, c'est l'effet Efficacité qui est le premier effet.** Il est plus accentué dans S4 et S3.
- Dans S1 et S2, les scénarios qui intègrent de la sobriété, celle-ci contribue à des économies entre 25 (S2) et 39 (S1) TWh en 2050.** Dans S1, la sobriété représente 15% des économies d'énergie (i.e. des effets contributeurs à la baisse). L'activation du levier de sobriété permet de compenser l'impact énergétique de l'activité pure, c'est-à-dire principalement de la croissance démographique.
- Dans S4, la sobriété est négative, on peut parler d'un effet d'ébriété qui contribue à une légère hausse de la consommation (+12 TWh).**

# Synthèse (5/7)

## Résidentiel tous usages – Résidences principales

### Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- Dans S1, S2, et S3, les émissions en 2050 sont réduites de 99% à 97% par rapport en 2015.
- Dans TEND et S4 les émissions baissent aussi respectivement de 70% à 85% par rapport à 2015, mais les émissions résiduelles restent significatives. Dans S4, la neutralité carbone n'est atteinte que par le recours à des puits carbone technologiques aujourd'hui peu matures.

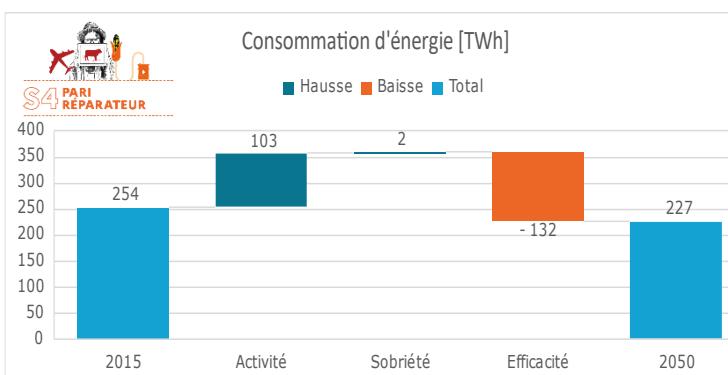
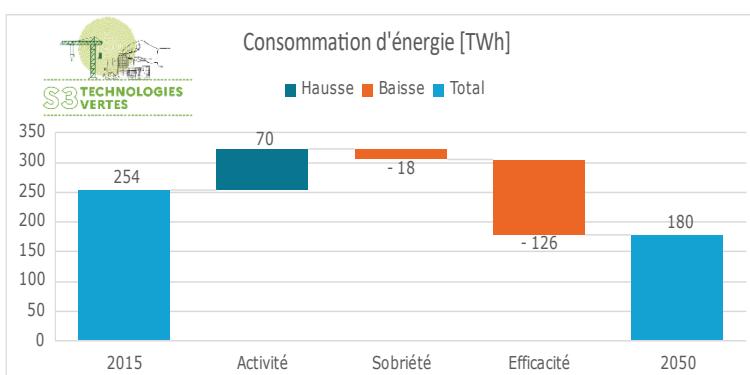
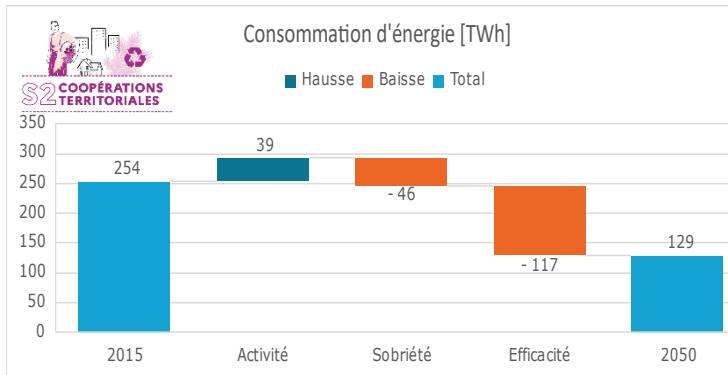
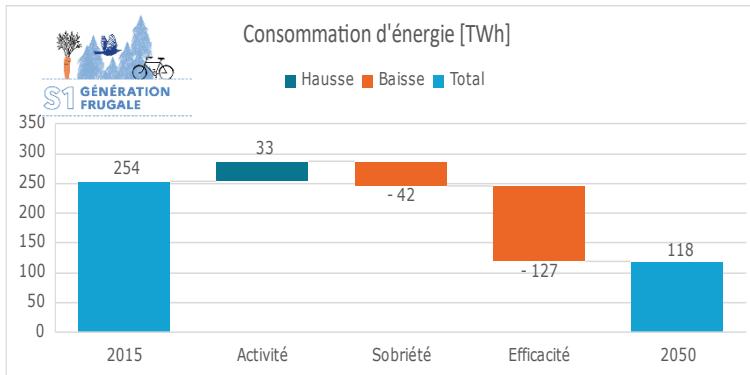
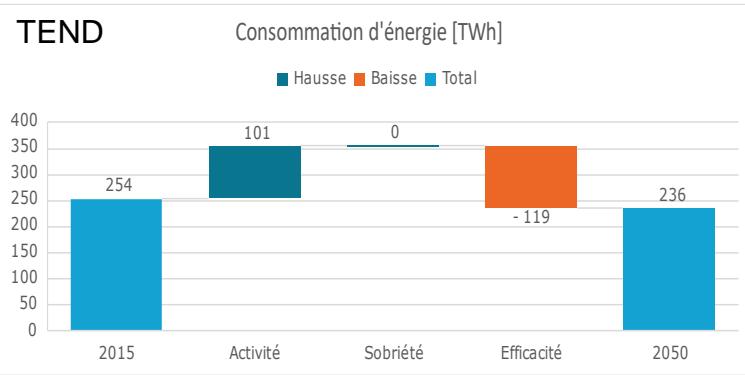
### Analyse

- L'ordre des effets n'est pas le même selon les scénarios.** Dans S1, S2, S3, c'est l'effet décarbonation qui prédomine. Dans S4 (et TEND), c'est l'Efficacité (l'effet étant d'un ordre de grandeur comparable à celui de la décarbonation).
- Dans le scénario le plus sobre (S1), l'effet sobriété représente 4% des réductions d'émissions entre 2015 et 2050.** L'effet de la sobriété est moins marqué dans la dynamique d'évolution des émissions GES que dans celle des consommations d'énergie. Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios (cf Facteurs d'émissions).

# Synthèse (6/7)

## Tertiaire – Vue d'ensemble

### Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



#### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une baisse de la consommation énergétique mais d'amplitude différente.
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND.

#### Analyse

- L'Efficacité est l'effet principal**, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios, y compris dans TEND. Cela est dû à une importante rénovation du parc, sous l'effet de la mise en œuvre du Dispositif Eco-Energie Tertiaire, ainsi que par la plus grande efficacité des data centers.
- L'Activité pure contribue à une hausse des consommations dans tous les scénarios, mais avec des variations contrastées. Cet effet s'explique avant tout par les différences d'activité dans le secteur des data centers.
- La sobriété énergétique, liée à une diminution des surfaces par rapport au TEND, est présente dans trois scénarios : S1, S2 et S3. Son impact est plus marqué dans S1 et S2, où l'intensification des usages amène à des baisses de surface dans tous les secteurs à l'exception de l'habitat communautaire. Dans S3, cet effet est dû à une modération de la hausse des surfaces sur des secteurs tels que les bureaux et l'enseignement / recherche.

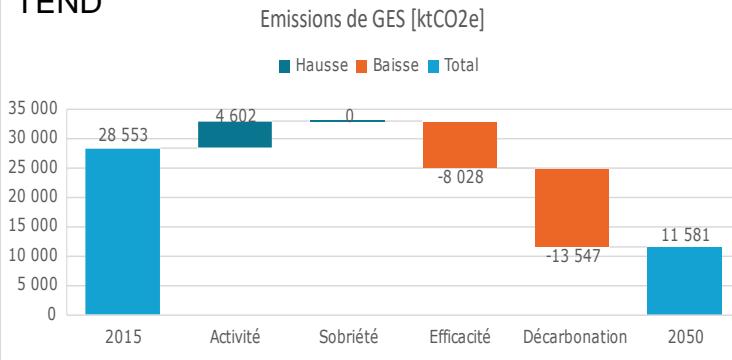
# Synthèse (7/7)

## Tertiaire – Vue d'ensemble

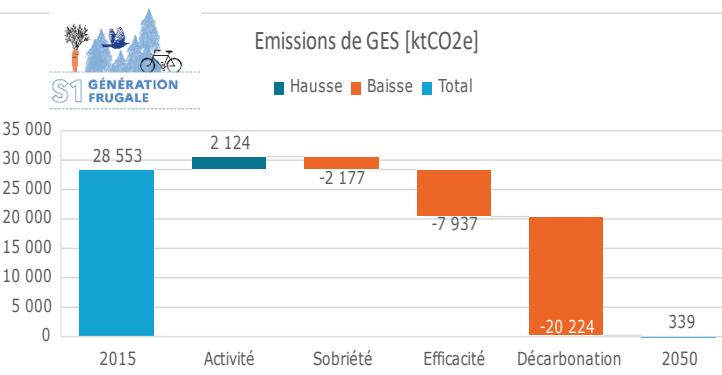
### Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



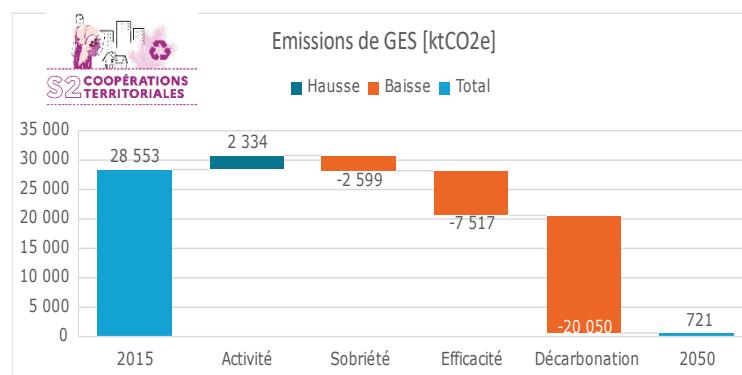
TEND



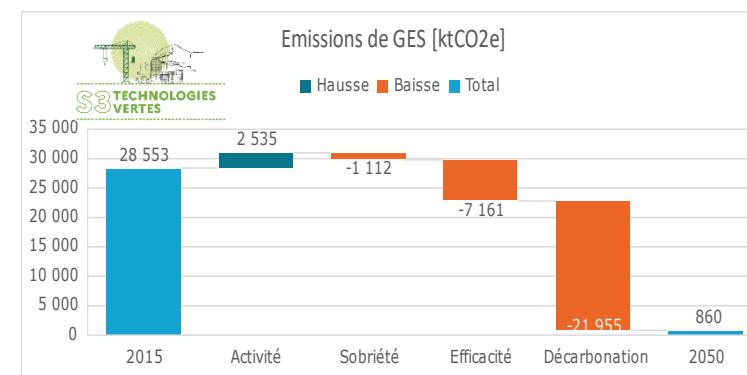
S1 GÉNÉRATION FRUGALE



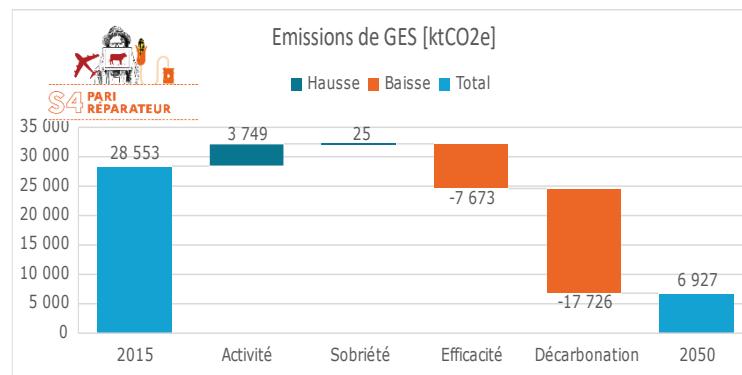
S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES



S3 TECHNOLOGIES VERTES



S4 PARTI RÉPARATEUR



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES
- Les émissions deviennent très faibles dans en 2050 dans S1, S2 et S3

### Analyse

- L'Activité pure contribue à une hausse des émissions dans tous les scénarios.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.** Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios ([cf Facteurs d'émissions](#)).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.**
- S1, S2, et S3 présentent un effet Sobriété non négligeable, alors que S4 présente un effet Ebriété quasi imperceptible. **Dans S1 et S2, la sobriété (i.e. la limitation des surfaces) permet de compenser l'augmentation des émissions GES liées à l'activité pure.**

# 1. Objectif de l'étude

# Objectif de l'étude

Les scénarios Transition(s) 2050 de l'ADEME pour le bâtiment (et notamment le secteur résidentiel) ont été modélisés à un niveau très fin permettant de rentrer dans un grand détail à la fois sur des options d'Efficacité mais aussi sur la dimension sobriété dans les multiples aspects.

L'objectif de cette étude est de procéder à des **analyses en composantes** du volet bâtiment des scénarios Transition(s) 2050 afin de pouvoir **comparer rapidement les scénarios en fonction du poids respectif de la sobriété, de l'efficacité, des énergies moins carbonées**.

## 2. Méthodologie

# Méthodologie

## Périmètre

L'étude porte sur les bâtiments des secteurs **résidentiel et tertiaire**.

Le **périmètre temporel** de l'étude correspond à la période de 2015 (année de base) à 2050. Les périodes de décomposition considérées seront : 2015-2020, 2020-2030, 2030-2040 et 2040-2050

Les décompositions intègrent les dimensions **usages** (pour le résidentiel), **branche** (pour le tertiaire), **énergie** et **émissions de gaz à effet de serre**.

**Consommation d'énergie** : elle est exprimée en énergie finale (TWhEFpc). Les résultats présentés ici n'intègrent pas la chaleur environnement.

**Facteur d'émissions des réseaux** : pour le réseau électrique et le réseau de chaleur, un facteur d'émission est calculé en scope 2 incluant les émissions directes et indirectes.

**Emissions de Gaz à Effet de Serre** : les GES sont exprimés en ktCO<sub>2</sub>e, ce qui est un niveau d'émission annuel. Pour obtenir les émissions évitées, il faut intégrer les niveaux d'émission sur la période donnée, ce que ne produit pas la présente étude.

Les analyses s'appliquent sur **les 5 scénarios Transition(s) 2050** : TEND, S1, S2, S3, S4.

Les limites de Transition(s) 2050 s'appliquent aux présents calculs :

- **Les émissions scope 3 ne sont pas incluses** (65% à 85% des émissions sont dues à la construction des bâtiments)
- La présente étude a donc pour périmètre la consommation énergétique des bâtiments en **phase d'usage**.

# Méthodologie

## Introduction

Pour expliquer les variations de la demande d'énergie et de GES dans des scénarios prospectifs entre l'année de base et l'année cible de la prospective, on peut décomposer cette variation entre plusieurs effets :

- Un « **effet activité** » qui montre l'impact de la variation du niveau d'activité,
- Et un « **effet consommations unitaires** » qui reflète l'impact de la variation des consommations unitaires sur la demande d'énergie

On parle de « décomposition » des effets explicatifs de la variation de la demande d'énergie.

Le choix des facteurs explicatifs dépend de la richesse de l'information disponible sur les hypothèses des scénarios et de la finesse de la modélisation.

Dans cette étude, nous avons choisi de faire un focus spécifique sur la sobriété. Dans les scénarios Transition(s) 2050 de l'ADEME, l'**effet de la sobriété** se décline de différentes façons selon les usages:

- Soit par une **réduction des besoins**, c'est à dire du niveau d'activité (nombre de logements, taille des logements) ou de taux d'équipement (nombre d'équipements par ménage) → « **sobriété d'activité** »,
- Soit par une **réduction des consommations unitaires**, s'il s'agit de comportements d'usages plus sobres (température de chauffage ou climatisation, nombre de douches, nombre de cycles de lavage...) → « **sobriété d'usage** »,
- Soit par une **réduction de la taille des équipements** (« **sobriété de dimensionnement** »), qui va aussi en général agir sur les consommations unitaires. La sobriété de dimensionnement n'est pas prise en compte dans cette étude, les données disponibles dans les modèles ne permettant pas de l'identifier. Elle est donc prise en compte implicitement dans l'efficacité.

# Méthodologie

## Organisation de l'étude

### 1. Classification des variables

- Identification et extraction des données des modèles ANTONIO (résidentiel) et VIVALDI (tertiaire).
- Classement des différentes variables se référant aux différents effets (activité, efficacité, sobriété, décarbonation...) pris en compte dans cette étude pour les différents usages (résidentiel) et branches (tertiaire).
- Choix du niveau de désagrégation

### 2. Quantification des sobriétés

- Elaboration d'une méthode de quantification des facteurs de sobriété sur les consommations unitaires d'énergie ou variables d'activité, notamment pour les distinguer de ce qui relève de l'efficacité ou de l'activité « pure » (stricto-sensu).

### 3. Application d'une méthode statistique de décomposition

- Comparaison des méthodes Laspeyres-Paasche et LMDI-I sur un usage.
- Choix du pas de temps 2015, 2020, 2030, 2040, 2050.
- Mise en œuvre de la méthode LMDI-I, d'abord **pour les consommations d'énergie**, puis **pour les émissions de GES** pour chacun des scénarios et chacun des usages et branches retenus.

# Méthodologie

## Décomposition LMDI : principe et méthodologie

Selon les données disponibles et le niveau de désagrégation, la décomposition en effets explicatifs consiste à recréer pour chaque usage une équation étendue, sur la base de l'**entité de Kaya** et d'appliquer une **méthode statistique**.

On peut ainsi expliquer une variation ou une absence de variation d'un indicateur entre 2 années, comme la **somme de plusieurs effets distincts** contribuant à la hausse ou à la baisse de cet indicateur.

L'équation générique pour la consommation d'énergie, répliquée pour chaque usage, est la suivante :

$$C_t = C_0 \times A_t \times SA_t \times SU_t \times EF_t$$

$C_t$  = consommation d'énergie à  $t$

$C_0$  = consommation d'énergie à l'année de référence (2015)

$A_t$  = Indice d'activité

$SA_t$  = Indice de sobriété d'activité calculé par rapport au TEND.

$SU_t$  = Indice de sobriété d'usage calculé par rapport à l'année de base.

$EF_t$  = Indice d'efficacité

Calculs issus de la **méthode LMDI-I** appliquée à la consommation énergétique :

Effet activité :

$$\Delta C / \ln(C_t / C_{t-1})^* \ln(A_t / A_{t-1})$$

Effet sobriété d'activité :

$$\Delta C / \ln(C_t / C_{t-1})^* \ln(SAt / SAt-1)$$

Effet sobriété d'usage :

$$\Delta C / \ln(C_t / C_{t-1})^* \ln(SUt / SUt-1)$$

Effet efficacité :

$$\Delta C / \ln(C_t / C_{t-1})^* \ln(EF_t / EF_{t-1})$$

# Méthodologie

## Approche pour la quantification des sobriétés

Parmi les différents effets de **sobriété**, les paramètres de modélisation ont permis d'en isoler 2 types :

**Sobriété d'activité** : une réduction des besoins, c'est à dire du niveau d'activité (nombre de logements) ou de taux d'équipement (nombre d'équipements par ménage).

**Sobriété d'usage** : une réduction des consommations unitaires, s'il s'agit de comportements d'usages plus sobres (température de chauffage ou climatisation, nombre de douches, nombre de cycles de lavage...).

Si les effets de sobriété sont négatifs, on les qualifie, dans cette étude, d'**ébriété**.

### Sobriété d'activité

- 1) On calcule un indice d'activité qui correspond à la variation du niveau d'activité dans le scénario TEND par rapport à l'année de référence (2015). Il est par définition le même pour tous les scénarios.
- 2) L'indice de sobriété d'activité est calculé comme le ratio entre l'indice d'activité du scénario étudié et l'indice d'activité du TEND. Par définition il est égal à 1 pour les scénarios sans sobriété (dont le TEND).

### Sobriété d'usage

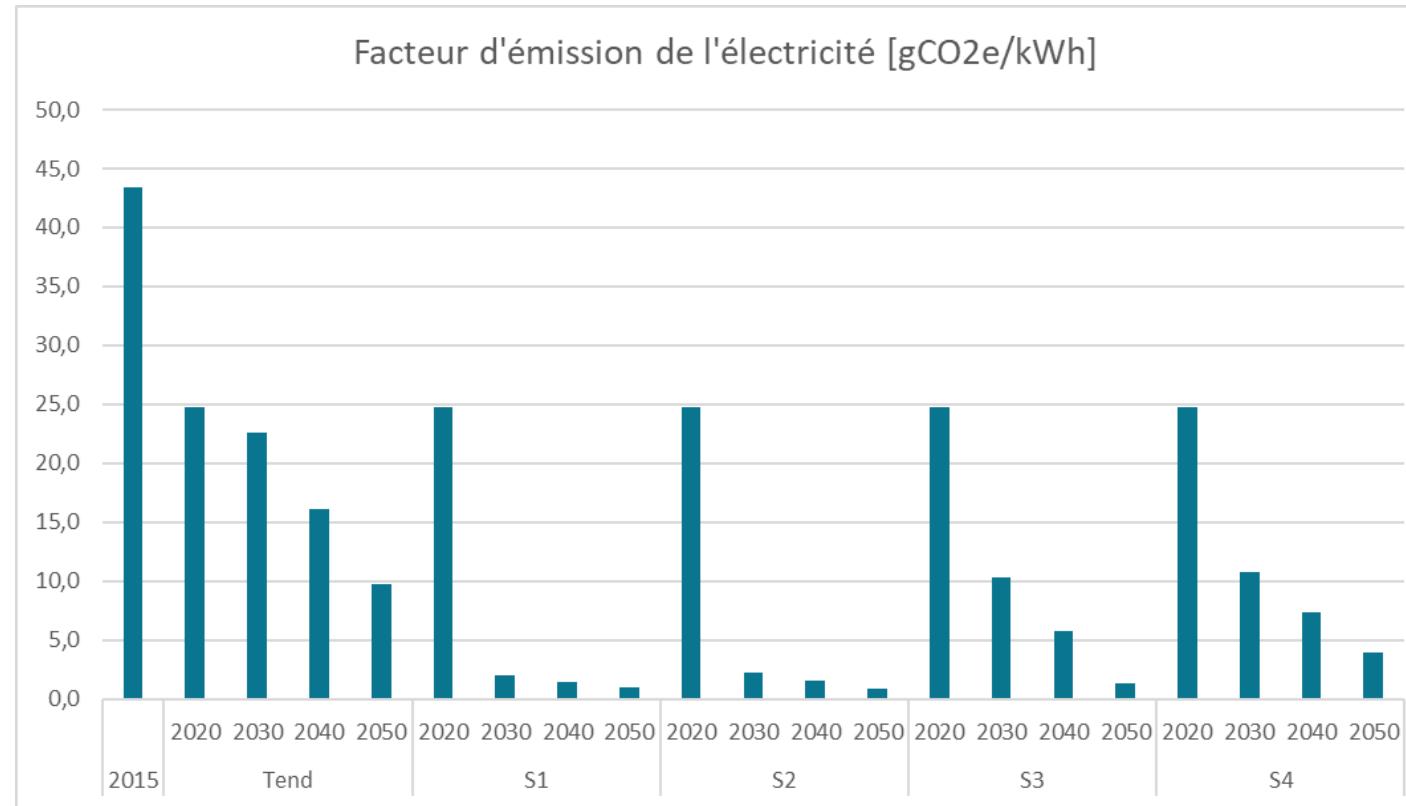
- 1) On identifie d'abord l'effet de sobriété à partir des hypothèses de comportement prises en compte dans le modèle. Cet indice est calculé par rapport à l'année de référence (2015).

*Exemple de l'ECS : 10% de la population qui réduit volontairement son nombre de douches (20% d'économies) et qui prend des douches froides (30% d'économies) revient à  $10\% * (20\% + 30\%) = 5\%$  d'économies. La valeur de l'indice est de 0,95.*

- 2) On calcule l'indice d'efficacité par différence, entre la variation totale de la consommation unitaire et de la variation due à l'effet sobriété.

# Méthodologie

## Facteur d'émission de l'électricité



*La valeur de l'année 2020 est issue de modélisation et ne correspond pas aux valeurs réelles.*

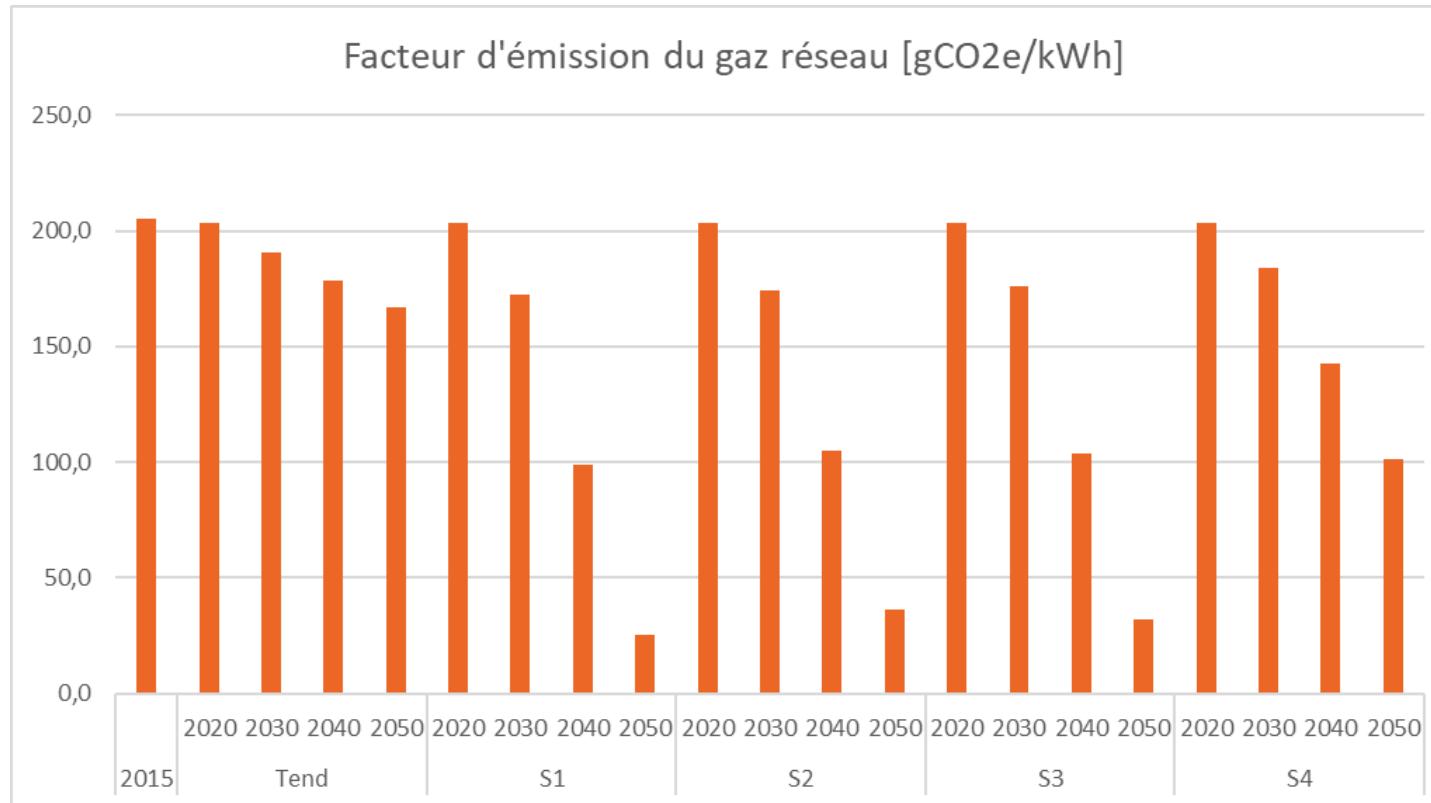
Dans l'exercice prospectif Transition(s) 2050, le facteur d'émissions de l'électricité de réseau est calculé à partir des hauts de bilans énergétiques. Le graphique montre l'évolution de ce facteur d'émission en fonction de l'année et du scénario.

Les valeurs de 2030 sont très basses, synonymes d'une décarbonation très rapide du mix électrique dans S1 et S2. Cette dynamique peut expliquer pourquoi l'effet Sobriété énergétique est parfois atténué une fois qu'on le visualise en tant qu'effet sur les émissions de GES.

On pourrait observer dans la réalité que les bâtiments résidentiels et tertiaire empruntent au court terme une trajectoire de sobriété sans que la décarbonation du mix électrique suive la dynamique. L'effet sobriété serait alors plus important ex post que les analyses ex ante effectuées dans la présente étude.

# Méthodologie

## Facteur d'émission du gaz réseau



La valeur de l'année 2020 est issue de modélisation et ne correspond pas aux valeurs réelles.

Dans l'exercice prospectif Transition(s) 2050, le facteur d'émissions du gaz réseau est calculé en fonction de la part de gaz naturel (facteur d'émission de 206gCO<sub>2</sub>e/kWh) et de gaz renouvelable (facteur d'émission nul). Le graphique montre l'évolution du facteur d'émission du gaz réseau en fonction de l'année et du scénario.

La décarbonation du gaz réseau est progressive dans le temps, mais se voit surtout après 2030.

En 2030, les facteurs d'émissions du gaz réseau sont assez similaires dans tous les scénarios (entre 172 et 183gCO<sub>2</sub>e/kWh pour S1 à S4, avec entre 11% et 16% de gaz renouvelable\*).

Par la suite, la décarbonation est bien plus poussée dans S1, S2 et S3, avec des facteurs d'émission du gaz réseau compris entre 25 et 36gCO<sub>2</sub>e/kWh (entre 82% et 88% de gaz renouvelable\*) que dans S4 (101gCO<sub>2</sub>e/kWh, env. 50% de gaz renouvelable\*)

\* Méthane renouvelable par méthanisation et/ou par pyrogazéification

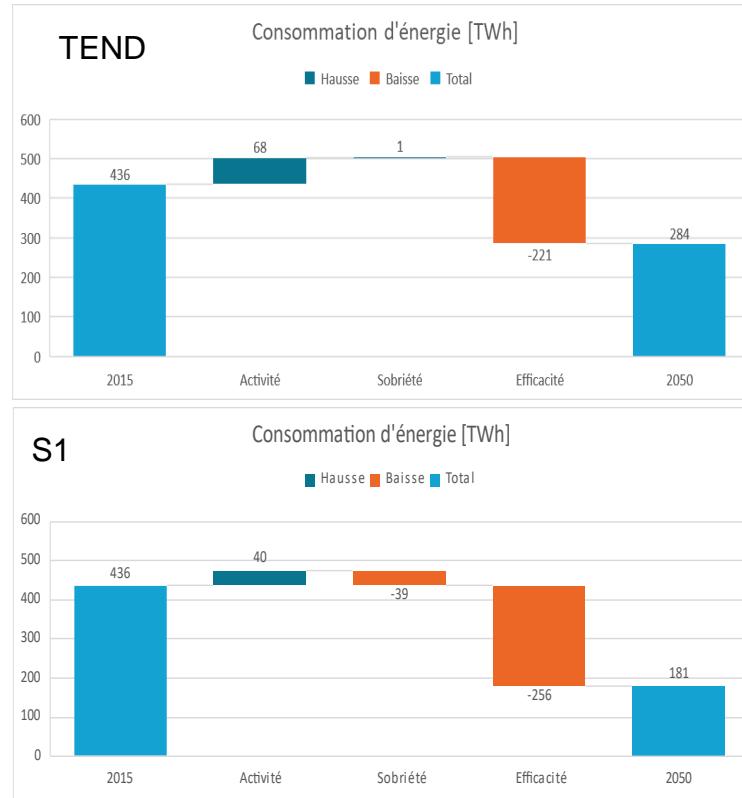
# Méthodologie

## Hypothèses communes à tous les usages dans le résidentiel

Leviers/variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4	
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
<b>Tous usages</b>											
Population [M]		62,5	65,4	67,2	65,4	67,25	65,4	67,25	65,4	67,25	65,4
Nombre de résidences principales [M]		28,0	31,3	33,8	30,6	32,2	30,5	32,5	31,3	33,8	31,3
Part de la population non contrainte choisissant de réduire son confort		0%	0%	0%	30%	10%	20%	10%	0%	0%	0%

# Méthodologie

## Guide d'interprétation des résultats (1/3)



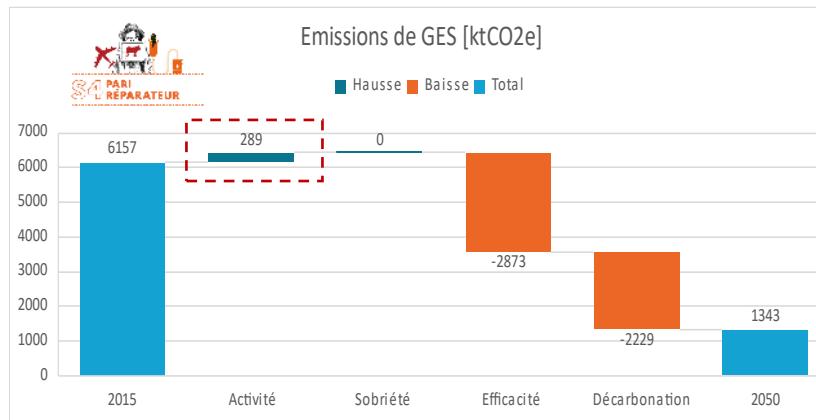
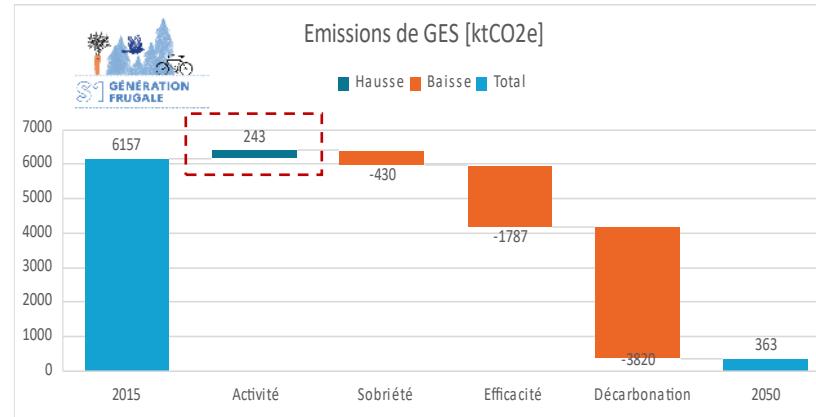
**Voici plusieurs exemples d'interprétations des résultats à partir des graphiques ci-contre :**

- TEND : la consommation d'énergie entre 2015 et 2050 baisse de 152 TWh (436-284). Les effets Activité pure et Ebriété contribuent respectivement à des hausses de 68 TWh et 1 TWh. L'effet Efficacité contribue à une baisse de 221 TWh.
- TEND : en 2050, sans Efficacité, la consommation d'énergie serait de 505 TWh soit une augmentation de 69 TWh par rapport à 2015, principalement portée par les effets Activité pure et Ebriété énergétique.
- S1 VS TEND : en 2050 S1 permet un gain de 103 TWh par rapport au TEND. L'effet Activité pure contribue de 28 TWh (27%), la Sobriété de 40 TWh (39%) et l'Efficacité de 35 TWh (34%).

Pour le présent rapport, nous privilégions la première approche plus descriptive.

# Méthodologie

## Guide d'interprétation des résultats (2/3)



L'effet d'Activité pure ne varie pas d'un scénario à l'autre, puisqu'il est lié à une variable de contexte indépendante des scénarios (ex : augmentation de la population).

Cependant, son poids final dans la baisse des consommations d'énergie et des émissions GES peut varier d'un scénario à l'autre. En effet, même si la population est la même dans tous les scénarios, l'impact énergie / carbone d'une personne supplémentaire entrant dans la population en 2020-2030, 2030-2040, 2040-2050... ne sera pas le même d'un scénario à l'autre. En effet, le système énergétique n'a pas la même structure d'une décennie à l'autre. Au fur et à mesure que les décennies avancent et que les différences entre les scénarios s'accroissent, l'impact de la variation d'une unité d'activité se différencie également.

# Méthodologie

## Guide d'interprétation des résultats (3/3)

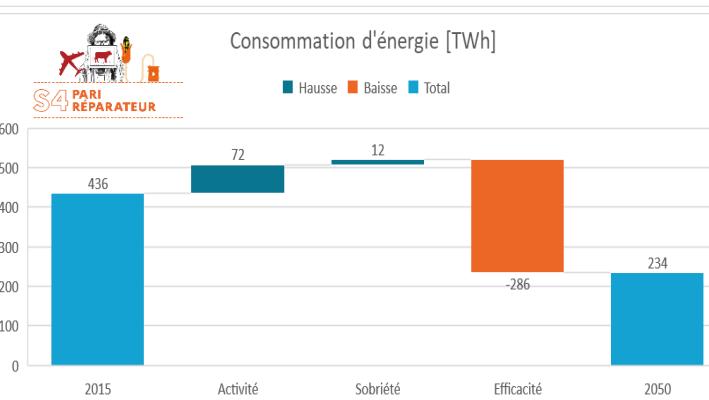
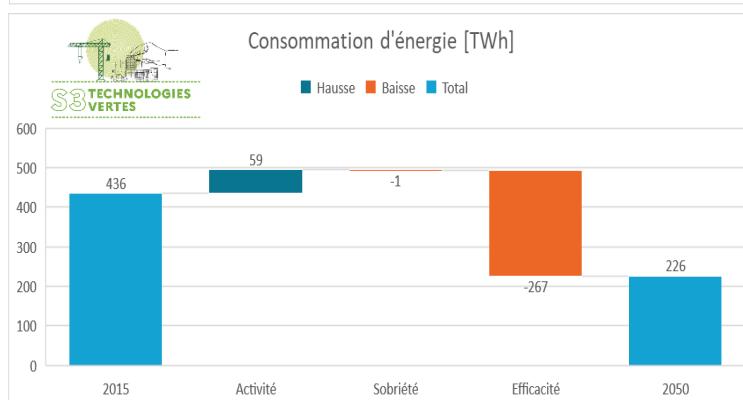
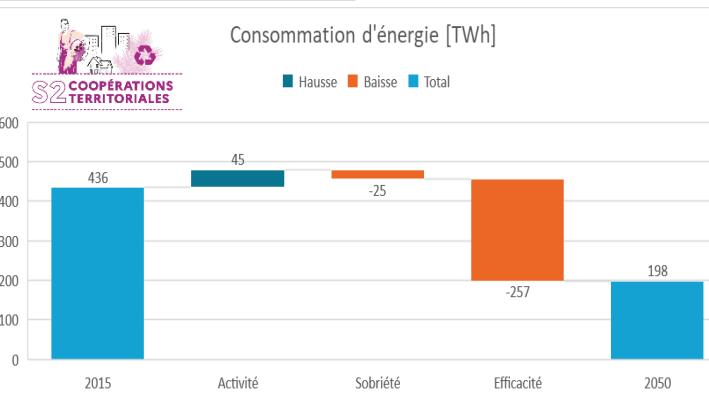
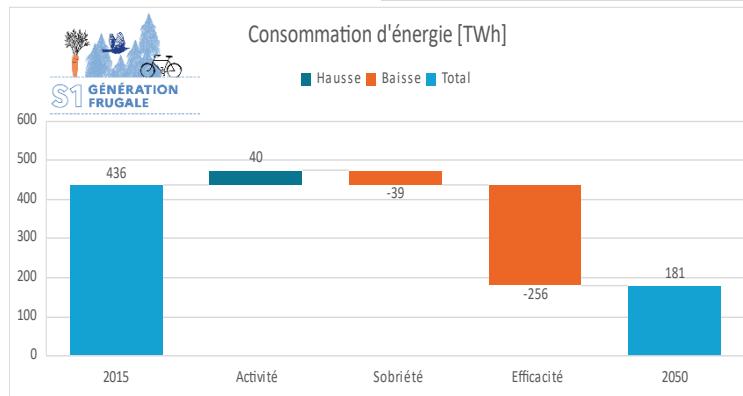
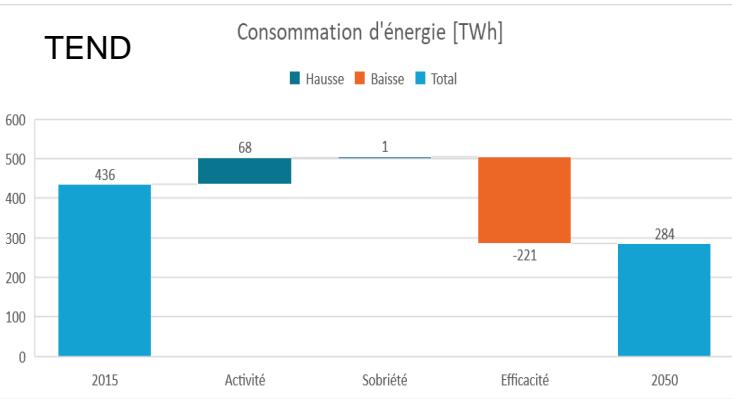
Les résultats présentés dans ce document, et notamment ceux ayant trait au poids de la sobriété, sont très dépendants des hypothèses introduites dans les scénarios Transition(s) 2050.

Le lecteur est donc invité à se référer à l'Annexe de ce rapport (document Excel) qui présente les calculs, pour mieux comprendre les hypothèses des scénarios.

### 3. Résidentiel : vue d'ensemble

# Résidentiel tous usages – Résidences principales

## Décomposition 2015-2050 de la consommation d'énergie



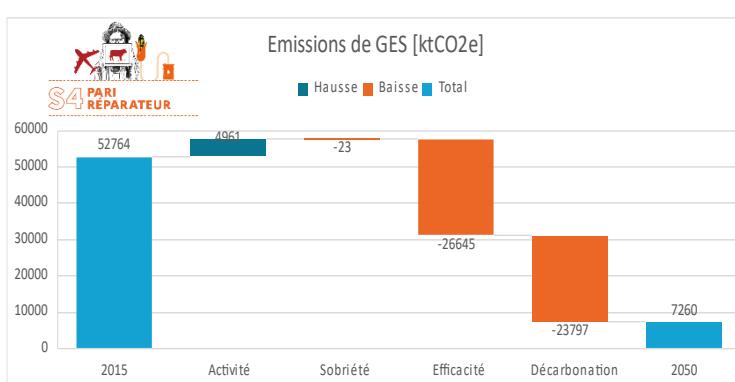
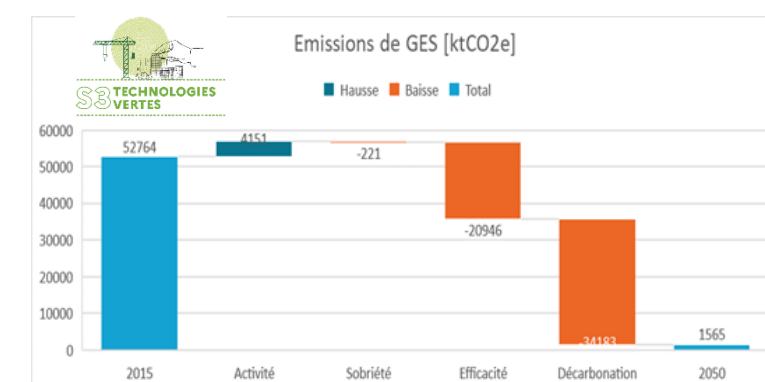
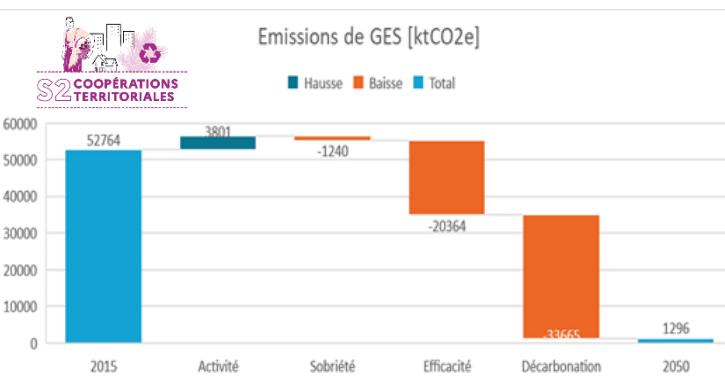
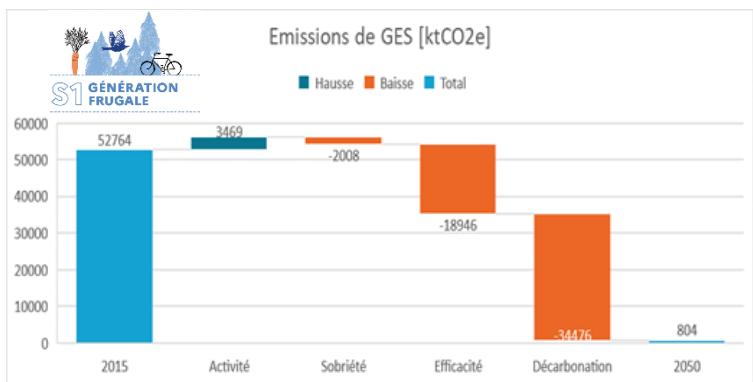
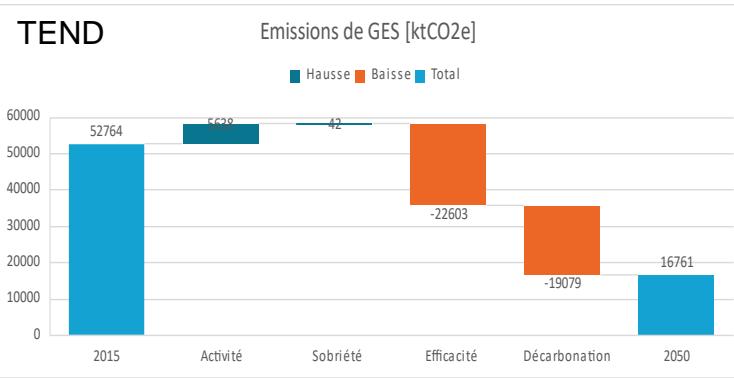
### Les scénarios

- Tous les scénarios projettent une baisse de la consommation des résidences principales en 2050. C'est dans S1 que la baisse de consommation est la plus marquée.

### Analyse

- Dans tous les scénarios, c'est l'effet Efficacité qui est le premier effet.** Il est plus accentué dans S4 et S3.
- Dans S1 et S2, les scénarios qui intègrent de la sobriété, celle-ci contribue à des économies entre 25 (S2) et 39 (S1) TWh en 2050.** Dans S1, la sobriété représente 15% des économies d'énergie (i.e. des effets contributeurs à la baisse). L'activation du levier de sobriété permet de compenser l'impact énergétique de l'activité pure, c'est-à-dire principalement de la croissance démographique.
- Dans S4, la sobriété est négative, on peut parler d'un effet d'ébriété qui contribue à une légère hausse de la consommation (+12 TWh).**

# Résidentiel tous usages – Résidences principales Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



## Les scénarios

- Dans S1, S2, et S3, les émissions en 2050 sont réduites de 99% à 97% par rapport en 2015.
- Dans TEND et S4 les émissions baissent aussi respectivement de 70% à 85% par rapport à 2015, mais les émissions résiduelles restent significatives. Dans S4, la neutralité carbone n'est atteinte que par le recours à des puits carbone technologiques aujourd'hui peu matures.

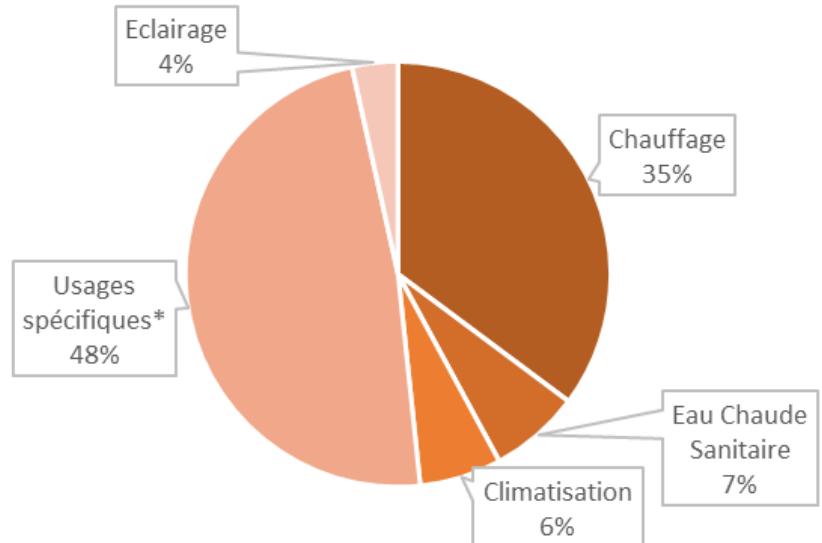
## Analyse

- L'ordre des effets n'est pas le même selon les scénarios.** Dans S1, S2, S3, c'est l'effet décarbonation qui prédomine. Dans S4 (et TEND), c'est l'Efficacité (l'effet étant d'un ordre de grandeur comparable à celui de la décarbonation).
- Dans le scénario le plus sobre (S1), l'effet sobriété représente 4% des réductions d'émissions entre 2015 et 2050.** L'effet de la sobriété est moins marqué dans la dynamique d'évolution des émissions GES que dans celle des consommations d'énergie. Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios (cf. Facteurs d'émissions).

# Résidentiel tous usages – Résidences principales

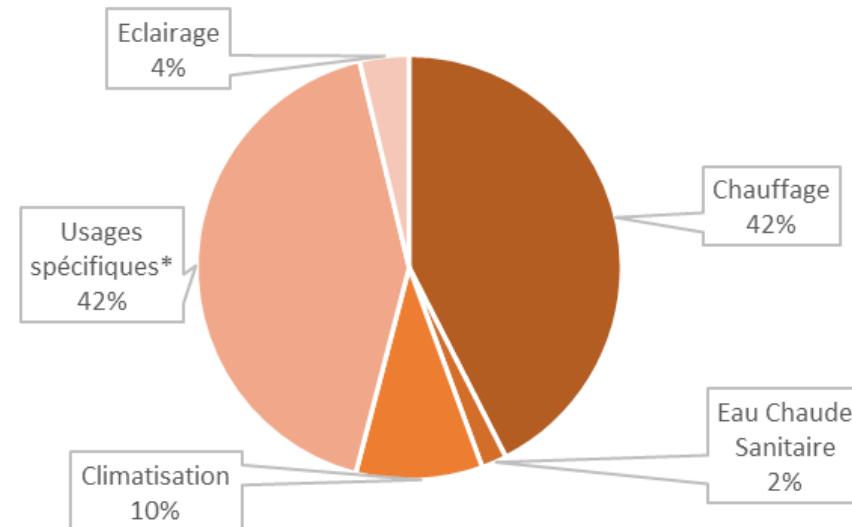
*Zoom sur la sobriété*

S1 - Part des différents usages dans les économies d'énergie associées à la sobriété entre 2015 et 2050



\* Electroménager, électronique, cuisson

S2 - Part des différents usages dans les économies d'énergie associées à la sobriété entre 2015 et 2050

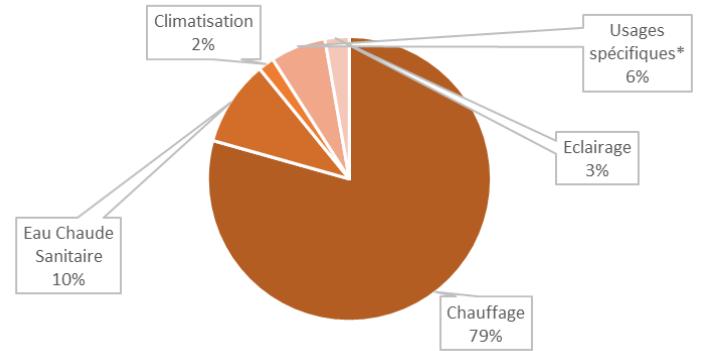


Dans S1 et S2, qui sont les scénarios intégrant de la sobriété, **les économies d'énergie permises par la sobriété reposent avant tout sur les usages spécifiques de l'électricité (électroménager, électronique...) et sur le chauffage.**

# Résidentiel tous usages – Résidences principales

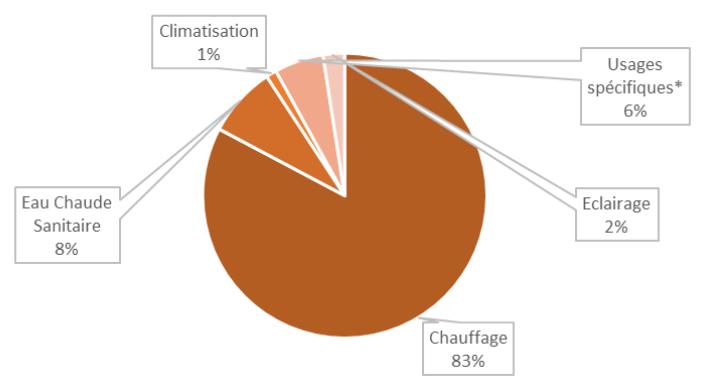
*Zoom sur l'efficacité*

TEND - Part des différents usages dans les économies d'énergie associées à l'efficacité entre 2015 et 2050

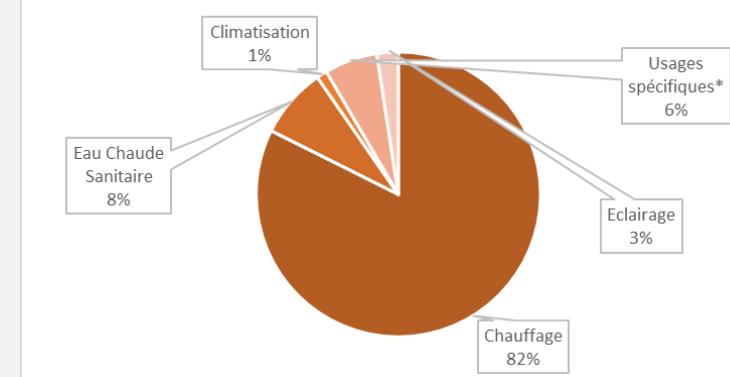


\* Electroménager, électronique, cuisson

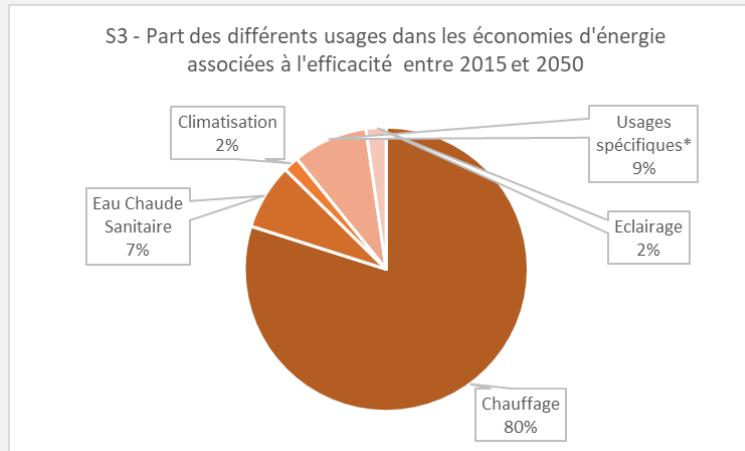
S1 - Part des différents usages dans les économies d'énergie associées à l'efficacité entre 2015 et 2050



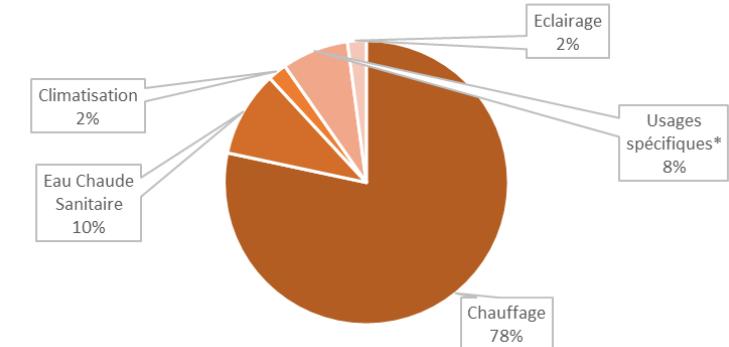
S2 - Part des différents usages dans les économies d'énergie associées à l'efficacité entre 2015 et 2050



S3 - Part des différents usages dans les économies d'énergie associées à l'efficacité entre 2015 et 2050



S4 - Part des différents usages dans les économies d'énergie associées à l'efficacité entre 2015 et 2050

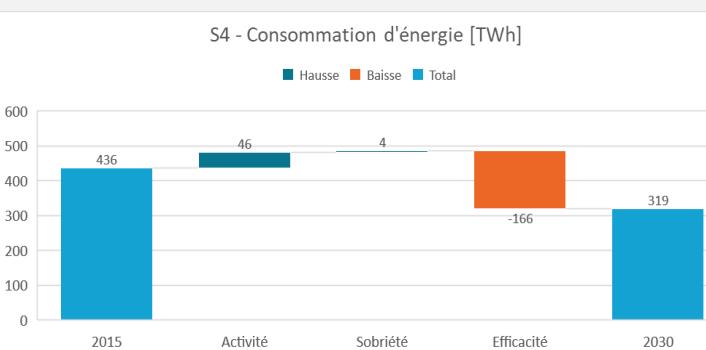
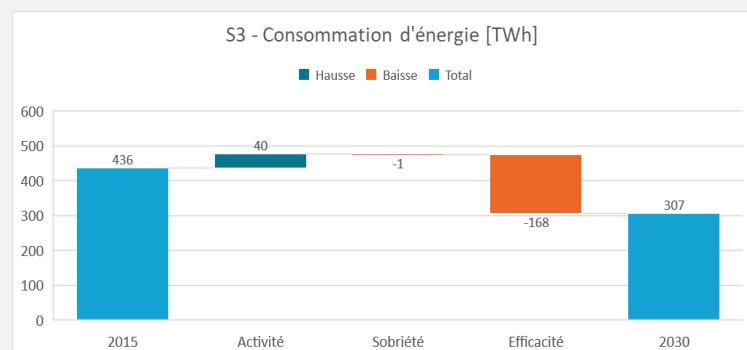
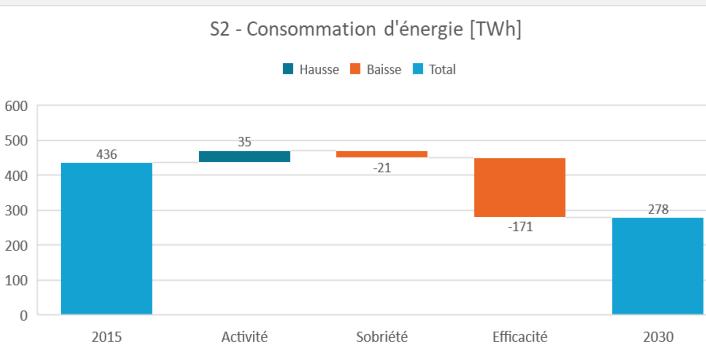
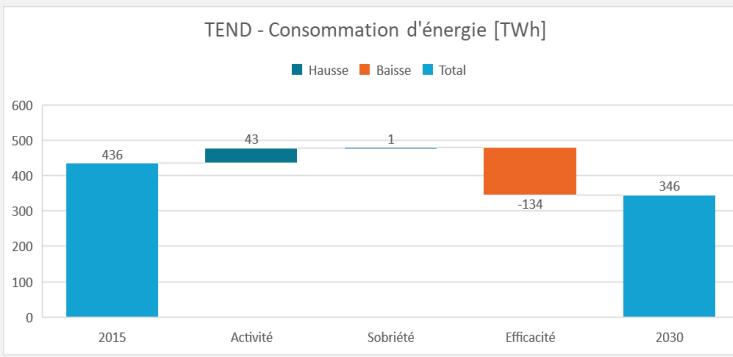


Dans tous les scénarios, c'est le chauffage qui est l'usage le plus contributeur aux économies d'énergie liées à l'efficacité. Cela met en évidence la place centrale de la rénovation des bâtiments et de l'augmentation du rendement des équipements de chauffage rendue possible par l'isolation du bâti.

# Résidentiel tous usages – Résidences principales



*Zoom sur la dynamique à 2030 : consommations d'énergie*



## Les scénarios

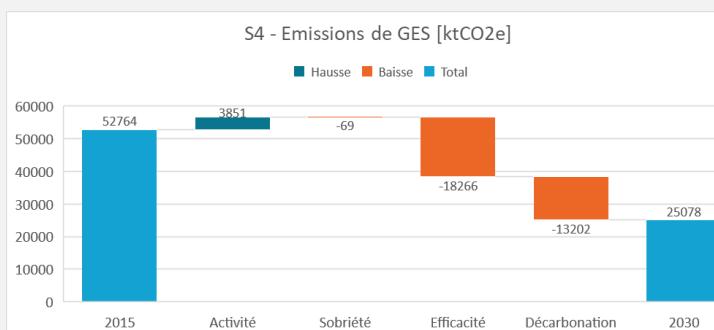
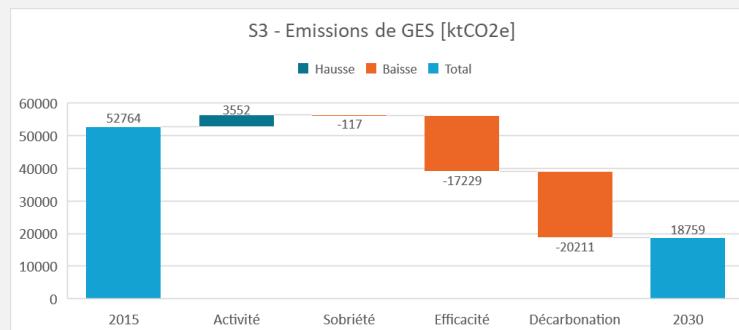
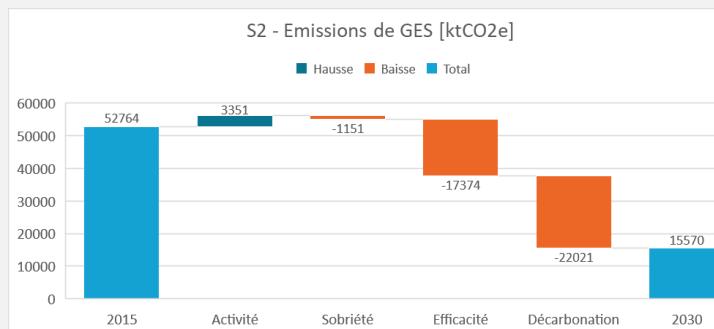
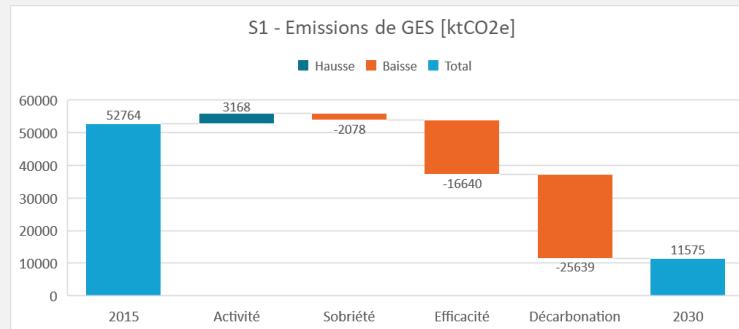
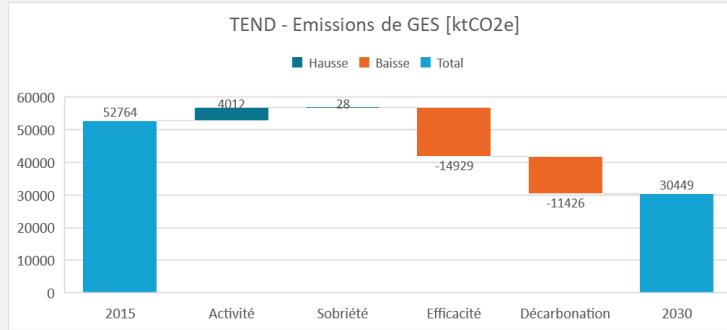
- Tous les scénarios projettent une baisse de la consommation des résidences principales en 2030. C'est dans S1 que la baisse de consommation est la plus marquée.

## Analyse

- A 2030, la dynamique de l'ensemble des scénarios s'explique avant tout par l'**efficacité**, y compris dans les scénarios les plus sobres. En effet, c'est la rénovation énergétique des logements qui joue en premier dans les dynamiques de baisse de consommation.
- Dans S1, les économies d'énergie rendues possibles par la sobriété compensent les effets d'activité.
- La majeure partie des économies d'énergie liées à la sobriété prend place avant 2030.** Par exemple, entre 2015 et 2030, la sobriété permet un gain de 35 TWh dans le S1, quand le gain total sur l'ensemble de la période 2015-2050 est de 39 TWh. Cela s'explique à la fois par le fait que les actions de sobriété se mettent en place dès 2020 dans les scénarios, mais également que les gains associés à la sobriété se réduisent mécaniquement en seconde période grâce à la progression de l'efficacité (le fait de ne pas utiliser un appareil performant permet moins d'économies que de ne pas utiliser un appareil non performant).

# Résidentiel tous usages – Résidences principales

Zoom sur la dynamique à 2030 : émissions de GES



## Les scénarios

Tous les scénarios, y compris TEND, voient une baisse des émissions liées à l'usage des logements à 2030. C'est dans S1 que la baisse est la plus importante.

## Analyse

- Dans S1, S2 et S3, c'est l'effet décarbonation qui prédomine, de la même manière qu'il est prédominant également sur la période 2015-2050.
- Dans S4, l'effet Efficacité qui prédomine à 2030, de la même manière que sur la période 2015-2050.

# 4. Résidentiel : détail par usage (résidences principales)

# Rappels des usages et niveau de désagrégation

**Usages qui ont fait l'objet d'une décomposition détaillée LMDI :**

- Chauffage
  - Logements neufs
  - Logements Existant
- Eau chaude sanitaire
- Equipements électroménagers et électroniques
- Eclairage
- Climatisation

**Niveau de détail des équipements électroménagers et électroniques :**

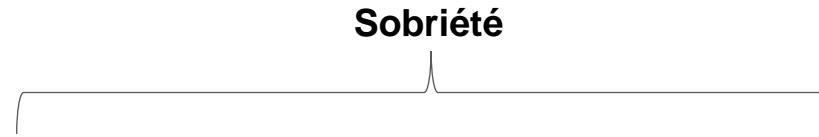
- Froid
- Lavage
- Cuisson
- Informatique
- Domotique

Pour la ventilation, les auxiliaires et les résidences secondaires, les consommations ont été traitées de manière simplifiée sans distinction des composantes de sobriété, faute de données d'hypothèses suffisantes.

# Chauffage

# Résidences principales – Chauffage

## Effets analysés



Usage	Activité pure	Sobriété d'Activité	Sobriété d'usage	Efficacité	Décarbonation
<b>Chauffage</b>	Augmentation tendancielle de la surface totale de résidences principales	Baisse de la surface totale de résidences principales due à une baisse du nombre de ménages (plus grande cohabitation...) et de la taille moyenne des maisons individuelles neuves par rapport au tendanciel.	Baisse des consommations unitaires due, pour une part des ménages adoptant des comportements de sobriété, à une réduction de la consigne de chauffage	<p>Baisse des consommations unitaires due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>L'augmentation du rendement/de la performance des équipements</li> <li>La baisse du besoin thermique (rénovation énergétique dans l'existant et logements neufs performants)</li> </ul>	<p>Baisse du poids carbone de l'énergie utilisée due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La baisse des facteurs d'émission de l'électricité et du gaz</li> <li>L'électrification du chauffage (PAC...).</li> <li>Une plus grande pénétration du chauffage au bois et urbain</li> </ul>

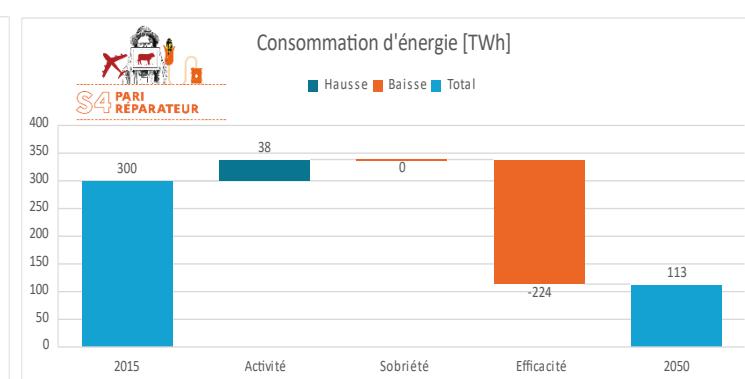
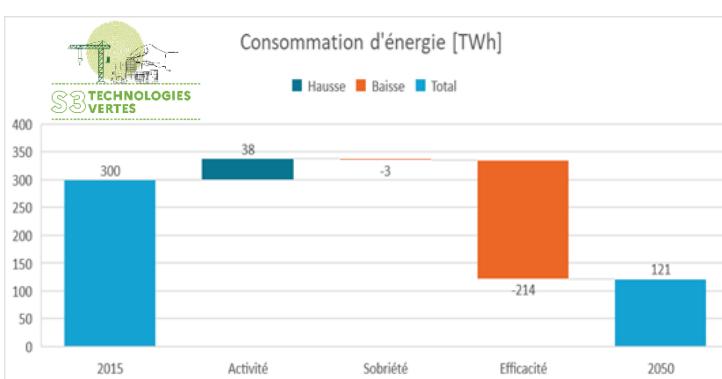
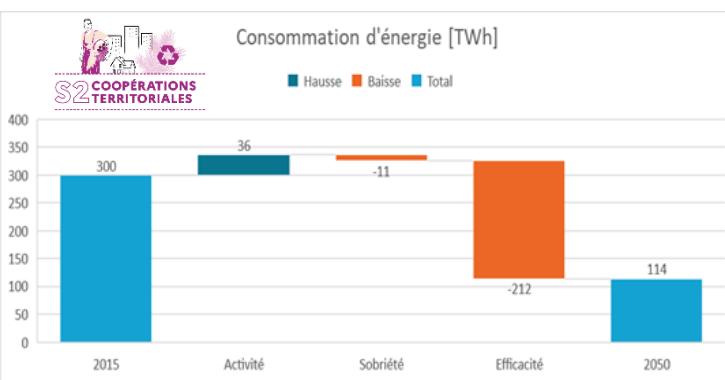
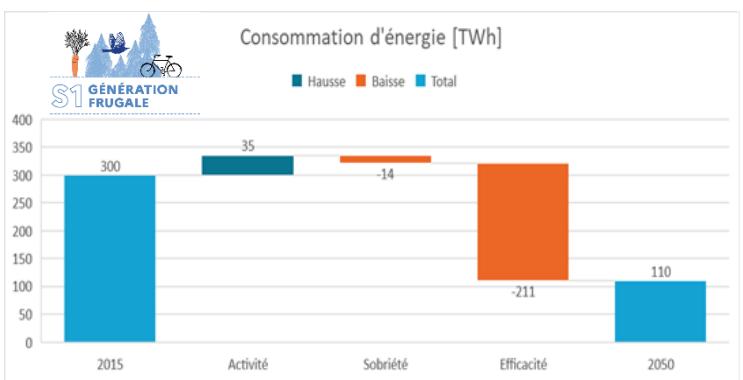
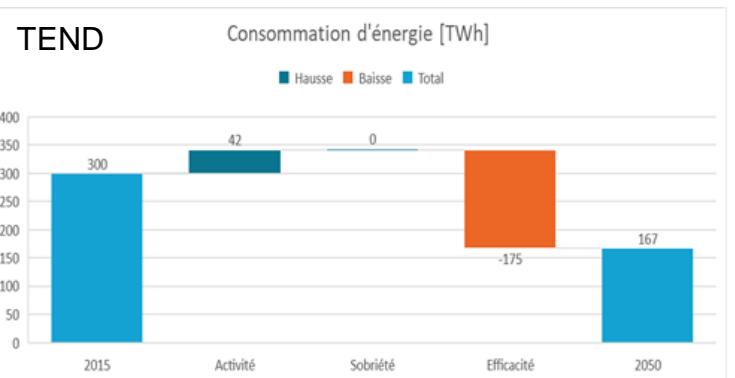
# Résidences principales – Chauffage

## Hypothèses des scénarios

Leviers/ variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4		
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	
<b>Chauffage - tous logements</b>												
<b>Activité</b>												
Surface de logements totale [millions de m <sup>2</sup> ]	2 552	2 825	3 042	2 768	2 901	2 760	2 907	2 815	2 987	2 825	3 042	
<i>dont maisons individuelles [millions de m<sup>2</sup>]</i>	1 791	1 941	2 061	1 909	1 991	1 903	1 955	1 917	1 929	1 941	2 061	
<i>dont logements collectifs [millions de m<sup>2</sup>]</i>	761	884	981	859	910	857	952	898	1 058	884	981	
<b>Consommation unitaire</b>												
<b>Consommation unitaire de chauffage [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>118</b>	<b>80,2</b>	<b>54,7</b>	<b>61,0</b>	<b>37,9</b>	<b>64,3</b>	<b>39,1</b>	<b>68,3</b>	<b>40,5</b>	<b>70,5</b>	<b>37,3</b>	
Part de la population non contrainte choisissant de réduire son confort	0%	0%	0%	30%	10%	20%	10%	0%	0%	0%	0%	
Reduction de température consigne de chauffage	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	
<b>Chauffage des logements neufs</b>												
<b>Activité</b>												
Surface de logements neufs construits depuis 2015 [millions de m <sup>2</sup> ]	0,0	458,6	848,0	283,2	317,7	293,0	417,4	512,8	997,5	459,2	850,1	
<i>dont maisons individuelles [millions de m<sup>2</sup>]</i>	-	271,0	501,1	158,1	167,4	164,5	197,1	288,0	500,9	271,4	502,4	
<i>dont logements collectifs [millions de m<sup>2</sup>]</i>	-	187,6	346,9	125,1	150,3	128,5	220,3	224,8	496,6	187,8	347,7	
<b>Consommation unitaire</b>												
<b>Consommation unitaire de chauffage des logements neufs [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>19,4</b>	<b>16,1</b>	<b>10,2</b>	<b>15,2</b>	<b>12,9</b>	<b>17,5</b>	<b>12,8</b>	<b>16,7</b>	<b>10,8</b>	<b>15,1</b>	<b>7,6</b>	
Part de la population non contrainte choisissant de réduire son confort	0%	0%	0%	30%	10%	20%	10%	0%	0%	0%	0%	
Reduction de température consigne de chauffage (°C)	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	
<b>Chauffage des logements existants</b>												
<b>Activité</b>												
Surface de résidences principales existant en 2015 toujours existant à l'année n	2 552	2 366	2 194	2 485	2 583	2 467	2 489	2 302	1 990	2 366	2 192	
<i>dont maisons individuelles [Millions de m<sup>2</sup>]</i>	1 791	1 670	1 560	1 751	1 824	1 738	1 758	1 629	1 429	1 670	1 558	
<i>dont logements collectifs [Millions de m<sup>2</sup>]</i>	761	696	634	734	759	728	731	673	561	696	634	
<b>Consommation unitaire</b>												
<b>Consommation unitaire de chauffage des logements existants [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>118</b>	<b>93</b>	<b>72</b>	<b>66</b>	<b>41</b>	<b>70</b>	<b>44</b>	<b>80</b>	<b>55</b>	<b>81</b>	<b>49</b>	
Part de la population non contrainte choisissant de réduire son confort	0%	0%	0%	30%	10%	20%	10%	0%	0%	0%	0%	
Réduction de température consigne de chauffage (°C)	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	

# Résidences principales – Chauffage

## Décomposition 2015-2050 de la consommation d'énergie



### Les scénarios

- En 2015, le chauffage représentait 69% de la consommation énergétique des bâtiments résidentiels, soit 300 TWh (hors chaleur environnement\*).
- En 2050, la consommation énergétique de tous les scénarios est d'un ordre de grandeur similaire (entre 110 TWh et 121 TWh), soit une réduction d'environ 60% par rapport à 2015.

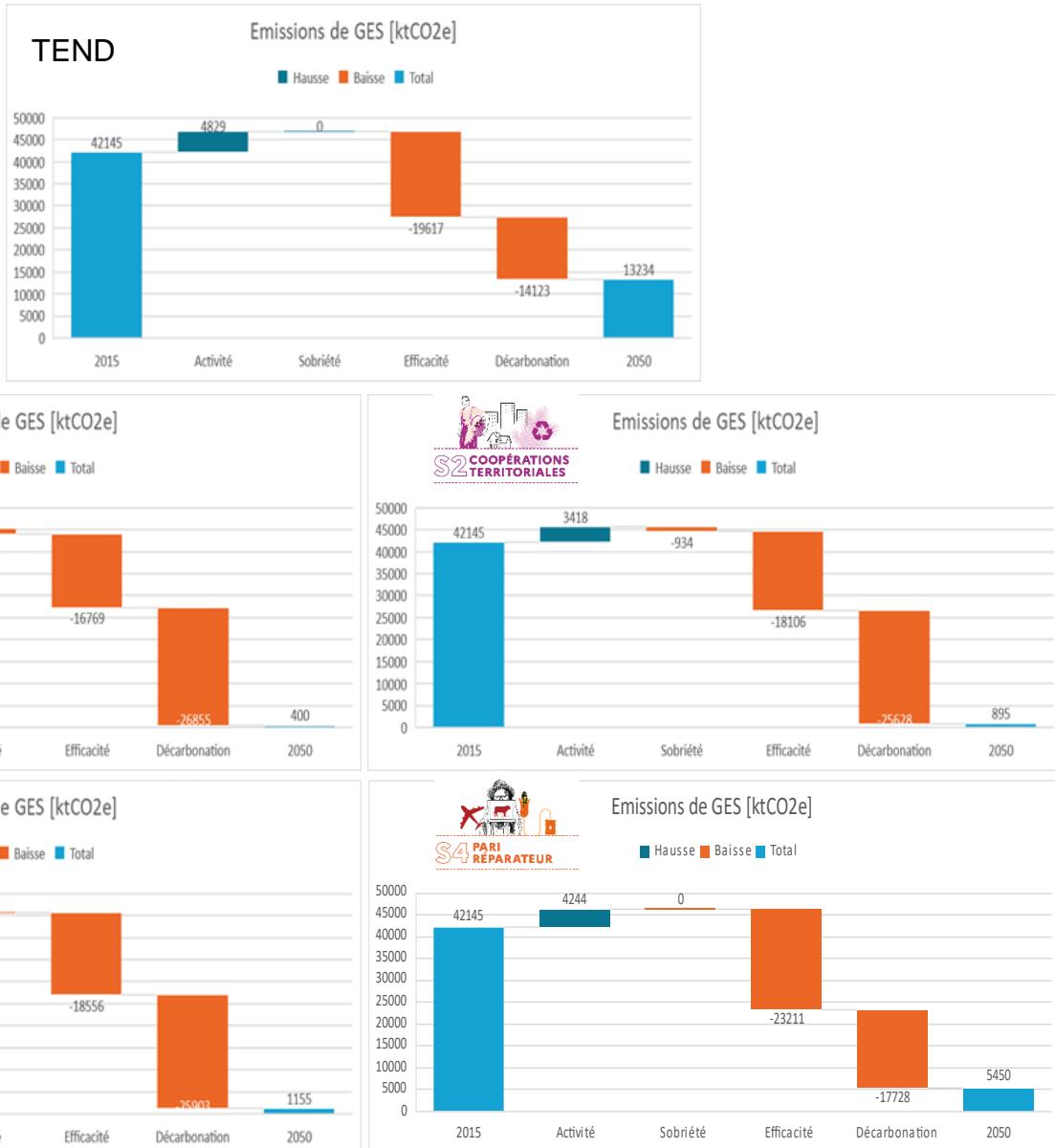
### Analyse

- Dans tous les scénarios, le levier principal de réduction de la consommation énergétique est l'Efficacité**, c'est-à-dire l'isolation des logements et le remplacement des équipements de chauffage par des équipements plus efficaces. Cet effet est d'un ordre de grandeur similaire dans tous les scénarios (de 211 à 224 TWh) et plus élevé que dans le TEND (175 TWh). S4 présente un effet d'Efficacité légèrement plus important. Cela est du à la stratégie de rénovation introduite dans ce scénario : tout le parc n'est pas rénové, mais la portion qui l'est est rénovée de manière très performante (niveau passif).
- Dans tous les scénarios, l'effet activité pure, lié à l'augmentation de la surface du parc dans le scénario tendanciel, contribue à une hausse modérée de la consommation énergétique entre 2015 et 2050.
- La sobriété joue un rôle mineur, principalement dans S1 et S2 où les m<sup>2</sup> de surfaces chauffées sont plus faibles que dans le TEND. Par ailleurs, les comportements quotidiens de sobriété (baisser la température de chauffage, notamment) n'ont été introduits dans ces scénarios que dans les logements non rénovés, et s'estompent au fur et à mesure de la rénovation performante du parc (à un niveau BBC-rénovation). Cet effort est particulièrement important dans les logements neufs mais l'impact est atténué par les volumes du parc de logements existants.

\* Seule la consommation électrique des PAC est comptabilisée.

# Résidences principales – Chauffage

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

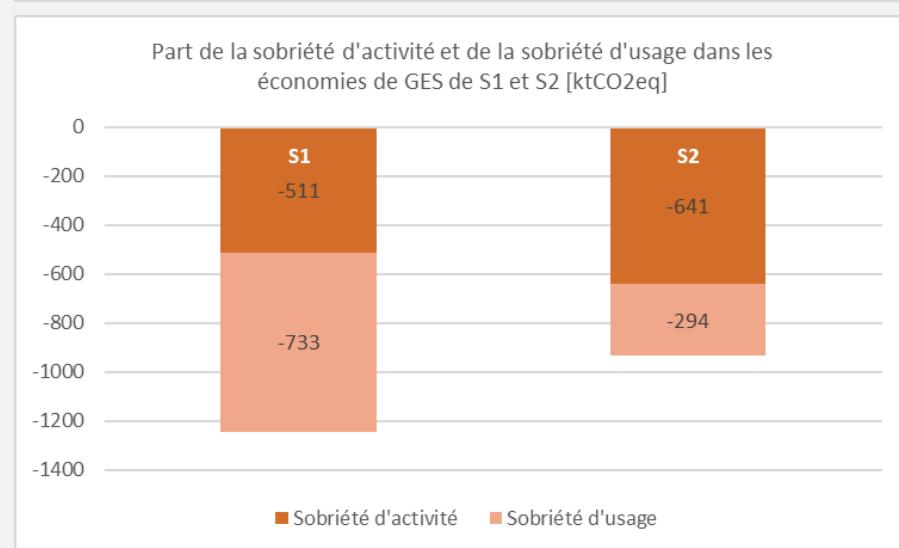
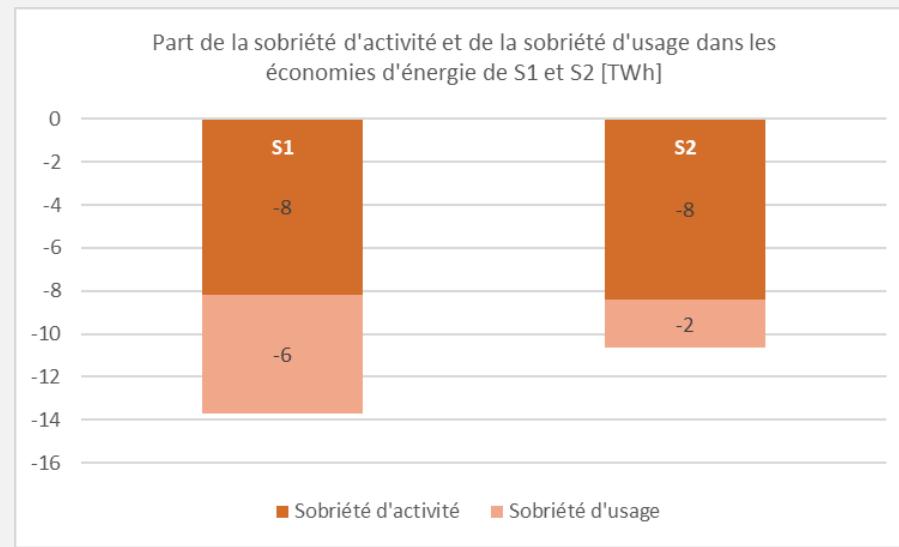
- En 2015 le chauffage représente 80% des émissions de GES des bâtiments résidentiels
- Les émissions du chauffage diffèrent significativement selon les scénarios en 2050. Alors qu'elles deviennent résiduelles en S1, S2 et S3, elles restent à un niveau important en S4.

### Analyse

- L'ordre des effets n'est pas le même selon les scénarios.** La décarbonation est le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans S1, S2, et S3, devant l'effet Efficacité. Cela est lié à la baisse importante des facteurs d'émissions et au transfert vers des vecteurs moins carbonés. Dans S4 et TEND, c'est l'Efficacité qui est le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans S4. Cela traduit une moindre décarbonation des vecteurs et un moindre transfert vers des vecteurs moins carbonés dans ce scénario.
- L'activité pure contribue à une hausse modérée des émissions dans tous les scénarios.** Son impact est plus marqué en S4 qu'en S1 : en effet, la décarbonation des vecteurs étant moins rapide en S4, chaque nouveau mètre carré introduit dans le parc pèse plus lourd en carbone.
- La sobriété joue un rôle mineur de contribution à la baisse des émissions** notamment dans S1 et S2 où les m<sup>2</sup> de surfaces chauffées sont plus faibles que dans le TEND. Cet effort est particulièrement important dans les logements neufs mais l'impact est atténué par les volumes du parc de logements existants. S1 et S2 présentent une sobriété énergétique plus marquée dont l'impact sur les émissions est atténué par les hypothèses fortes sur les facteurs d'émissions (cf [Facteurs d'émission](#)).

# Résidences principales – Chauffage

## Zoom sobriété d'activité / sobriété d'usage



Dans S1 et S2, les économies d'énergie et de carbone liées à la sobriété recourent à la fois :

- une sobriété d'activité, liée à une plus grande cohabitation et donc une baisse du besoin en logement,
- une sobriété d'usage, liée à une réduction des consignes de chauffage.

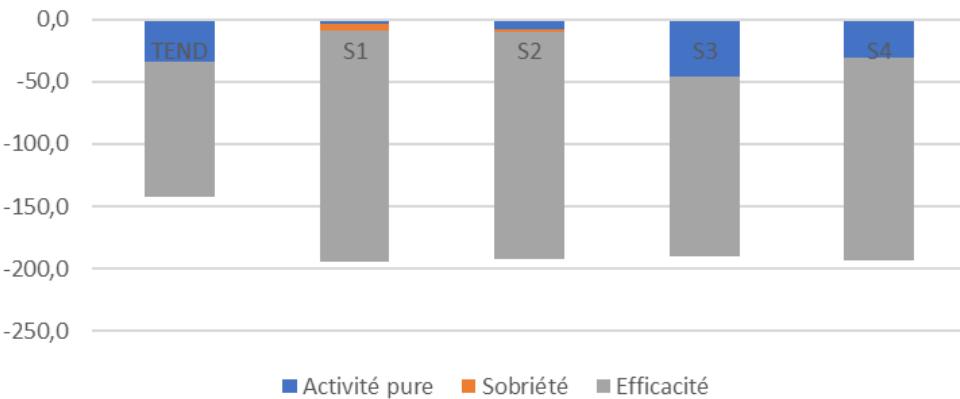
**C'est la sobriété d'activité qui contribue le plus aux économies d'énergie dans les deux scénarios.** Elle permet un gain de 8 TWh à 2050.

Les résultats sont différents en émissions GES dans S1, où la très forte décarbonation des vecteurs fait passer la sobriété d'usage au premier plan des effets. En d'autres termes, la sobriété vient s'appliquer à un système énergétique déjà décarboné.

# Résidences principales – Chauffage

## Zoom sur le chauffage des logements existants

Part respective des effets Activité pure, Sobriété et Efficacité dans la baisse de consommation d'énergie du chauffage des logements existants en 2015 (et toujours présents dans le parc en 2050) (TWhefpci)



La baisse des consommations de chauffage des logements existants en 2015 et toujours présents en 2050 dans le parc est d'un ordre de grandeur similaire dans les quatre scénarios Transition(s) 2050.

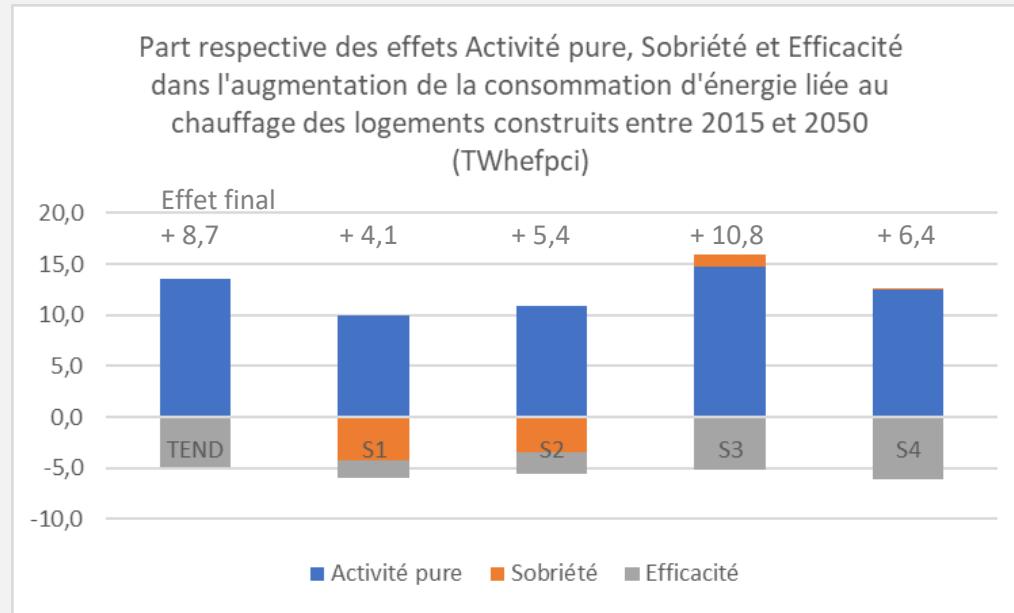
C'est l'Efficacité, c'est-à-dire la **rénovation du parc de logements**, qui est l'effet le plus important dans tous les scénarios.

Cette baisse recouvre néanmoins des logiques différentes :

- Dans S1 et S2, l'effet Activité pure est minime. Cela s'explique par le ralentissement de la démolition. Au contraire, **dans S3, c'est l'effet qui arrive en second, en lien avec la stratégie de déconstruction-reconstruction du parc.**
- **La sobriété présente en S1 et S2 joue peu.** En effet, les comportements quotidiens de sobriété (baisser la température de chauffage, notamment) n'ont été introduits dans ces scénarios que dans les logements non rénovés, et s'estompent au fur et à mesure de la rénovation performante du parc (à un niveau BBC-rénovation).

# Résidences principales – Chauffage

## *Zoom sur le chauffage des logements neufs*



L'augmentation des consommations de chauffage en phase d'usage du bâtiment liée à la construction de logements neufs est en premier lieu, dans tous les scénarios, liée à un effet Activité pure, c'est à la dire l'introduction dans le parc de nouveaux logements.

L'effet efficacité est peu important par rapport à l'effet activité pure. En effet, même si la performance des bâtiments neufs s'améliore dans les scénarios, le fait que les bâtiments construits à l'heure actuelle soient déjà très performants limite l'impact de cette évolution de la performance.

Dans les scénarios sans sobriété, l'Efficacité des surfaces construites (i.e. le fait que les logements neufs soient de plus en plus performants) compense un peu moins de la moitié (de 35 à 50%) le fait d'introduire dans le parc de nouveaux mètres carrés à chauffer.

Dans les scénarios avec sobriété dans le volume de construction neuve (S1, S2), cet effet compense de 15 à 20% le fait d'introduire dans le parc de nouveaux mètres carrés à chauffer.

# *Eau Chaude Sanitaire*

# Résidences principales – Eau Chaude Sanitaire (ECS)

## Effets analysés

Sobriété					
Usage	Activité pure	Sobriété d'Activité	Sobriété d'usage	Efficacité	Décarbonation
<b>Eau chaude sanitaire</b>	Augmentation tendancielle de la population	Non pris en compte	<p>Baisse des consommations unitaires due, pour une part de la population adoptant des comportements de sobriété (par rapport au tendanciel) à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une réduction du nombre de douches</li> <li>• Une augmentation de la part de douches froides</li> </ul>	<p>Baisse des consommations unitaires due à l'augmentation du rendement/de la performance des équipements</p>	Baisse du poids carbone de l'énergie utilisée due à la baisse des facteurs d'émission de l'électricité et du gaz

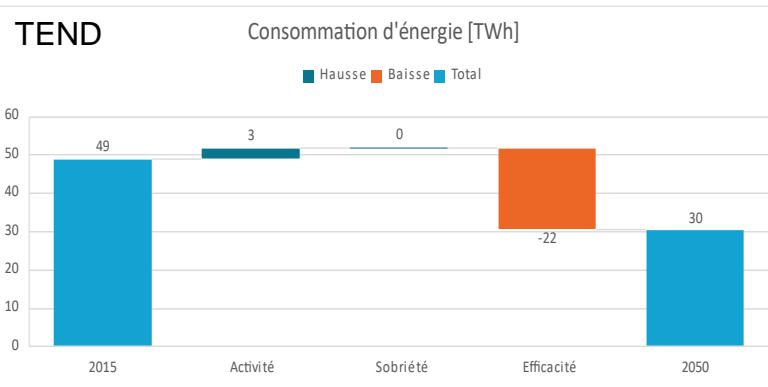
# Résidences principales – Eau Chaude Sanitaire (ECS)

## Hypothèses des scénarios

Leviers/ variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4		
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	
<b>Eau chaude sanitaire</b>												
<b>Activité</b>												
Population [M]		62,5	65,4	67,2	65,4	67,2	65,4	67,2	65,4	67,2	65,4	
<b>Consommation unitaire</b>												
Consommation unitaire d'ECS par ménage [kWh/hab]		<b>785</b>	<b>562</b>	<b>453</b>	<b>468</b>	<b>425</b>	<b>538</b>	<b>460</b>	<b>553</b>	<b>474</b>	<b>500</b>	
Besoin en eau chaude [m3/hab/an]		12,8	12,8	12,8	11,5	10,2	12,1	11,5	12,8	12,8	14,2	
Réduction du nombre de douches de la population non contrainte acceptant de se laver à froid		0%	0%	0%	20%	20%	10%	10%	0%	0%	0%	
Part des douches froides de la population non contrainte acceptant de réduire sa consommation d'eau chaude		0%	0%	0%	30%	30%	0%	0%	0%	0%	0%	

# Résidences principales – Eau Chaude Sanitaire (ECS)

## Décomposition 2015-2050 de la consommation d'énergie

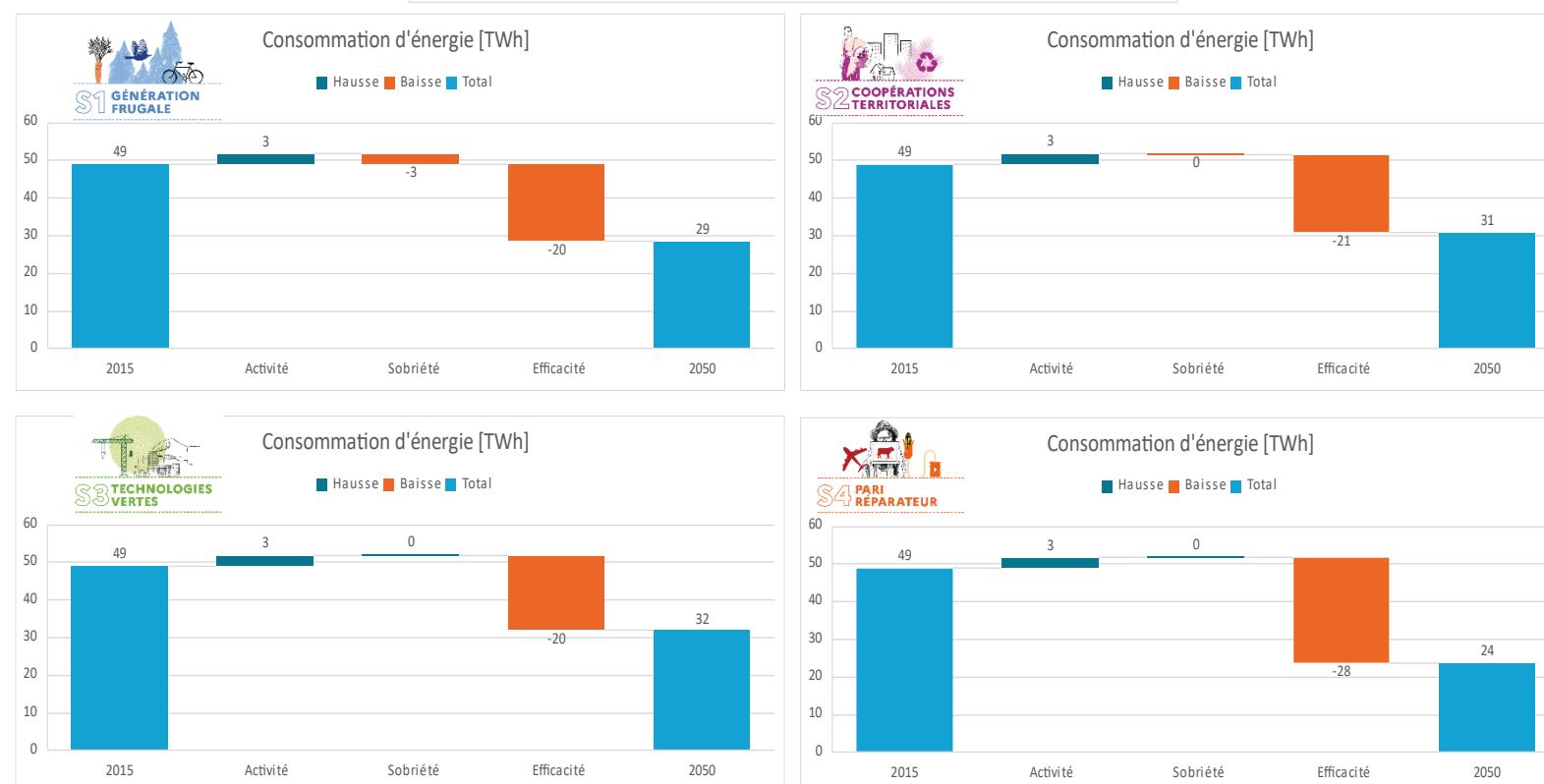


### Les scénarios

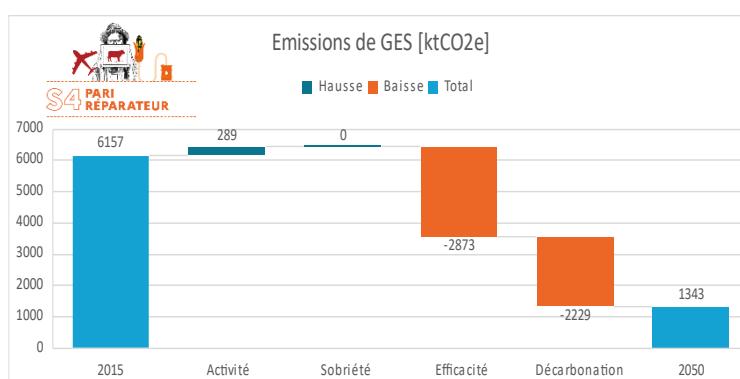
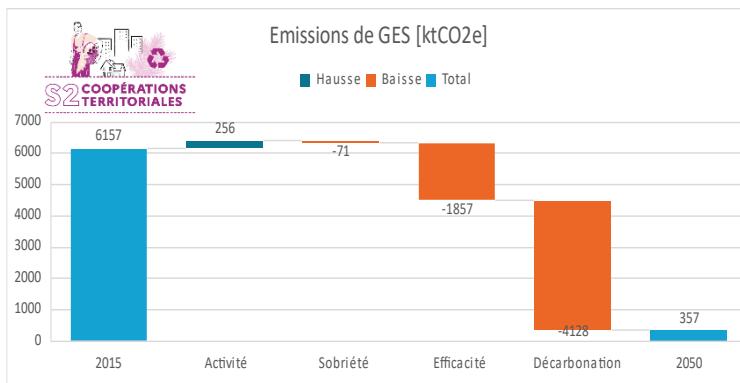
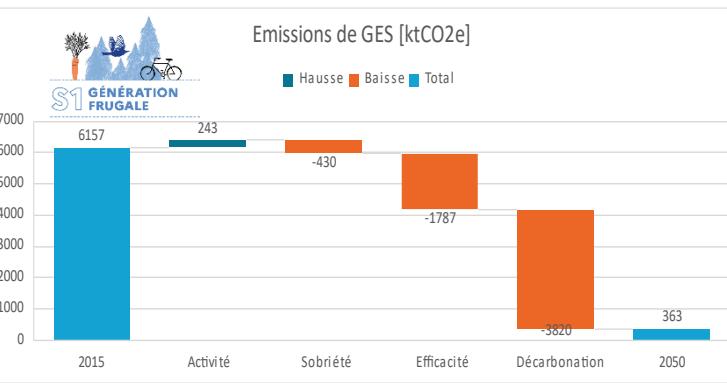
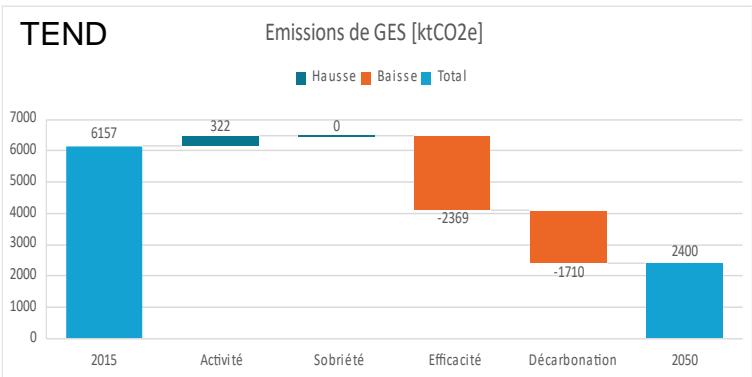
- En 2015, l'ECS représente 11% de la consommation énergétique des bâtiments résidentiels et s'établit à 49 TWh (hors chaleur environnement).
- En 2050, la baisse de la consommation énergétique s'établit entre est d'environ 40%. C'est S4 qui est le moins consommateur en 2050 (31TWh).

### Analyse

- Dans tous les scénarios, le levier principal de réduction de la consommation énergétique est l'Efficacité**, due à la rénovation énergétique et le remplacement des équipements actuels par des équipements plus performants. Cet effet est également présent dans TEND.
- C'est dans S4 que cet effet est le plus marqué, en lien avec les progrès technologiques et les gestes d'efficacité (calorifugeage des réseaux...) importants introduits dans ce scénario. Cet investissement dans l'efficacité permet de compenser l'absence de sobriété dans ce scénario.
- L'effet Activité pure, lié à l'augmentation du nombre de ménages (identique dans tous les scénarios), joue peu (de l'ordre de 3TWh) dans l'évolution des consommations.
- L'indicateur principal de l'effet Sobriété est le besoin en eau chaude en m<sup>3</sup>/han/an. L'effet Sobriété résulte ainsi de la part de la population choisissant de baisser son confort de manière non contrainte (jusqu'à 30% dans S1), en réduisant le nombre de douches, soit en augmentant la part de douches froides en été. Dans S1, scénario le plus sobre, cet effet est du même ordre de grandeur que l'effet Activité pure. En d'autres termes : **les comportements de sobriété permettent de compenser l'augmentation des consommations liées à celle de la population**.



# Résidences principales – Eau Chaude Sanitaire (ECS ) Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



## Les scénarios

- En 2015, l'ECS représentait 12% des émissions de GES des bâtiments résidentiels.
- Les émissions de l'ECS sont très significativement réduites dans S1, S2 et S3 (95%), un peu moins dans S4 (-78%) et TEND (61%).
- La part de l'ECS dans les émissions du Résidentiel en 2050 varie selon les scénarios

## Analyse

- L'effet jouant en premier n'est pas le même dans tous les scénarios.** Dans S1, S2 et S3, c'est la décarbonation des vecteurs qui joue le premier rôle, alors que dans S4 (et TEND), c'est l'Efficacité qui joue en premier. Cela est du au fait que la Décarbonation est plus faible dans S4 et TEND du fait d'une décarbonation du mix gaz réseau moins poussée que la décarbonation du mix électrique.
- L'effet Activité pure, lié à la hausse de la population (identique dans tous les scénarios) contribue à une légère hausse des émissions dans tous les scénarios .
- Dans S1, la Sobriété contribue à une baisse de 430 ktCO2e entre 2015 et 2050 alors que l'Activité pure contribue à une hausse de 243 ktCO2e sur la même période. Ainsi, **la sobriété permet de largement compenser l'impact de la hausse de la population**.
- Dans S2, la sobriété joue un rôle mineur ne permettant pas de compenser la hausse due à l'Activité pure.

# *Equipements ménagers et électroniques*

- Froid
- Lavage
- Cuisson
- Informatique
- Domotique

# Résidences principales – Equipements ménagers et électroniques

## Effets analysés

Usage	Activité pure	Sobriété			
		Sobriété d'Activité	Sobriété d'usage	Efficacité	Décarbonation
<b>Electroménager</b>	<p>Augmentation tendancielle du nombre de ménages</p> <p>Evolution tendancielle du taux d'équipement</p>	<p>Baisse par rapport au tendanciel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• du nombre de ménages par rapport (plus grande cohabitation...)</li> <li>• des taux d'équipement</li> </ul>	<p>Baisse des consommations unitaires (par rapport au tendanciel) due à une réduction:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• des usages</li> <li>• de la taille des équipements</li> </ul>	<p>Baisse des consommations unitaires due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'augmentation du de la performance des équipements</li> <li>• L'utilisation des équipements avec les paramètres les plus efficaces (ex : mode Eco)</li> </ul>	<p>Baisse du poids carbone de l'énergie utilisée due à la baisse des facteurs d'émission de l'électricité et du gaz et de la substitution du gaz vers l'électricité pour la cuisson.</p>

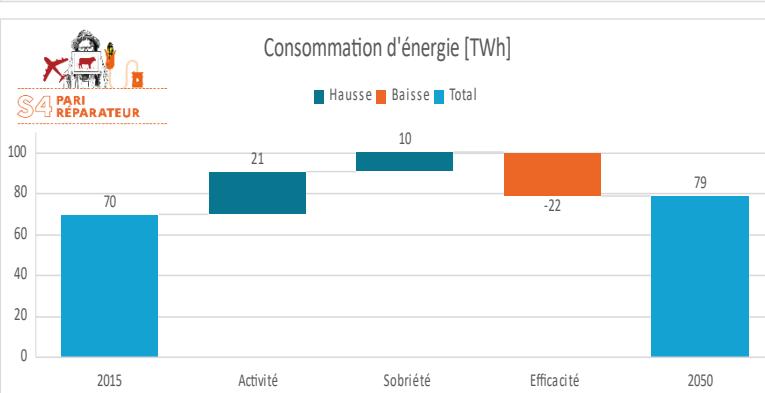
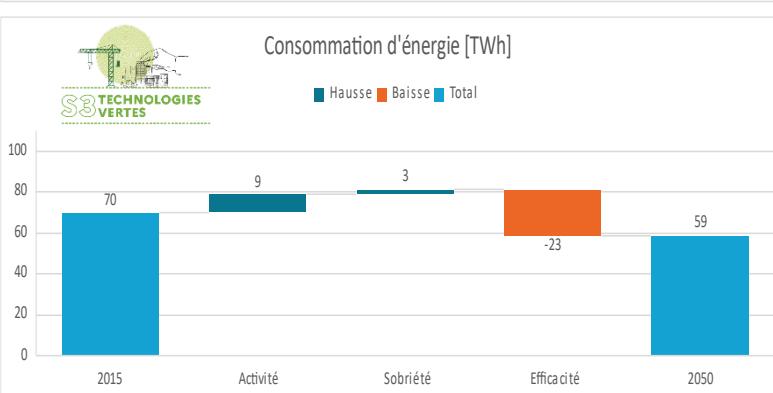
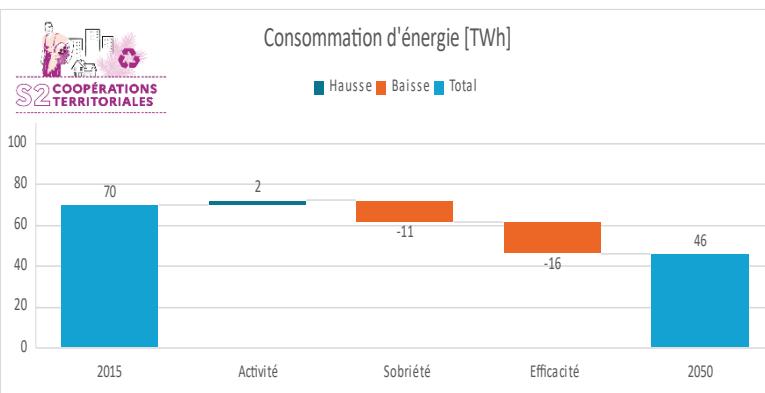
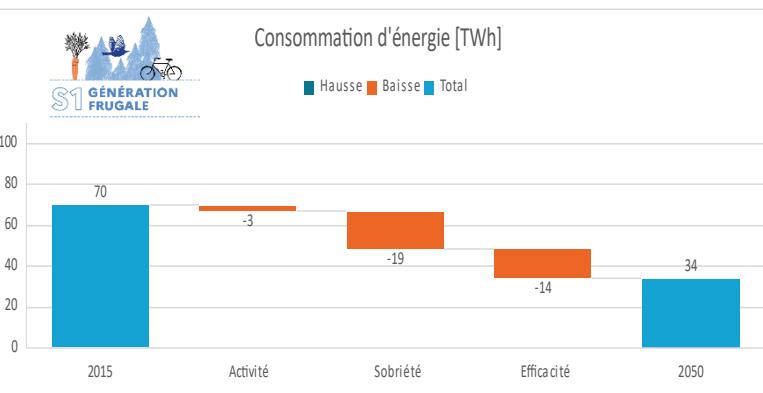
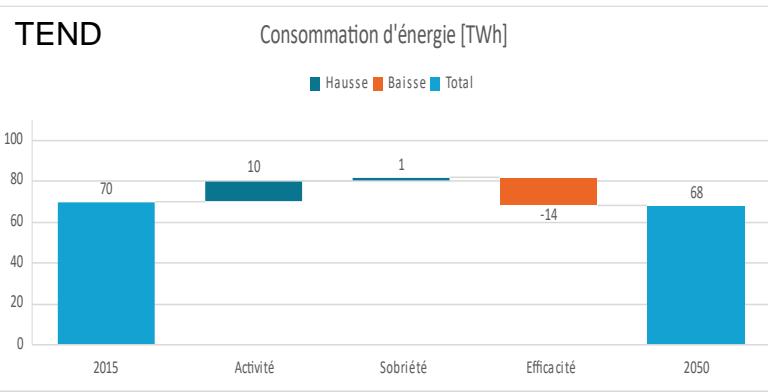
# Résidences principales – Equipements ménagers et électroniques

## Hypothèses des scénarios

Leviers/ variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4		
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	
<b>Electroménager</b>												
<b>Froid</b>												
<b>Equipement</b>												
Nombre moyen d'équipements de froid (équivalent froid-négatif) par ménage	1,57	1,52	1,49	1,40	1,08	1,45	1,23	1,52	1,49	1,57	1,62	
Nombre d'équipements de froid (équivalent froid-négatif) total [M]	44,09	47,56	50,52	42,87	34,88	44,14	40,10	47,56	50,52	48,97	54,64	
<b>Consommation unitaire</b>												
<b>Consommation unitaire des équipements de froid [kWh/eq]</b>	<b>358</b>	<b>247</b>	<b>178</b>	<b>251</b>	<b>183</b>	<b>248</b>	<b>177</b>	<b>242</b>	<b>171</b>	<b>249</b>	<b>181</b>	
Durée d'utilisation par an (heures)	8760,0	8760,0	8760,0	8760,0	8760,0	8760,0	8760,0	8760,0	8760,0	8760,0	8760,0	
<b>Consommation énergétique et émissions de GES</b>												
Consommation énergétique des équipements de froid [TWh]	15,8	11,7	9,0	10,7	6,4	10,9	7,1	11,5	8,6	12,2	9,9	
<b>Lavage</b>												
<b>Equipement</b>												
Nombre moyen d'équipements de lavage (équivalent lave-linge) par ménage	3,12	3,73	4,12	3,05	2,79	2,85	2,73	3,73	3,98	4,06	4,62	
Nombre d'équipements de lavage (équivalent lave-linge) total [M]	87,59	116,72	139,24	93,52	89,77	86,90	88,70	116,72	134,74	127,03	156,40	
<b>Consommation unitaire</b>												
<b>Consommation unitaire des équipements de lavage [kWh/eq]</b>	<b>109</b>	<b>79</b>	<b>65</b>	<b>76</b>	<b>49</b>	<b>84</b>	<b>62</b>	<b>74</b>	<b>54</b>	<b>74</b>	<b>59</b>	
Nombre de cycles par an	164,5	163,2	163,2	131,2	106,9	141,8	153,9	149,2	140,3	160,0	160,0	
<b>Cuisson</b>												
<b>Equipement</b>												
Nombre moyen d'équipements de cuisson (équivalent four) par ménage	3,94	3,58	3,15	3,15	2,76	3,19	2,55	3,61	3,30	3,77	3,44	
Nombre d'équipements de cuisson (équivalent four) total [M]	110,4	112,0	106,5	96,4	88,9	97,5	83,0	113,0	111,8	117,9	116,5	
<b>Consommation unitaire</b>												
<b>Consommation unitaire des équipements de cuisson [kWh/eq]</b>	<b>143</b>	<b>131</b>	<b>151</b>	<b>116</b>	<b>107</b>	<b>129</b>	<b>136</b>	<b>119</b>	<b>114</b>	<b>104</b>	<b>106</b>	
Indice de durée d'utilisation par an (plusieurs unités différentes)	1,00	1,02	1,04	0,85	0,75	0,91	0,92	0,94	0,92	0,74	0,64	
<b>Informatique</b>												
<b>Equipement</b>												
Nombre moyen d'équipements informatiques (équivalent écran) par ménage	3,86	3,02	2,40	2,41	1,69	2,63	1,76	3,02	2,40	3,10	3,24	
Nombre d'équipements informatiques (équivalent écran) total	108,29	94,42	81,27	73,98	54,27	80,23	57,18	94,42	81,27	96,98	109,51	
<b>Consommation unitaire</b>												
<b>Consommation unitaire des équipements informatiques [kWh/eq]</b>	<b>164</b>	<b>152</b>	<b>164</b>	<b>139</b>	<b>119</b>	<b>147</b>	<b>169</b>	<b>150</b>	<b>137</b>	<b>168</b>	<b>150</b>	
Durée d'utilisation par an [heures]	1788,8	1883,5	1908,2	1787,1	2005,7	1849,3	2706,8	2035,2	2573,1	2287,6	2937,3	
<b>Domotique</b>												
<b>Consommation</b>												
<b>Consommation des appareils de domotique [TWh]</b>	<b>0,24</b>	<b>1,42</b>	<b>2,49</b>	<b>0,74</b>	<b>0,78</b>	<b>1,12</b>	<b>1,70</b>	<b>1,41</b>	<b>2,52</b>	<b>2,00</b>	<b>3,81</b>	
<b>Autres</b>												
<b>Consommation des autres appareils électroménagers [TWh]</b>	<b>11,0</b>	<b>15,8</b>	<b>18,1</b>	<b>10,4</b>	<b>6,4</b>	<b>12,8</b>	<b>10,9</b>	<b>15,2</b>	<b>16,4</b>	<b>19,2</b>	<b>27,2</b>	
<b>Consommation énergétique et émissions de GES</b>												
Consommation énergétique des autres appareils électroménagers [TWh]	11,0	15,8	18,1	10,4	6,4	12,8	10,9	15,2	16,4	19,2	27,2	

# Résidences principales – Equipements ménagers et électroniques

## Décomposition 2015-2050 de la consommation d'énergie



Cette section inclut les évolutions des appareils de froid, de lavage, de cuisson, l'informatique, la domotique et les autres appareils.

### Les scénarios

- En 2015, l'électroménager représente 16% de la consommation énergétique des bâtiments résidentiels.
- En 2050, l'évolution de la consommation énergétique est très contrastée entre les scénarios, avec une baisse significative dans S1, et, au contraire, une augmentation de la consommation dans S4.

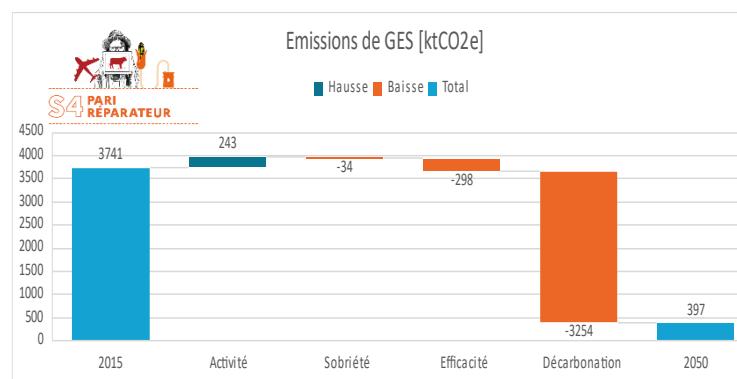
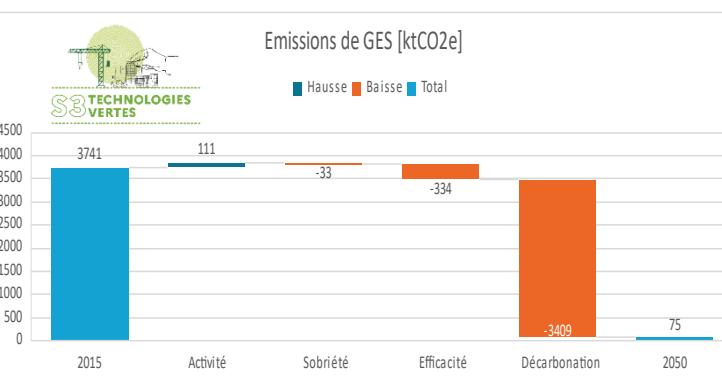
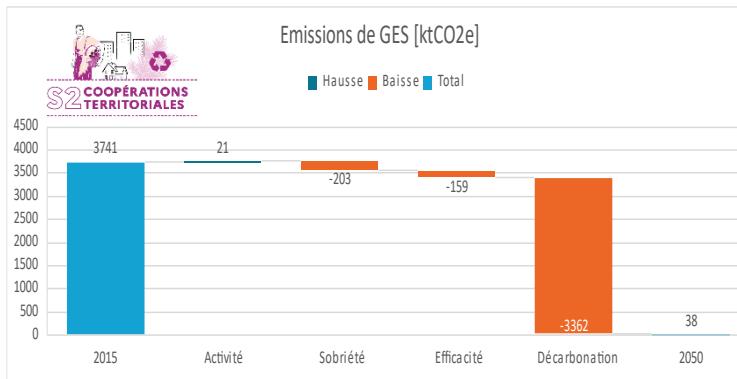
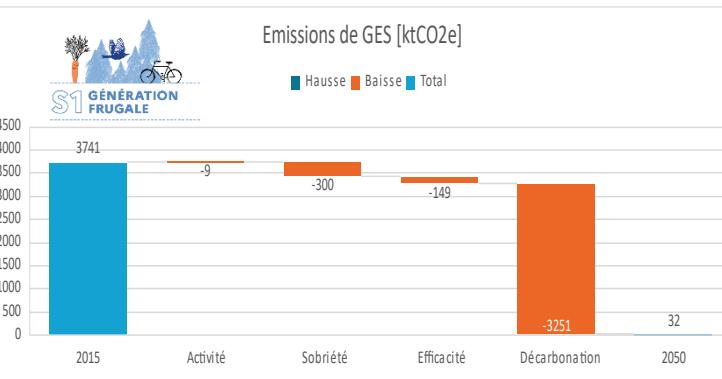
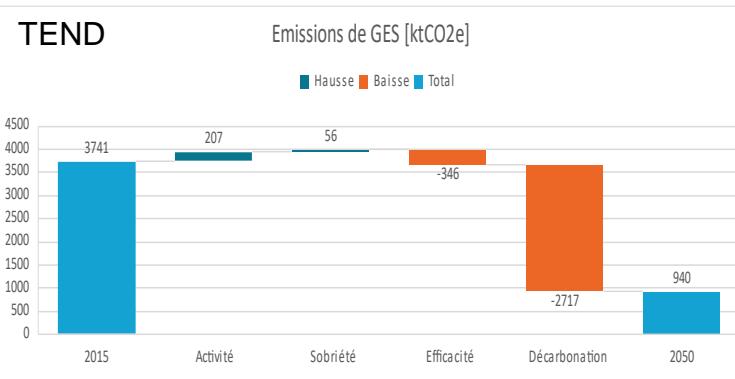
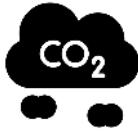
### Analyse

- L'évolution de l'Activité pure, qui correspond à la hausse du nombre de ménages et à celle de leur taux d'équipement dans le scénario TEND, est très contrastée entre les scénarios : contribution à la baisse en S1, mais à la hausse de plus en plus importante dans S2, S3, TEND et S4
- La Sobriété est le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse de la consommation dans S1 devant l'Efficacité
- Les scénarios TEND, S3 et S4 présentent une ébriété énergétique légère à modérée
- Dans tous les scénarios l'effet Efficacité contribue à une baisse significative de la consommation énergétique
- L'Efficacité est plus marquée dans les scénarios S3 et S4
- Le scénario S1 est le plus ambitieux, tous les effets contribuent à la baisse de la consommation

Une analyse désagrégée des sous-usages est disponible en Annexe.

# Résidences principales – Equipements ménagers et électroniques

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2015, les Equipements électroménagers et électroniques représentent 7% des émissions de GES des bâtiments résidentiels.
- En 2050, les émissions des Equipements électroménagers et électroniques sont quasi nulles dans S1, S2, et S3 mais toujours observables dans S4 et TEND.

### Analyse

- L'Activité pure contribue à une baisse très faible des émissions en S1 et à une augmentation croissante mais toujours peu significative dans S2, S3, S4, TEND.
- Seul le scénario TEND a un effet d'Ebriété.
- La sobriété est le deuxième facteur contribuant à la baisse des émissions dans S1 et S2.**
- L'effet Efficacité contribue à la baisse modérée des émissions dans tous les scénarios.
- L'Efficacité est le deuxième facteur contribuant à la baisse des émissions dans S3, S4, et TEND.
- L'effet Décarbonation est le principal contributeur à la baisse des émissions**, loin devant les autres effets, dans tous les scénarios. Ceci est dû à la nature de l'électroménager qui est totalement électrifié et qui bénéficie donc d'une évolution ambitieuse des facteurs d'émissions de l'électricité dans tous les scénarios, particulièrement dans S1 et S2 (cf [Facteurs d'émission](#)).

# *Eclairage*

# Résidences principales – Eclairage

## Effets analysés

Usage	Activité pure	Sobriété			
		Sobriété d'Activité	Sobriété d'usage	Efficacité	Décarbonation
Eclairage	Augmentation tendancielle du nombre de ménages  Evolution tendancielle du nombre d'ampoules par ménage	Baisse du nombre de ménages et du nombre d'ampoules par ménage par rapport au tendanciel	Baisse des consommations unitaires due à une baisse de la durée moyenne d'utilisation de l'éclairage.	Baisse des consommations unitaires due à l'amélioration de la performance des équipements.	Baisse du poids carbone de l'énergie utilisée due à la baisse des facteurs d'émission de l'électricité.

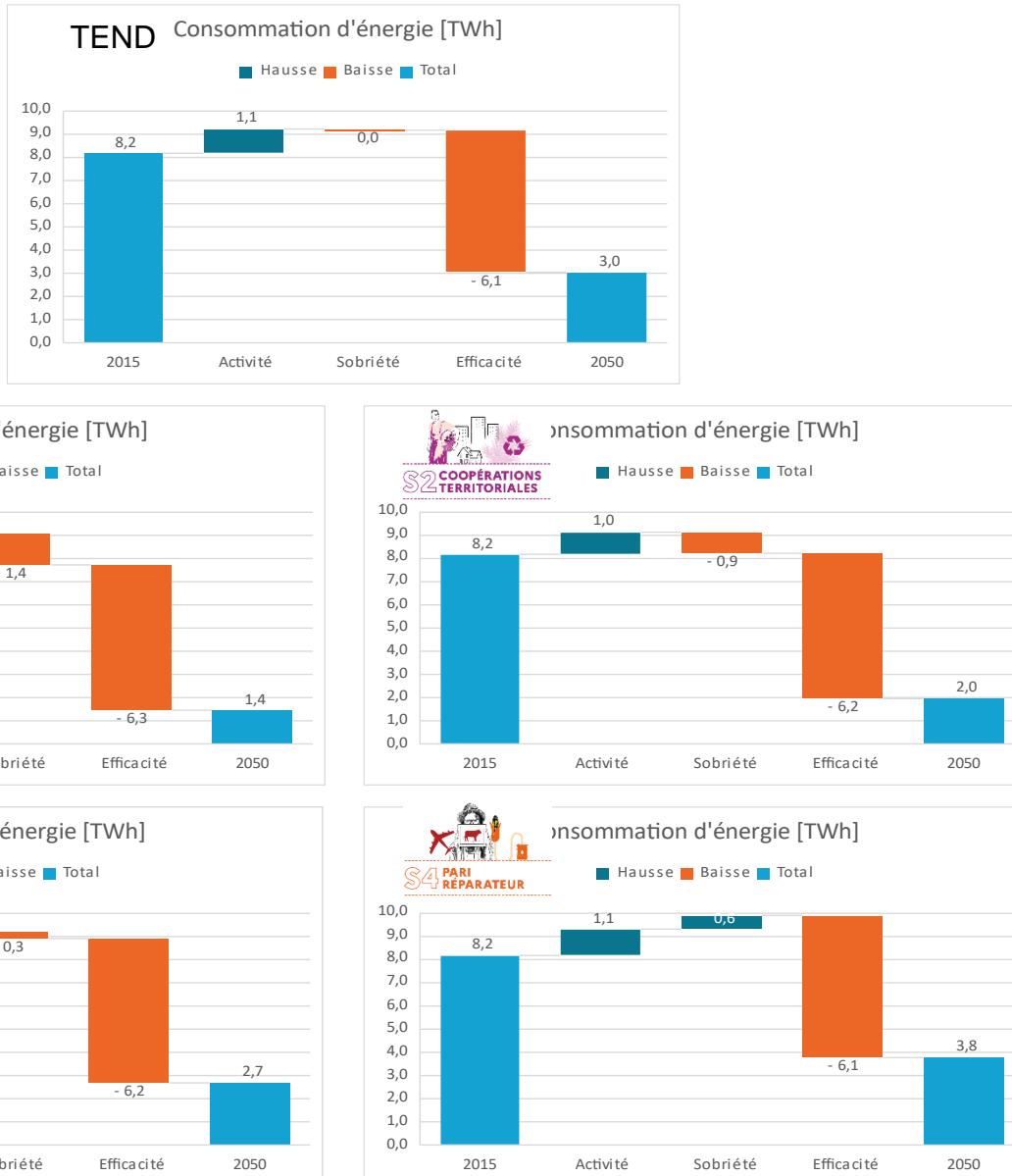
# Résidences principales – Eclairage

## Hypothèses des scénarios

Leviers/ variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4		
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	
<b>Eclairage</b>												
<b>Equipement</b>												
Nombre d'ampoules par résidence principale		30,0	31,4	34,0	28,9	25,0	30,0	28,6	30,9	31,9	32,9	37,6
<b>Consommation unitaire</b>												
Consommation unitaire moyenne par ampoule [kWh/amp]		9,7	2,8	2,6	2,5	1,8	2,7	2,1	2,7	2,5	2,9	3,0
Durée d'utilisation moyenne par ampoule [h/an]		320,0	348,4	369,1	331,1	300,0	341,3	323,8	347,9	357,8	362,6	397,9

# Résidences principales – Eclairage

## Décomposition 2015-2050 de la consommation d'énergie



### Les scénarios

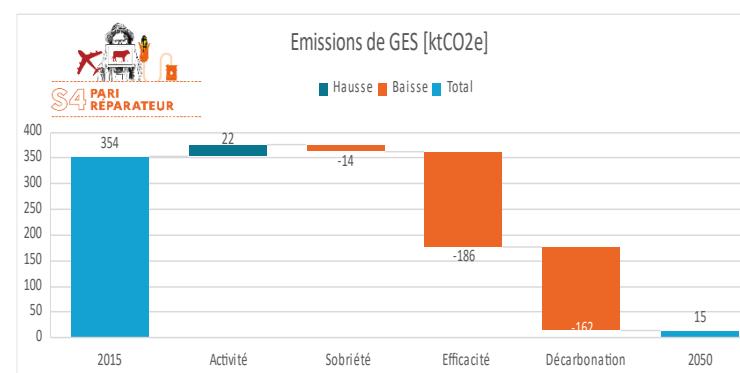
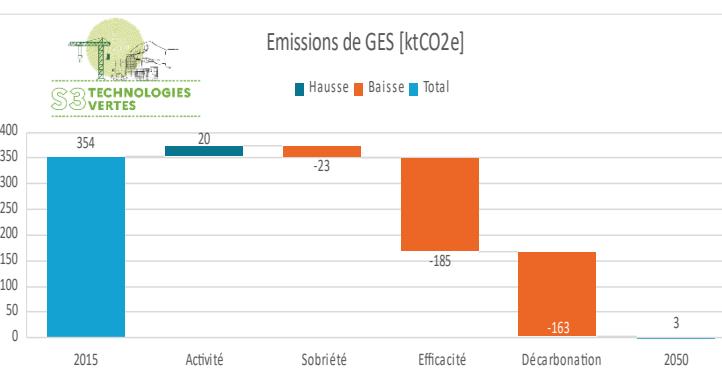
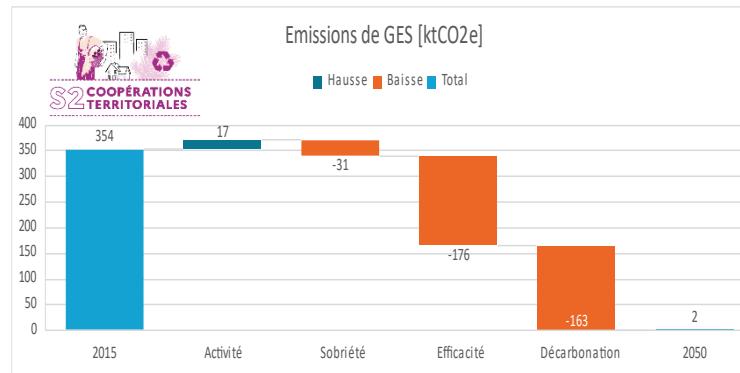
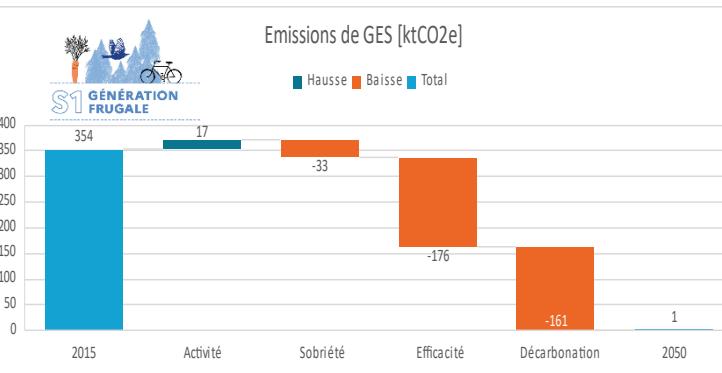
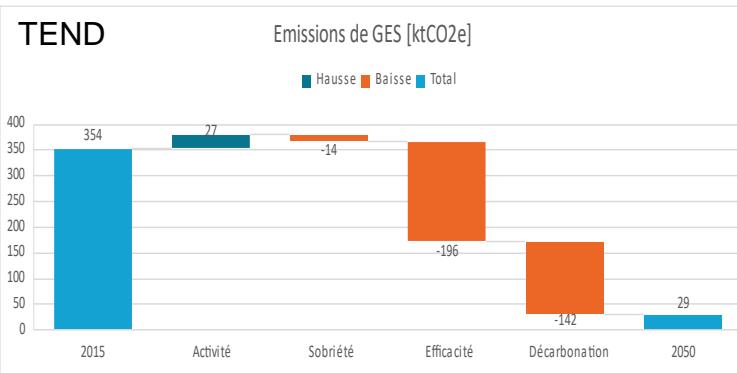
- En 2015, l'éclairage représente 2% de la consommation énergétique des bâtiments résidentiels.
- En 2050, les consommations énergétiques de l'éclairage baissent dans tous les scénarios, mais avec des ordres de grandeurs différents : elles sont divisées par 5 dans S1 et par 2 dans S4, les autres scénarios étant intermédiaires.

### Analyse

- L'Activité pure contribue à la hausse des consommations dans tous les scénarios dans des proportions comparables. En effet, les évolutions tendancielles incluent une augmentation du nombre de résidences principales ainsi que du nombre d'ampoules par résidence.
- Dans tous les scénarios le levier principal de réduction de la consommation énergétique est de loin l'Efficacité**, de l'ordre de 80% à 100% de cette réduction. Cela est dû au remplacement généralisé d'ampoules peu efficaces par des ampoules LED.
- S1, S2, S3 présentent une sobriété énergétique** qui correspond à une modération du taux d'équipement en ampoule ainsi qu'une réduction de la durée d'utilisation moyenne, par rapport au TEND, auquel vient s'ajouter, dans S1 et S2, un nombre de résidences principales moins important que dans TEND (plus grande cohabitation).
- En S1 et S2, l'effet d'Activité pure est compensé par l'effet Sobriété.**
- S4 présente une Ebriété énergétique. Seule l'effet Efficacité permet une réduction des consommations dans ce scénario.

# Résidences principales – Eclairage

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2015, l'éclairage représente 1% des émissions de GES des bâtiments résidentiels.
- En 2050, les émissions de l'éclairage sont proches de 0 dans S1, S2, et S3 et fortement réduites dans S4 et TEND.

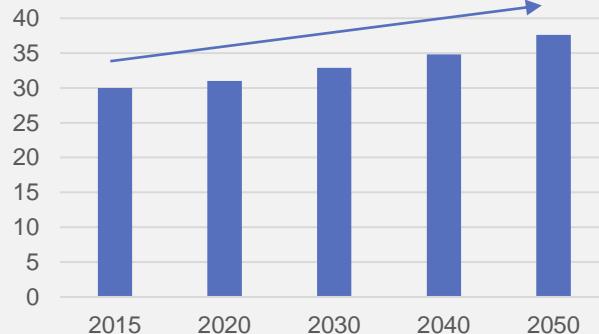
### Analyse

- L'effet Activité pure contribue à une hausse légère des émissions dans tous les scénarios
- L'Efficacité est le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.**
- La décarbonation est le 2<sup>ème</sup> facteur contribuant à la baisse très significative des émissions dans tous les scénarios.
- Efficacité et décarbonation ont des contributions de même ordre de grandeur.
- S1, S2, S3, et S4 présentent un effet Sobriété contribuant à la baisse des émissions. La sobriété permet de faire mieux que compenser l'effet d'Activité pure dans S1, S2 et S3

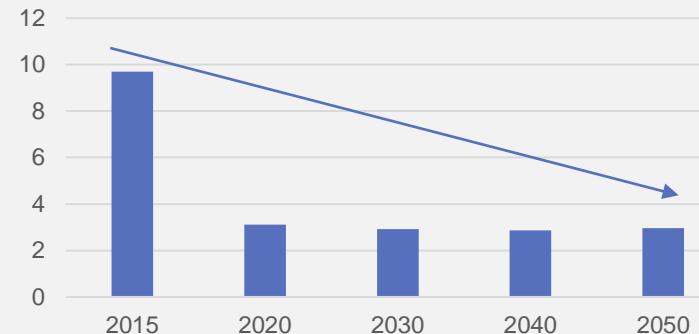
# Résidences principales – Eclairage

## S4 : pourquoi une ébriété énergétique mais une sobriété des émissions ? (1/2)

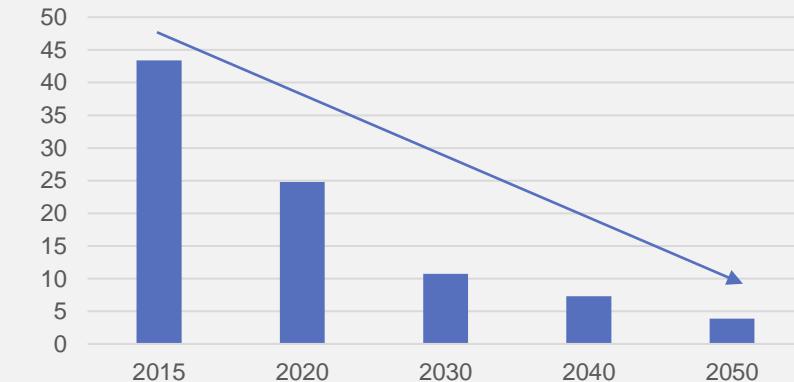
Nombre d'ampoules par résidence principale



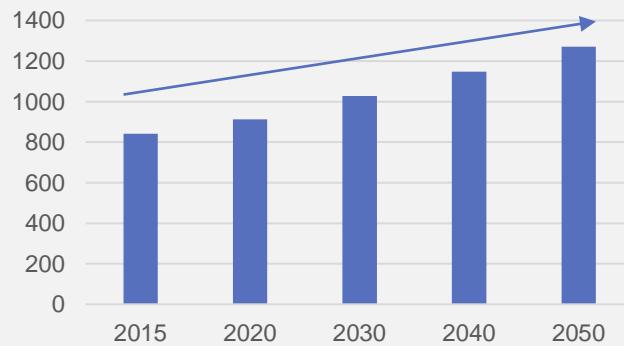
Consommation unitaire moyenne par ampoule [kWh/amp]



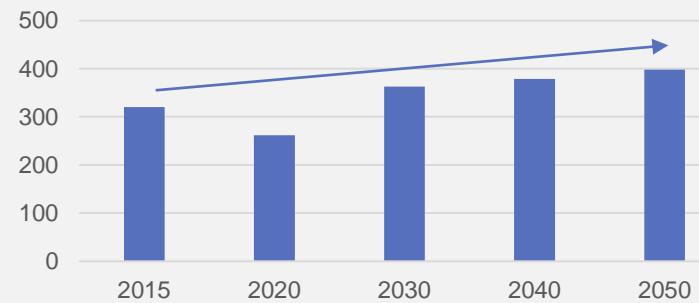
Facteur d'émission de l'électricité [gCO2e/kWh]



Nombre total d'ampoules [M]



Durée d'utilisation moyenne par ampoule [h/an]



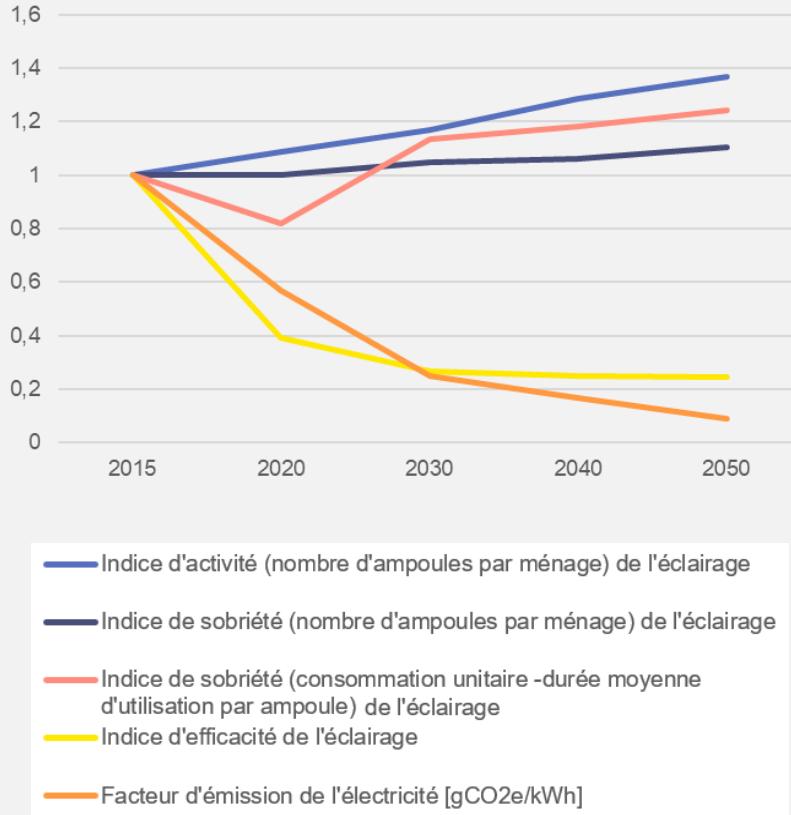
Dans S4, on constate que la sobriété contribue à faire baisser les émissions (on a donc un effet de sobriété dans ce scénario), mais qu'elle joue au contraire à la hausse sur la consommation énergétique.

- Pour comprendre ce phénomène, il faut tout d'abord regarder les hypothèses de ce scénario. Le nombre d'ampoule augmente sur la période 2015-2050, porté par l'augmentation du taux d'équipement et l'augmentation du nombre de résidences principales
- La durée d'utilisation augmente également sur la période 2020-2050
- Dans le même temps, les gains d'efficacité font chuter puis stabiliser la consommation unitaire par ampoule.
- Le facteur d'émission de l'électricité baisse, grâce au déploiement de moyens de production décarbonés

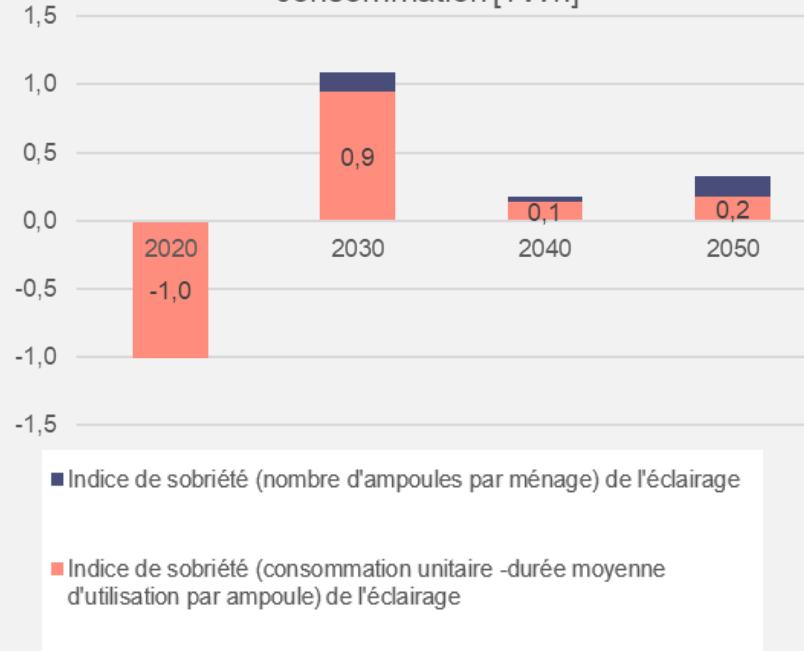
# Résidences principales – Eclairage

S4 : pourquoi une ébriété énergétique mais une sobriété des émissions ? (2/2)

Evolution des indices de l'entité de Kaya en base 1



Décomposition par périodes de la consommation [TWh]



Décomposition par période des émissions de GES [ktCO2e]



## L'impact de la trajectoire sur les résultats énergie et GES :

- Sur la période 2015-2020, les efforts de sobriété et d'efficacité (-1 TWh) sont accentués par une très forte décarbonation de l'électricité (-40% sur 5 ans), ce qui engendre une réduction des émissions de 35 ktCO2e.
- Sur la période 2020-2030, l'ébriété énergétique (+0,9 TWh) compense la réduction des consommations observée sur la période précédente, cependant le facteur d'émission de l'électricité continue de baisser (-55% sur 10 ans). Le rebond de +15,9 ktCO2e sur la période 2020-2030 ne compense donc pas la baisse de la période 2015-2020. Au final donc, sur l'ensemble de la période, la consommation augmente mais les émissions baissent, car le poids de la décarbonation en début de période (2015-2020) l'emporte.

# *Climatisation*

# Résidences principales – Climatisation

## Effets analysés

Usage	Activité pure	Sobriété			
		Sobriété d'Activité	Sobriété d'usage	Efficacité	Décarbonation
Climatisation	<p>Augmentation tendancielle du nombre de ménages</p> <p>Augmentation tendancielle du taux d'équipement des ménages en climatisation</p>	<p>Baisse par rapport au tendanciel :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• du nombre de ménages (plus grande cohabitation...)</li> <li>• du taux d'équipement des ménages en climatisation</li> </ul>	<p>Baisse des consommations unitaires (par rapport au tendanciel) due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une baisse du nombre d'heures d'utilisation de la climatisation</li> <li>• Une augmentation de la température de consigne</li> </ul>	<p>Baisse des consommations unitaires due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'augmentation de la performance des équipements</li> <li>• La baisse du besoin thermique (rénovation énergétique, neuf plus performant)</li> </ul>	Baisse du poids carbone de l'énergie utilisée due à la baisse des facteurs d'émission de l'électricité.

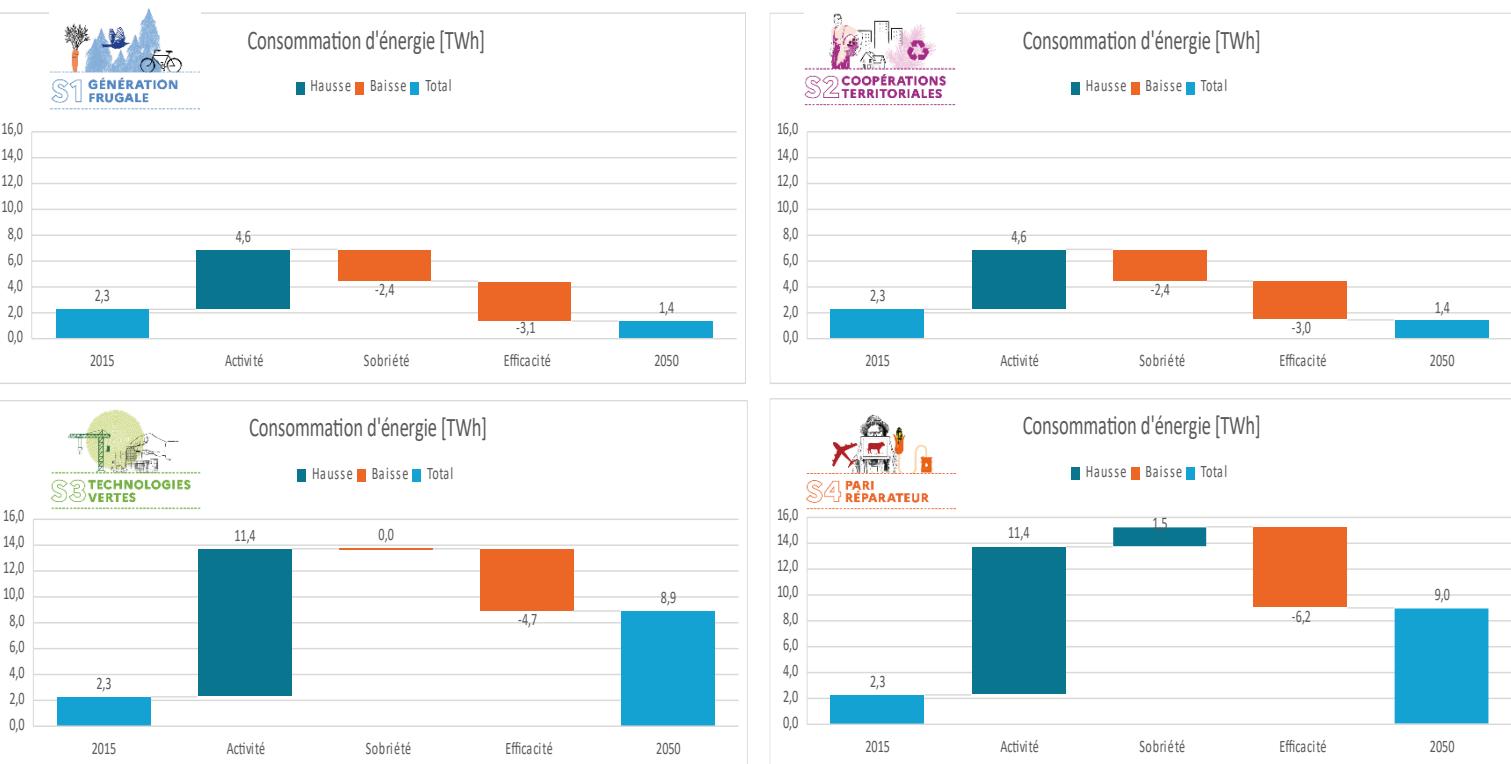
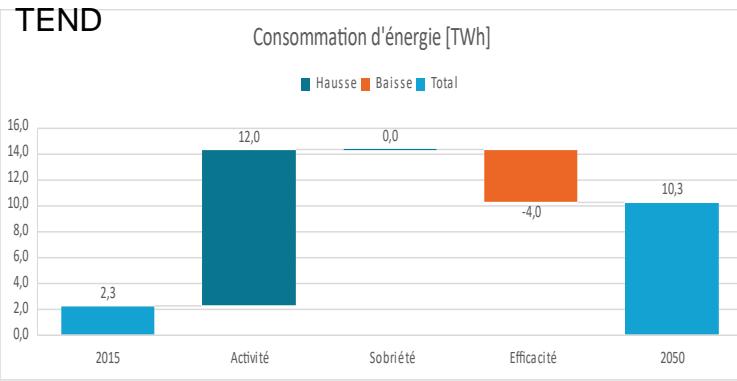
# Résidences principales – Climatisation

## Hypothèses des scénarios

Leviers/ variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4		
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	
<b>Climatisation</b>												
<b>Equipement</b>												
Taux équipement des logements en climatisation		14%	50%	95%	41%	80%	41%	80%	50%	95%	50%	95%
Nombre de ménages équipés [M]		3,9	15,6	32,1	12,6	25,7	12,5	26,0	15,6	32,1	15,6	32,1
<b>Consommation unitaire</b>												
Consommation unitaire de la climatisation par logement équipé [kWh/log/an]		586	412	320	73	54	74	55	394	278	396	281
Température de consigne moyenne de la climatisation [°C]		22	22	22	27	27	27	27	22	22	22	22
Durée d'utilisation quotidienne moyenne de la climatisation [h/jour]		12	12	12	8	8	8	8	12	12	16	16

# Résidences principales – Climatisation

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

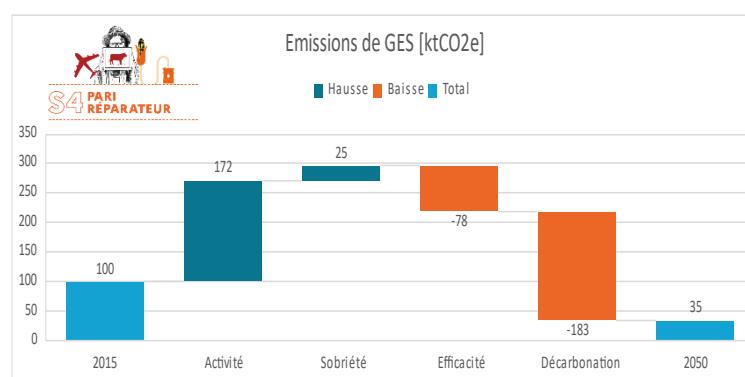
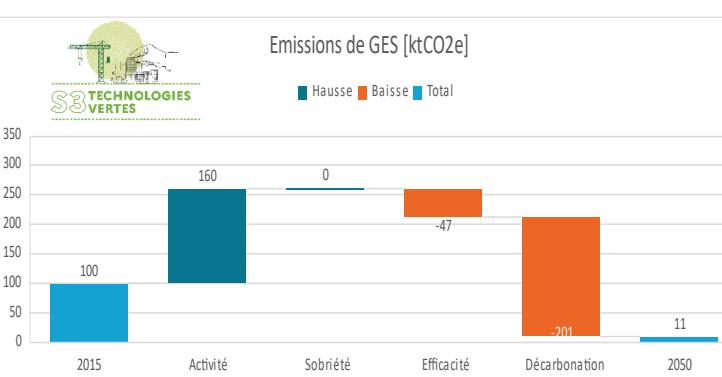
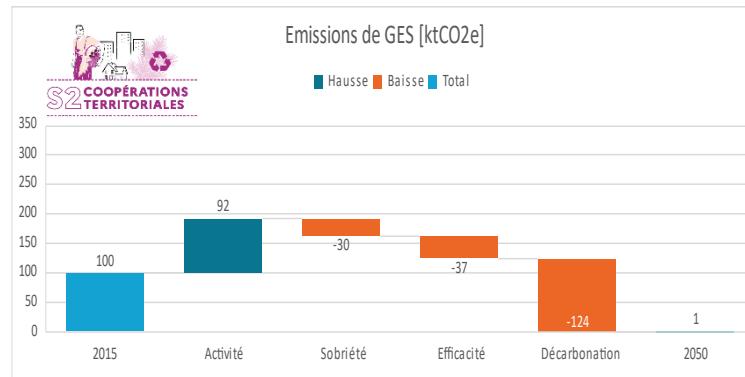
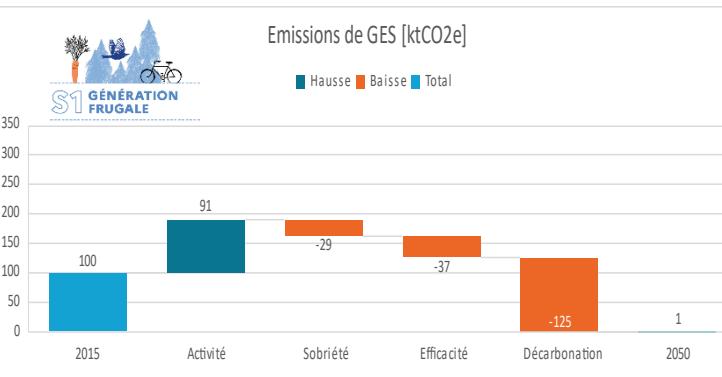
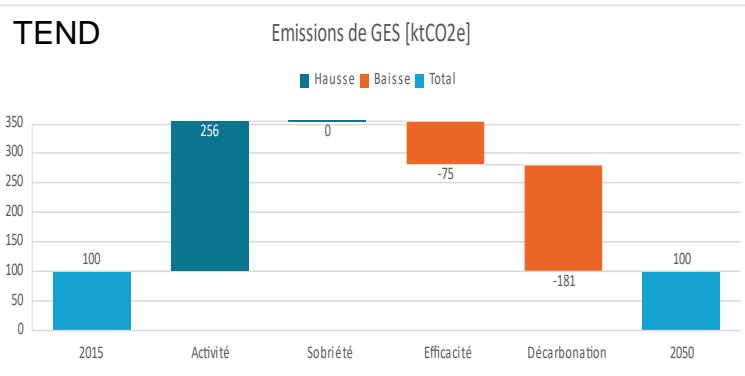
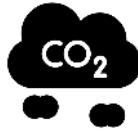
- En 2015, la climatisation représente moins de 1% de la consommation énergétique des bâtiments résidentiels.
- En 2050, les scénarios sont très contrastés : d'un côté, S3, S4 et TEND ont une consommation énergétique multipliée par 4 environ. De l'autre, S1 et S2 ont une consommation énergétique qui baisse par rapport à 2015.

### Analyse

- L'Activité pure, c'est-à-dire l'augmentation du taux d'équipement des ménages, contribue à une forte hausse des consommations dans tous les scénarios. L'effet est néanmoins moins fort dans les scénarios les plus sobres, où le nombre de ménages total et le taux d'équipements sont moindres.
- Dans S1 et S2, la baisse de la consommation est liée à un double effet de sobriété et d'efficacité, qui compensent l'effet Activité pure. S1 et S2 ont des effets Sobriété et Efficacité d'ordre de grandeur comparables qui contribuent non seulement à effacer la hausse d'Activité pure mais aussi à réduire les consommations à horizon 2050.
- S4 présente une Ebriété énergétique, principalement à cause de l'augmentation des durées d'utilisation en 2030.
- L'Efficacité est le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des consommations émissions dans tous les scénarios. Il est le seul effet contribuant à la baisse des consommations dans S3, S4 et TEND.

# Résidences principales – Climatisation

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2015 la climatisation représente moins de 1% des émissions de GES des bâtiments résidentiels
- Les émissions stagnent en 2050 pour le scénario TEND mais baissent dans tous les autres scénarios
- Dans S1, S2 et S3, les émissions de GES tendent vers 0 en 2050.

### Analyse

- L'Activité pure contribue à une forte hausse des émissions dans tous les scénarios
- S1 et S2 ont un effet Sobriété contribuant à la baisse des émissions. La Sobriété ne permet pas, dans ces scénarios, de compenser l'effet Activité pure.
- S4 présente de l'Ebriété énergétique qui se retrouve également sur les émissions
- L'Efficacité est le 2ème facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios
- L'effet Décarbonation est de loin l'effet qui contribue le plus significativement à la baisse des émissions
- Dans S1, S2, S3 et S4, la Décarbonation permet de faire mieux que la compensation de l'effet Activité pure.

# Résidences secondaires

# Résidences secondaires

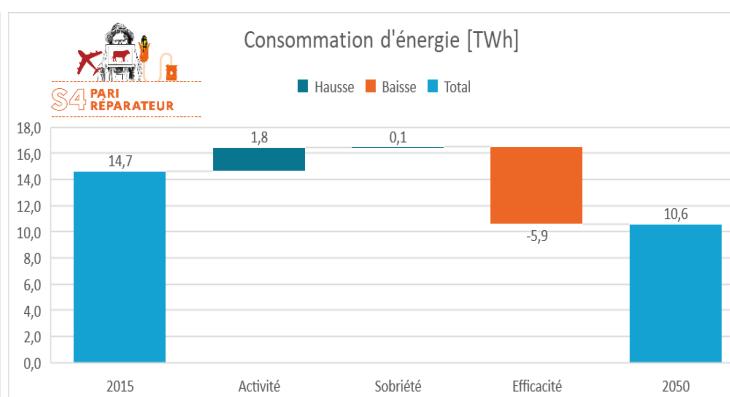
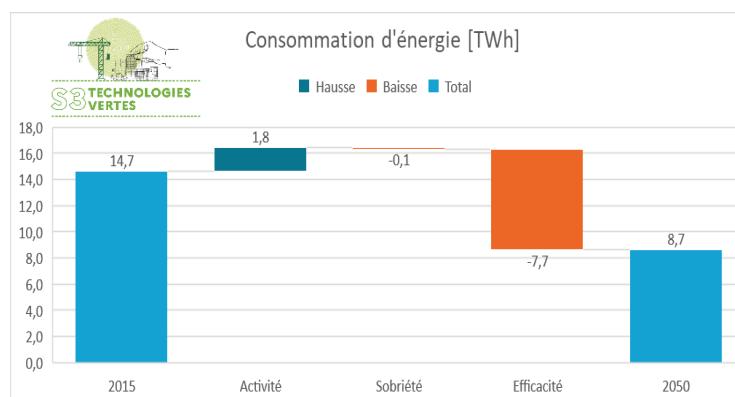
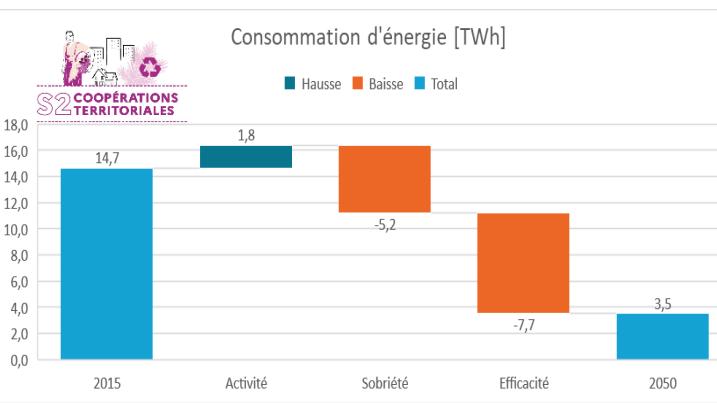
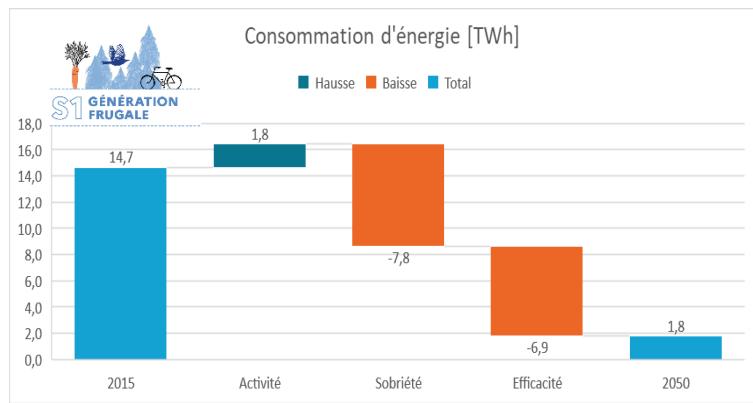
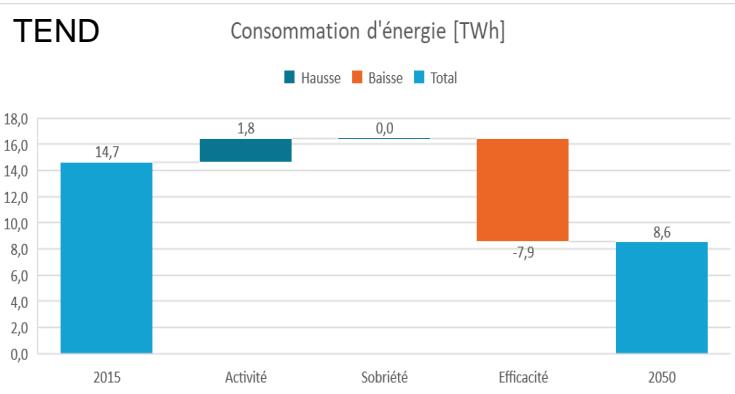
## Hypothèses des scénarios

Leviers/ variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4		
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	
<b>Résidences secondaires</b>												
<b>Activité</b>												
Surface de résidences secondaires [Mm <sup>2</sup> ]		293,6	334,4	334,6	246,7	81,0	264,3	167,8	333,4	331,7	335,1	336,7
<b>Consommation unitaire</b>												
Consommation unitaire moyenne par résidence secondaire [kWh/m <sup>2</sup> ]		49,9	34,6	25,6	32,5	21,9	32,2	21,0	34,7	26,1	36,6	31,5



# Résidences secondaires

## Décomposition 2015-2050 de la consommation d'énergie



### Les scénarios

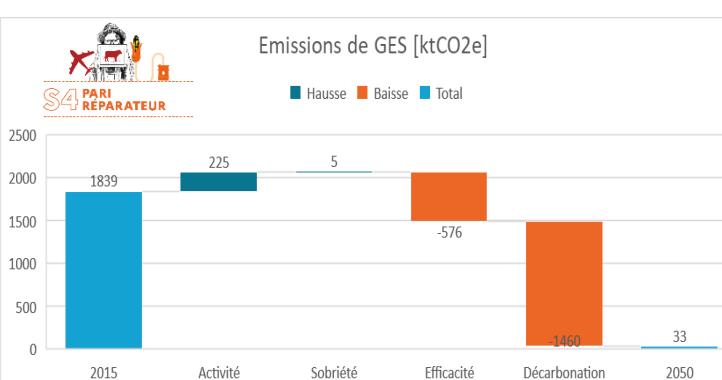
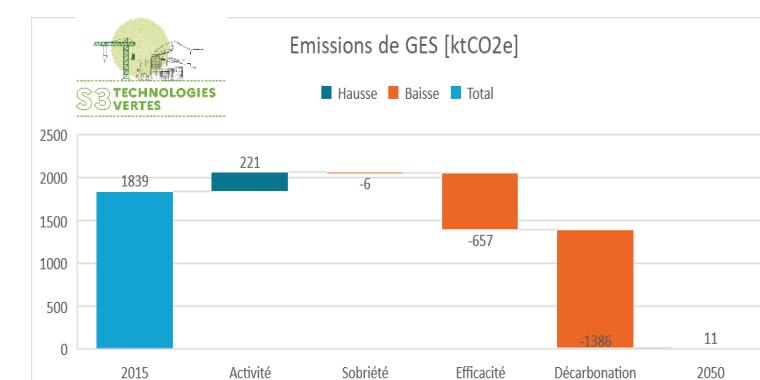
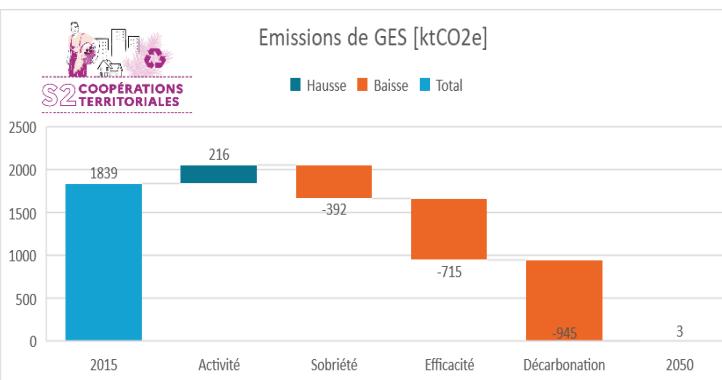
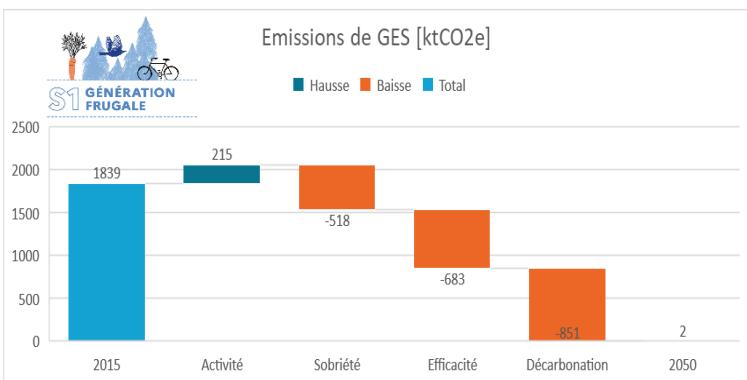
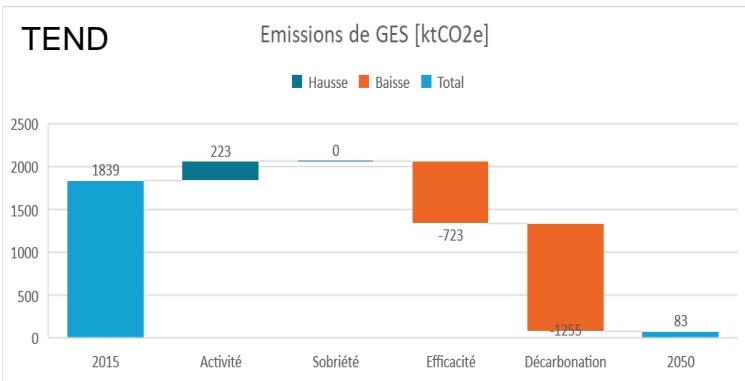
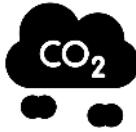
- La consommation énergétique des résidences secondaires diminue dans tous les scénarios.

### Analyse

- Dans tous les scénarios, l'Activité pure, liée à l'augmentation de la surface de résidences secondaires dans le scénario TEND, contribue à une hausse modérée de la consommation.
- La sobriété est le premier effet dans S1, où le taux de résidences secondaires baisse de façon importante, ces logements étant ré-investis en résidence principale.
- Dans S1 et S2, la sobriété compense plus que largement la hausse tendancielle de l'activité pure car les surfaces de résidences secondaires baissent comparativement au TEND et à l'année de base 2015.
- Dans TEND, S2, S3 et S4, l'Efficacité est équivalente et représente le 1<sup>er</sup> effet contribuant à la baisse de la consommation énergétique.
- Dans TEND, S3 et S4, la sobriété est négligeable.

# Résidences secondaires

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- Les émissions des résidences secondaires sont quasi nulles dans les scénarios bas carbone (électrification totale, avec électricité décarbonée): la baisse est de 100% dans S1 et S2, 99% dans S3 et 98% dans S4. Elle est aussi de 95% dans TEND.

### Analyse

- En émissions GES, l'ordre des effets n'est pas le même selon les scénarios.**
- La hausse tendancielle des surfaces des résidences secondaire entraîne un effet activité pure positif.
- L'effet sobriété permet de diminuer les émissions dans S1 et S2, d'un ordre de grandeur permettant plus que compenser l'activité pure.
- L'effet Efficacité est important dans tous les scénarios (c'est le second effet dans tous les cas permettant la baisse des émissions).
- L'effet décarbonation est le principal effet contribuant à la baisse des émissions des résidences secondaires dans tous les scénarios, notamment grâce à la décarbonation des vecteurs dans un premier temps, conjugué à une électrification qui devient quasi-totale en 2050. Cet effet est toutefois relativement proche de l'effet efficacité pour S1 et S2.

# 5. Tertiaire : vue d'ensemble

# Tertiaire

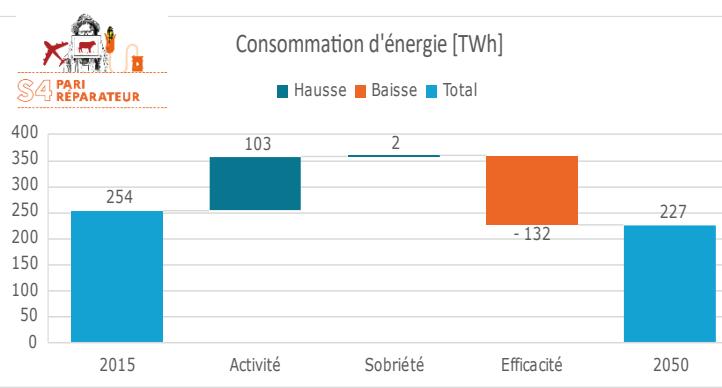
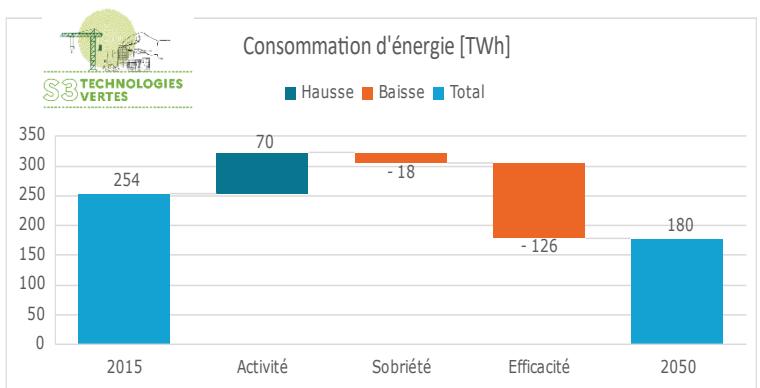
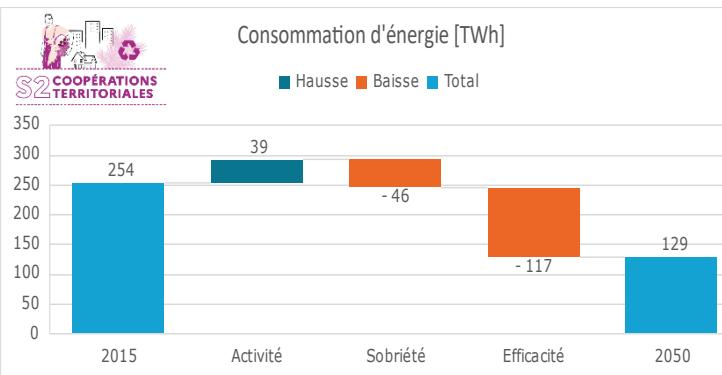
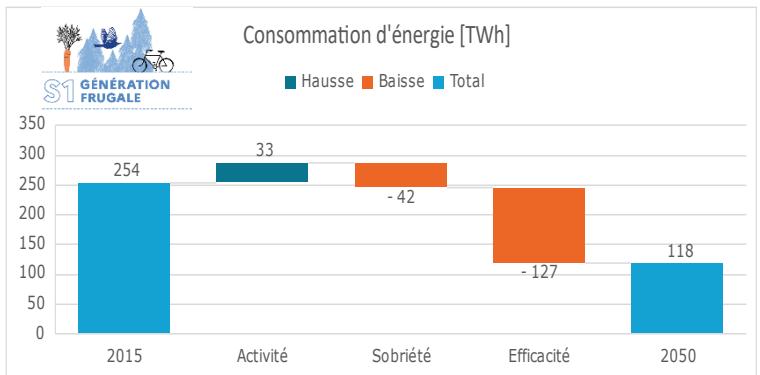
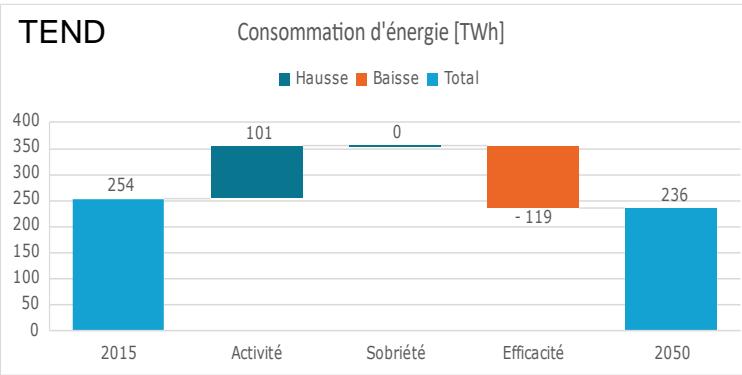
## Effets analysés

Sobriété					
Usage	Activité pure	Sobriété d'Activité	Sobriété d'usage	Efficacité	Décarbonation
Augmentation tendancielle de la surface par branche	Baisse de la surface par branche (par rapport au tendanciel)	Contrairement au secteur Résidentiel, le niveau de détail des hypothèses du Tertiaire n'a pas permis de séparer la sobriété d'usage de l'Efficacité, toutes deux incluses dans la consommation unitaire.  <i>Il y a donc probablement une part de sobriété énergétique inclue dans l'effet efficacité.</i>	Baisse des consommations unitaires due à :	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'augmentation du rendement/de la performance des équipements</li> <li>La baisse du besoin thermique (rénovation énergétique, neuf plus performant)</li> </ul>	Baisse du poids carbone de l'énergie utilisée due à la baisse des facteurs d'émission de l'électricité, du gaz et des réseaux de chaleur.  Electrification des usages

L'analyse a utilisé des variables différentes pour décomposer la dynamique des data centers. Celles-ci sont présentées plus loin.

# Tertiaire – Vue d'ensemble

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une baisse de la consommation énergétique mais d'amplitude différente.
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND.

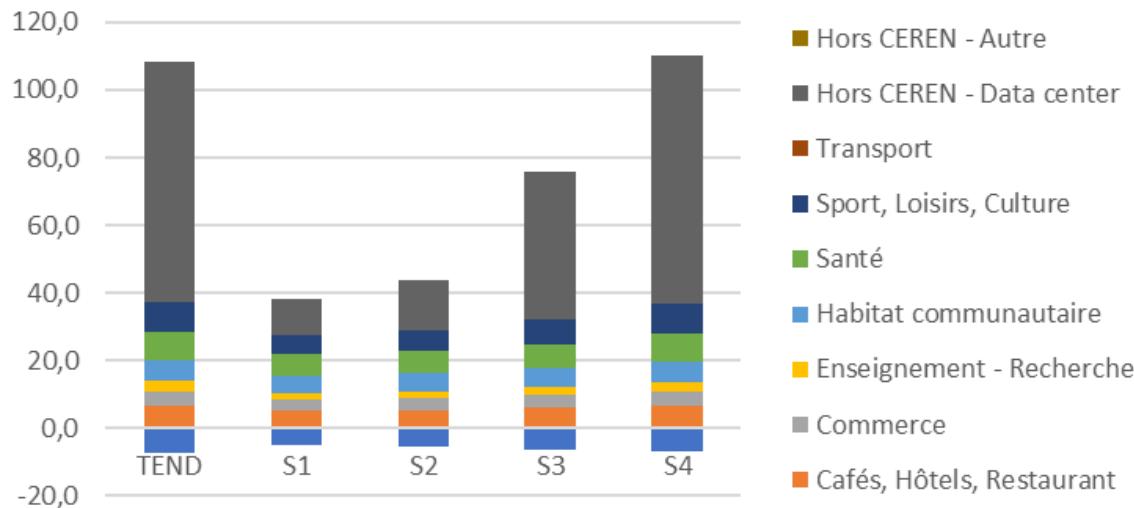
### Analyse

- L'Efficacité est l'effet principal**, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios, y compris dans TEND. Cela est dû à une importante rénovation du parc, sous l'effet de la mise en œuvre du Dispositif Eco-Energie Tertiaire, ainsi que par la plus grande efficacité des data centers.
- L'Activité pure contribue à une hausse des consommations dans tous les scénarios, mais avec des variations contrastées. Cet effet s'explique avant tout par les différences d'activité dans le secteur des data centers.
- La sobriété énergétique, liée à une diminution des surfaces par rapport au TEND, est présente dans trois scénarios : S1, S2 et S3. Son impact est plus marqué dans S1 et S2, où l'intensification des usages amène à des baisses de surface dans tous les secteurs à l'exception de l'habitat communautaire. Dans S3, cet effet est dû à une modération de la hausse des surfaces sur des secteurs tels que les bureaux et l'enseignement / recherche.

# Tertiaire – Vue d'ensemble

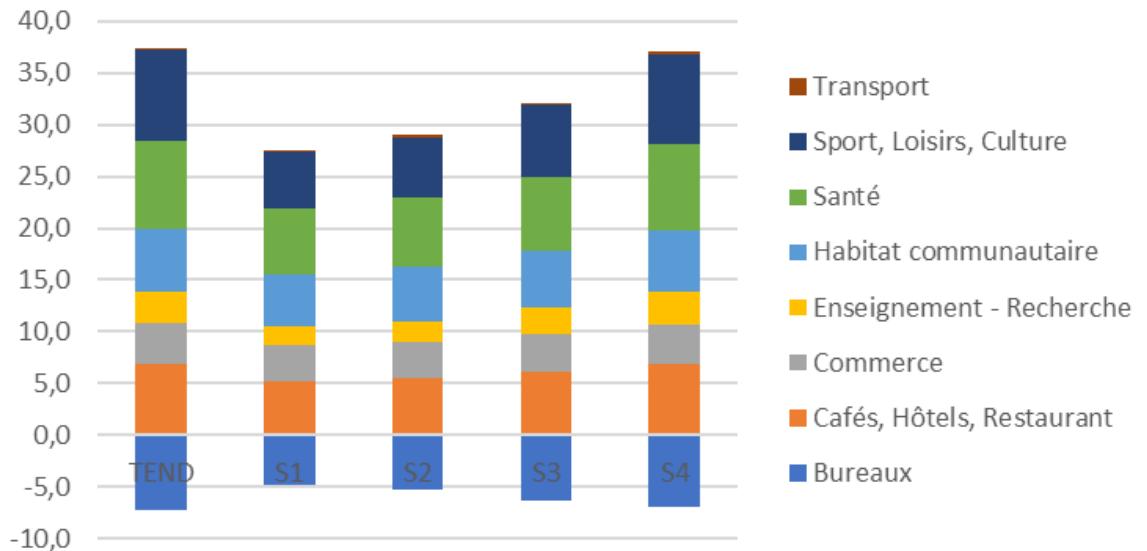
*Zoom sur l'activité*

Tous secteurs tertiaires - Part des branches tertiaires dans l'évolution des consommations d'énergie liées à l'activité pure (TWhefpci)



L'analyse du poids respectif de chaque branche tertiaire dans l'effet Activité pure du tertiaire met en évidence le poids prépondérant de l'augmentation d'activité des data centers dans TEND, S3 et S4. C'est le secteur dont l'évolution d'activité joue le plus.

Secteurs CEREN - Part des branches tertiaires dans l'évolution des consommations d'énergie liées à l'activité pure (TWhefpci)



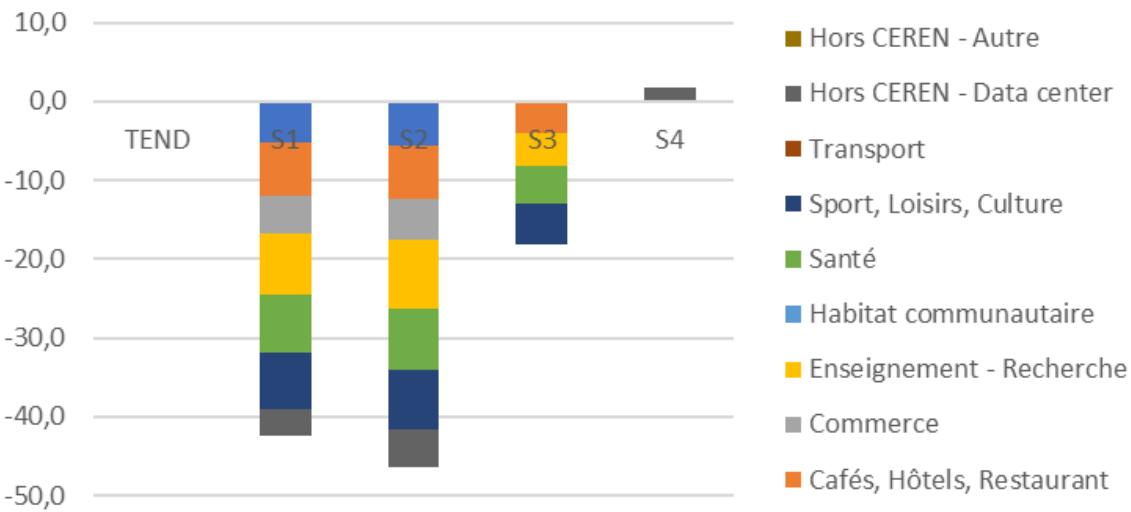
Si on exclue les branches hors CEREN (et donc les data centers) de l'analyse, on constate que les branches tertiaires n'ont pas la même dynamique :

- L'activité pure joue à la baisse pour le secteur des bureaux, à la hausse pour tous les autres secteurs.
- Ce sont les secteurs de la Santé et du Sport, Loisirs et Culture qui ont la contribution la plus importante à l'activité pure du tertiaire dans son ensemble.

# Tertiaire – Vue d'ensemble

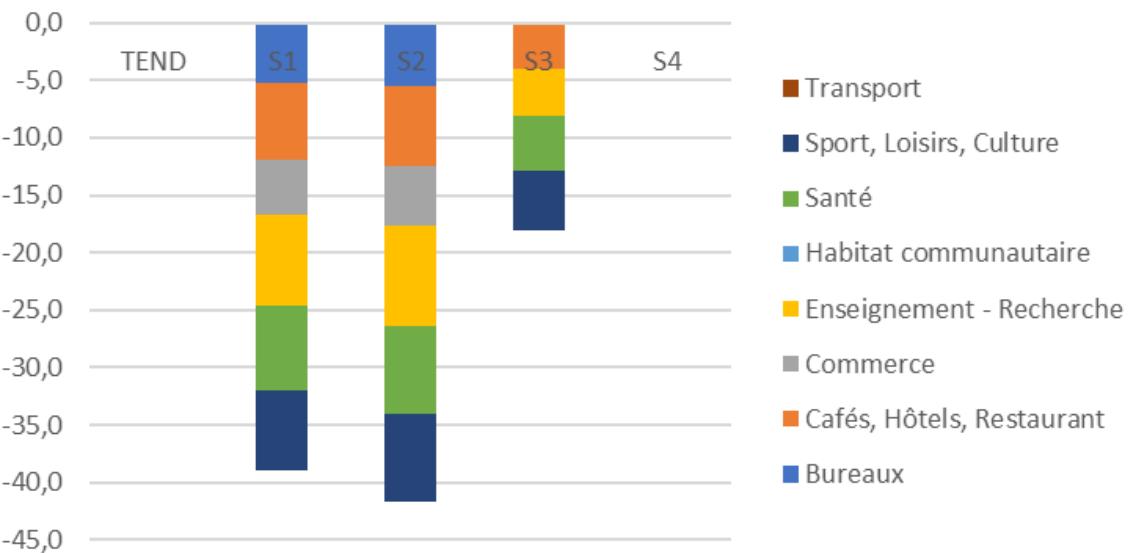
*Zoom sur la sobriété*

Tous secteurs tertiaires - Part des branches tertiaires dans l'évolution des consommations d'énergie liées à la sobriété (TWhefpci)



L'analyse du poids respectif de chaque branche tertiaire dans l'effet sobriété du tertiaire met en évidence le rôle joué par l'évolution de la consommation des data centers dans l'ébriété énergétique du S4.

Secteurs CEREN - Part des branches tertiaires dans l'évolution des consommations d'énergie liées à la sobriété (TWhefpci)

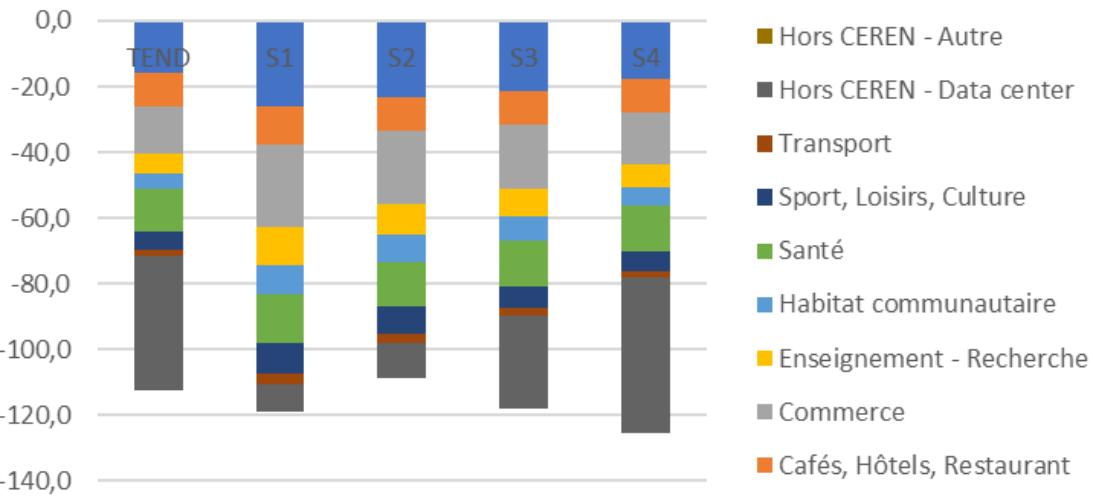


Si on exclue les branches hors CEREN (et donc les data centers) de l'analyse, on constate que les bureaux ne contribuent à la sobriété que dans S1 et S2. Cela est du au fait que dans ces scénarios, des économies supplémentaires de surface sont obtenues par intensification d'usage, au-delà de celles déjà réalisées avec le télétravail dans TEND, S3 et S4.

# Tertiaire – Vue d'ensemble

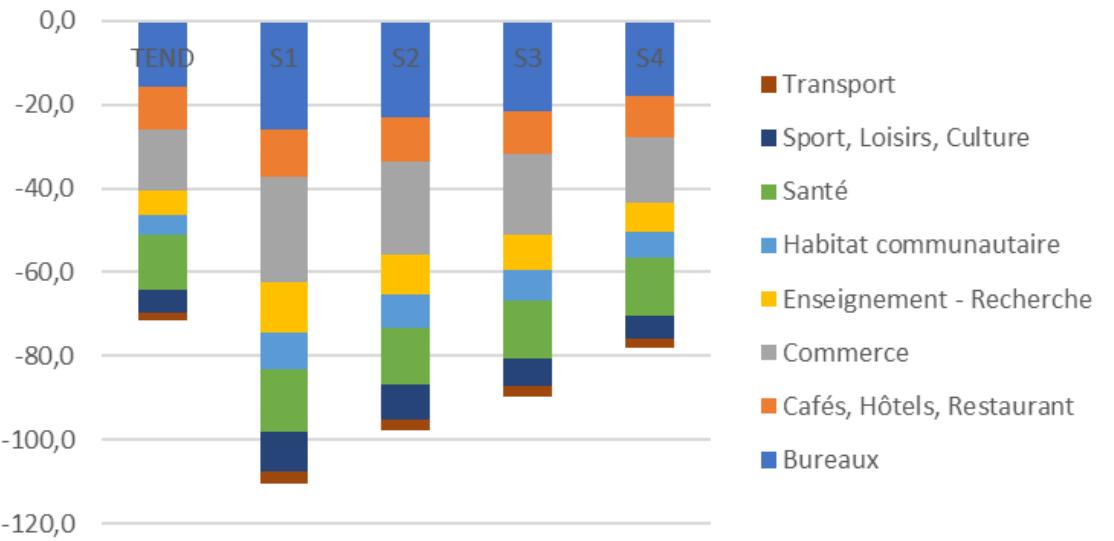
*Zoom sur l'efficacité*

Tous secteurs tertiaires - Part des branches tertiaires dans l'évolution des consommations d'énergie liées à l'efficacité (TWhefpci)



L'analyse du poids respectif de chaque branche tertiaire dans l'effet efficacité du tertiaire met en évidence le poids de l'amélioration de l'efficacité des data centers dans S3 et S4.

Secteurs CEREN - Part des branches tertiaires dans l'évolution des consommations d'énergie liées à l'efficacité (TWhefpci)



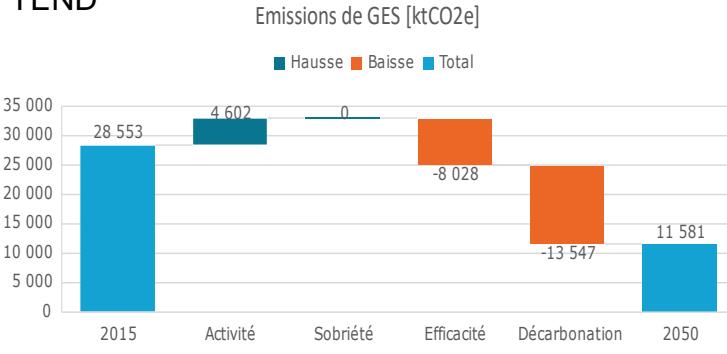
Si on exclue les branches hors CEREN (et donc les data centers) de l'analyse, on constate que ce sont les bureaux et les commerces qui contribuent le plus à l'effet efficacité dans le tertiaire. Cela s'explique par le fait que ce sont les secteurs dont les surfaces sont les plus présentes dans le parc.

# Tertiaire – Vue d'ensemble

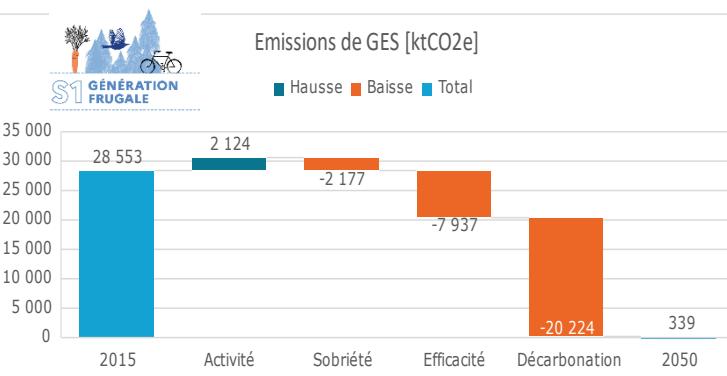
## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



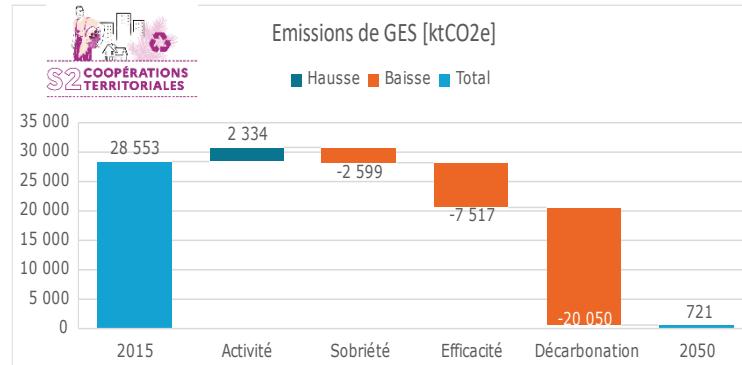
TEND



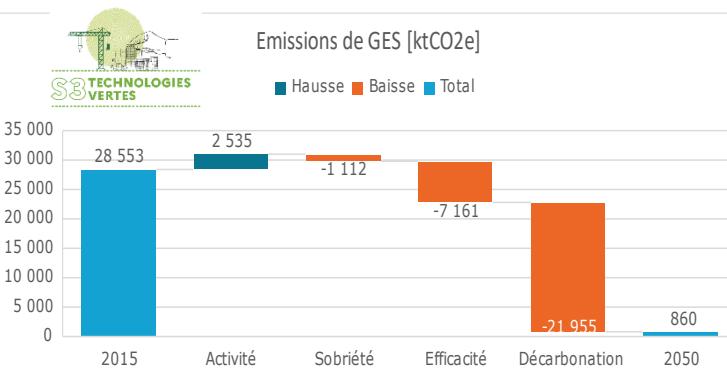
S1 GÉNÉRATION FRUGALE



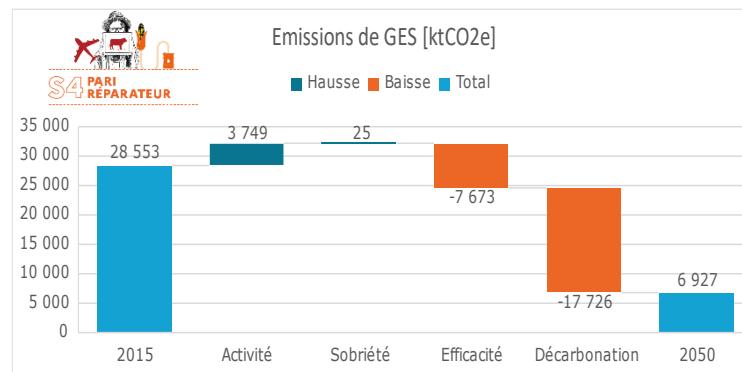
S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES



S3 TECHNOLOGIES VERTES



S4 PARTI REPAREUR



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES
- Les émissions deviennent très faibles dans en 2050 dans S1, S2 et S3

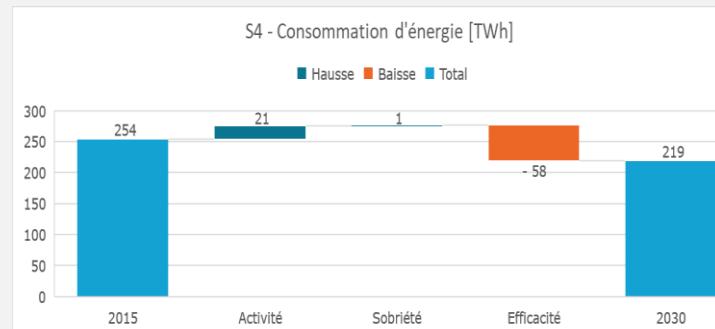
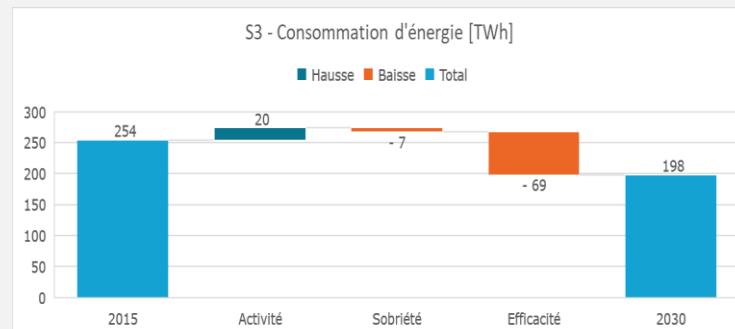
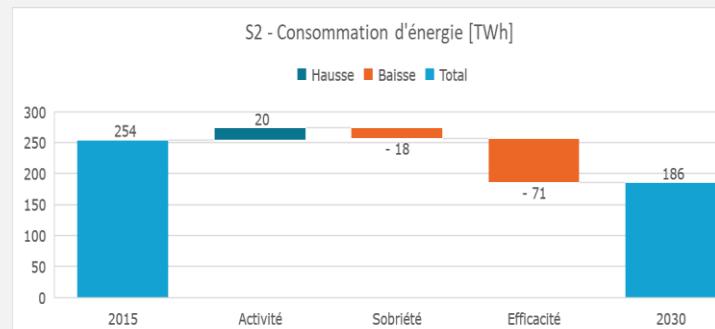
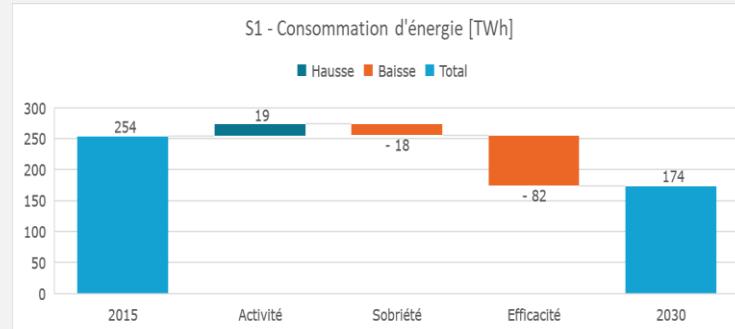
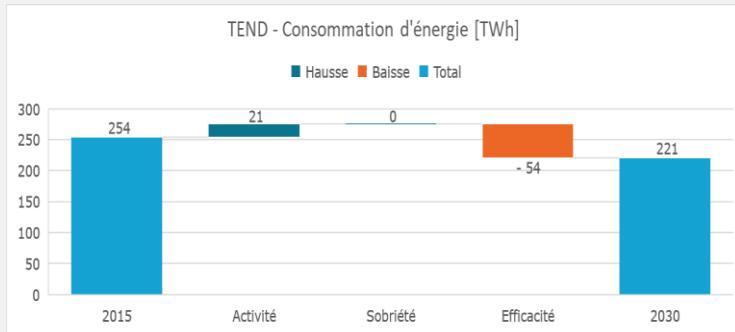
### Analyse

- L'Activité pure contribue à une hausse des émissions dans tous les scénarios.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.** Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios ([cf Facteurs d'émissions](#)).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.**
- S1, S2, et S3 présentent un effet Sobriété non négligeable, alors que S4 présente un effet Ebriété quasi imperceptible. **Dans S1 et S2, la sobriété (i.e. la limitation des surfaces) permet de compenser l'augmentation des émissions GES liées à l'activité pure.**



# Tertiaire – Vue d'ensemble

## Zoom sur la dynamique à 2030 : consommations d'énergie



### Les scénarios

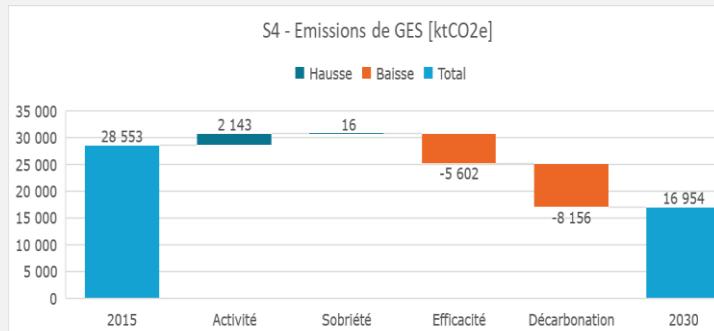
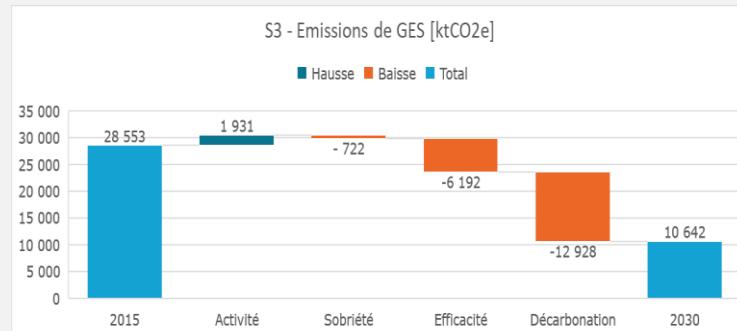
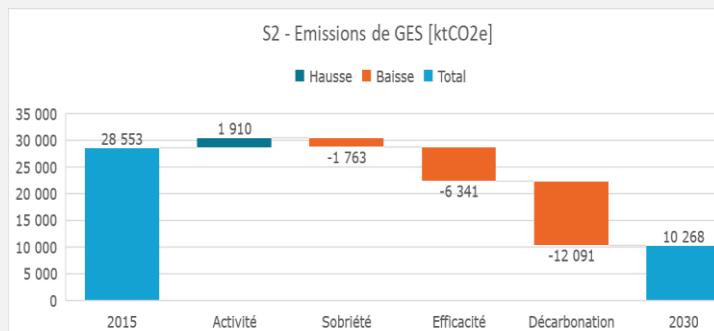
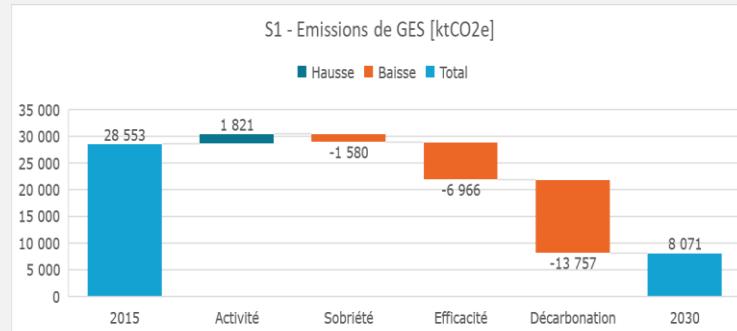
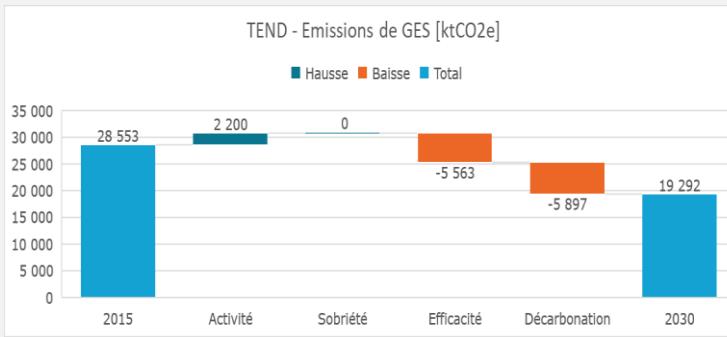
L'ensemble des scénarios (y compris TEND) projettent une baisse des consommations d'énergie du secteur tertiaire en 2030. S1 est celui où la baisse est la plus importante.

### Analyse

- **L'efficacité est l'effet qui joue le plus dans tous les scénarios**, y compris les plus sobres. Cela est principalement dû à la rénovation énergétique du parc.
- La sobriété compense l'effet activité dans S1 et S2.
- **La majeure partie des économies d'énergie liées à la sobriété prend place après 2030**. Par exemple, entre 2015 et 2030, la sobriété permet un gain de 18 TWh dans le S1, quand le gain total sur l'ensemble de la période 2015-2050 est de 42 TWh. Cela s'explique par le fait que la sobriété introduite dans les scénarios tertiaire est avant tout une sobriété immobilière (meilleure utilisation du parc), dont les effets se déplient sur le long terme.

# Tertiaire – Vue d'ensemble

*Zoom sur la dynamique à 2030 : émissions de GES*



## Les scénarios

L'ensemble des scénarios (y compris TEND) projettent une baisse des émissions GES du secteur tertiaire en 2030. S1 est celui où la baisse est la plus importante.

## Analyse

- La décarbonation est le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions à 2030 dans tous les scénarios.
- Dans S1 et S2, les économies de GES rendues possibles par la sobriété compensent l'augmentation des émissions liées à l'activité.

# 6. Tertiaire – Par branche

# Rappels des branches et limite de décomposition

**Branches du secteur Tertiaire qui ont fait l'objet d'une décomposition détaillée LMDI :**

- Secteur découpage CEREN :
  - Bureaux
  - Cafés, Hotels, Restaurants
  - Commerce
  - Enseignement-recherche
  - Habitat communautaire
  - Santé
  - Sport, loisirs, culture
  - Transport
- Hors CEREN : Datacenters
- Hors CEREN – Autres (Eclairage public, Parties communes d'immeubles, Entrepôts frigorifiques, Armées, Grands centres de recherche, Télécommunication, Secteur de l'eau)

## Rappel

Contrairement au secteur Résidentiel, le niveau de détail des hypothèses du Tertiaire n'a pas permis de séparer la sobriété énergétique dite d'usage de l'Efficacité, toutes deux incluses dans la consommation unitaire.

Il y a donc probablement une part de sobriété énergétique inclue dans l'effet efficacité.

# Tertiaire

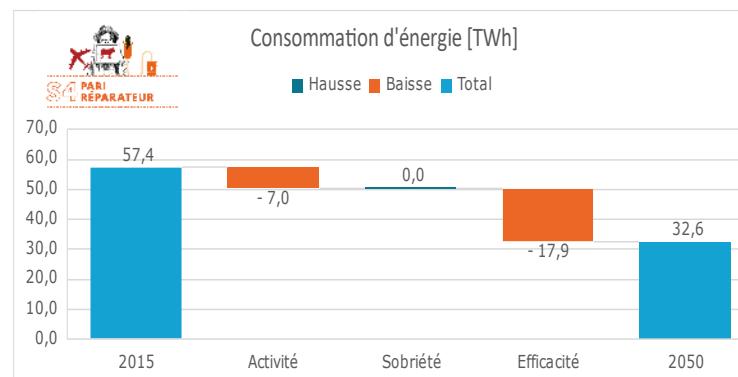
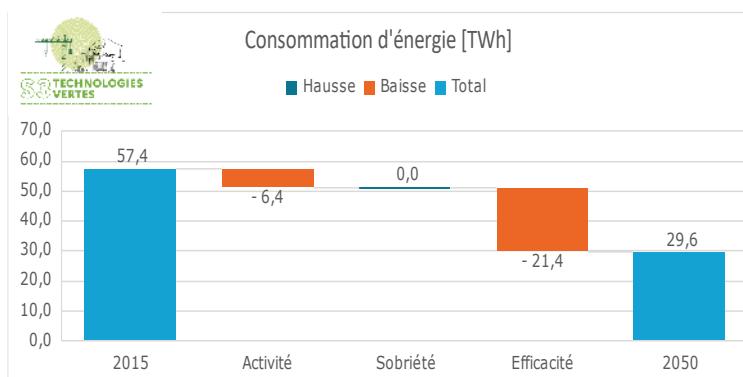
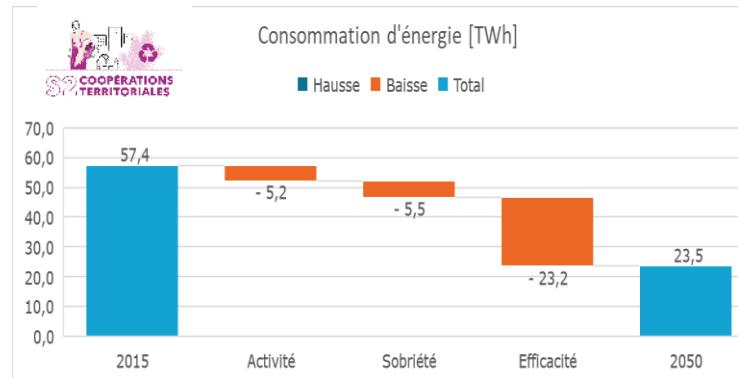
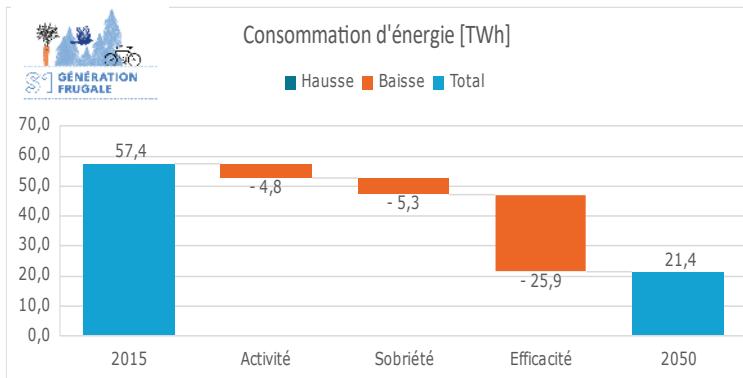
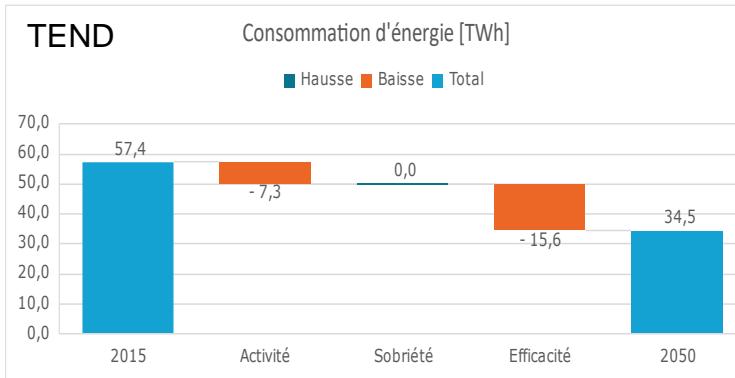
## Hypothèses des scénarios

Leviers/ variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4	
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
<b>Bureaux</b>											
Surface de bâtiments - Bureaux [Milliers de m <sup>2</sup> ]	220 833	216 781	183 340	206 078	157 503	206 078	157 503	216 781	183 340	216 781	183 340
Consommation unitaire - Bureaux [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>260,0</b>	<b>217,1</b>	<b>188,4</b>	<b>183,3</b>	<b>136,0</b>	<b>191,8</b>	<b>149,4</b>	<b>202,0</b>	<b>161,5</b>	<b>211,8</b>	<b>177,6</b>
<b>Cafés, Hotels, Restaurants</b>											
Surface de bâtiments - Cafés, Hotels, Restaurants [Milliers de m <sup>2</sup> ]	64 402	74 488	89 402	64 125	57 038	64 125	57 038	69 139	71 491	74 488	89 402
Consommation unitaire - Cafés, Hotels, Restaurants [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>353,4</b>	<b>277,6</b>	<b>216,1</b>	<b>246,1</b>	<b>173,6</b>	<b>259,2</b>	<b>190,8</b>	<b>265,4</b>	<b>203,9</b>	<b>274,3</b>	<b>218,7</b>
<b>Commerce</b>											
Surface de bâtiments - Commerce [Milliers de m <sup>2</sup> ]	210 718	222 663	230 239	211 777	198 094	211 777	198 094	222 663	230 239	222 663	230 239
Consommation unitaire - Commerce [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>239,4</b>	<b>194,2</b>	<b>173,0</b>	<b>161,6</b>	<b>120,6</b>	<b>170,0</b>	<b>134,5</b>	<b>178,4</b>	<b>151,0</b>	<b>191,4</b>	<b>168,6</b>
<b>Enseignement-recherche</b>											
Surface de bâtiments - Enseignement-recherche [Milliers de m <sup>2</sup> ]	186 911	192 214	214 971	158 256	119 978	158 256	119 978	177 661	169 747	192 214	214 971
Consommation unitaire - Enseignement-recherche [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>139,9</b>	<b>109,3</b>	<b>109,2</b>	<b>88,0</b>	<b>68,4</b>	<b>100,5</b>	<b>82,8</b>	<b>95,5</b>	<b>94,8</b>	<b>108,3</b>	<b>103,2</b>
<b>Habitat communautaire</b>											
Surface de bâtiments - Habitat communautaire [Milliers de m <sup>2</sup> ]	69 798	84 879	110 324	84 879	110 324	84 879	110 324	84 879	110 324	84 879	110 324
Consommation unitaire - Habitat communautaire [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>192,7</b>	<b>148,4</b>	<b>131,2</b>	<b>125,1</b>	<b>89,2</b>	<b>133,5</b>	<b>95,4</b>	<b>132,2</b>	<b>105,8</b>	<b>149,4</b>	<b>122,6</b>
<b>Santé</b>											
Surface de bâtiments - Santé [Milliers de m <sup>2</sup> ]	114 188	133 413	162 990	114 760	103 738	115 245	105 058	122 739	126 915	133 413	162 990
Consommation unitaire - Santé [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>237,7</b>	<b>170,9</b>	<b>139,0</b>	<b>146,9</b>	<b>107,7</b>	<b>159,2</b>	<b>121,9</b>	<b>155,3</b>	<b>121,9</b>	<b>168,3</b>	<b>131,8</b>
<b>Sport, loisirs, culture</b>											
Surface de bâtiments - Sport, loisirs, culture [Milliers de m <sup>2</sup> ]	71 426	87 631	115 195	70 289	59 446	70 289	59 446	77 720	80 365	87 631	115 195
Consommation unitaire - Sport, loisirs, culture [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>246,8</b>	<b>200,2</b>	<b>183,0</b>	<b>165,2</b>	<b>110,4</b>	<b>176,9</b>	<b>124,6</b>	<b>186,5</b>	<b>161,8</b>	<b>199,9</b>	<b>179,6</b>
<b>Transport</b>											
Surface de bâtiments - Transport [Milliers de m <sup>2</sup> ]	25 399	25 942	26 093	25 942	26 093	25 942	26 093	25 942	26 093	25 942	26 093
Consommation unitaire - Transport [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>316,6</b>	<b>279,1</b>	<b>243,5</b>	<b>248,1</b>	<b>198,3</b>	<b>266,1</b>	<b>212,0</b>	<b>257,1</b>	<b>223,8</b>	<b>279,8</b>	<b>241,1</b>

# *Bureaux*

# Tertiaire – Bureaux

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

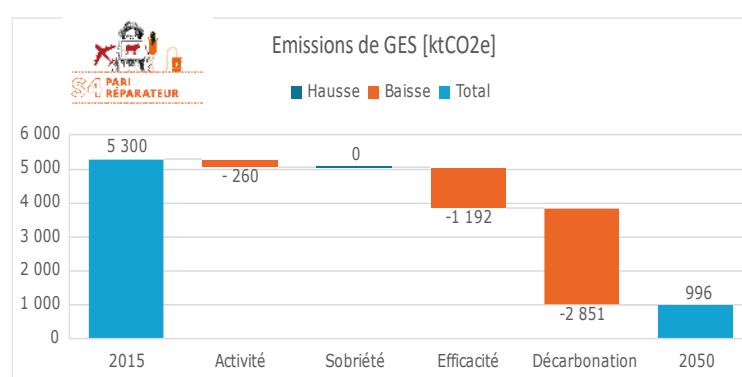
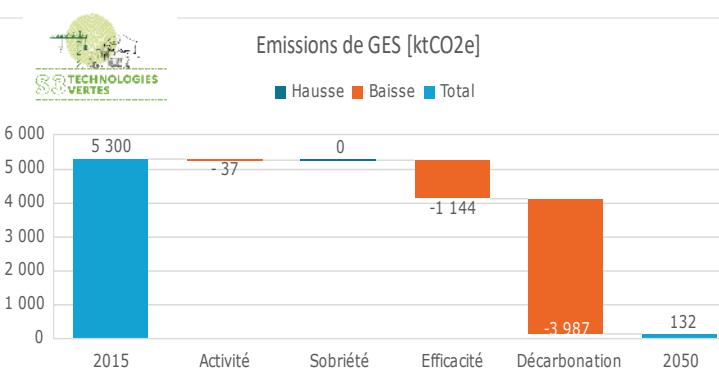
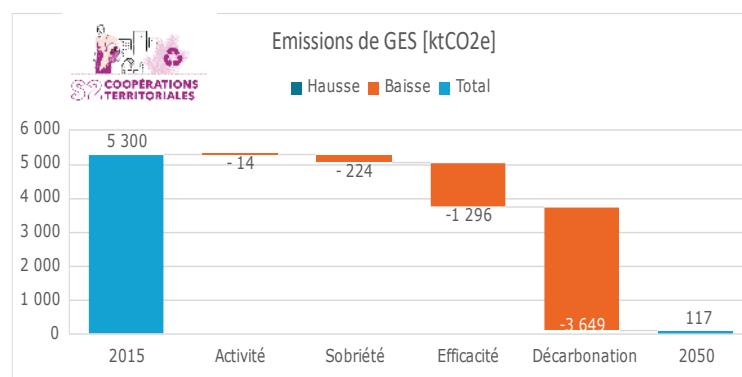
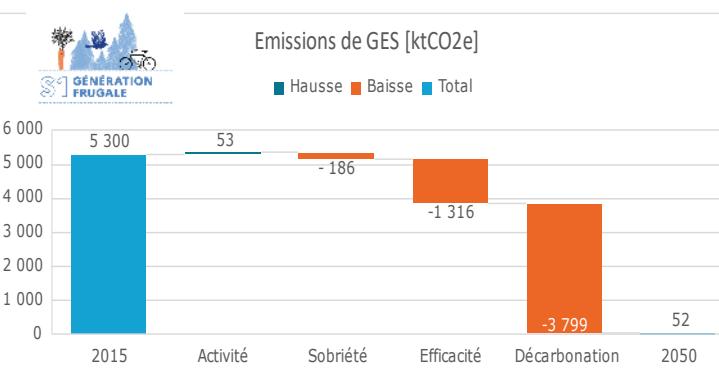
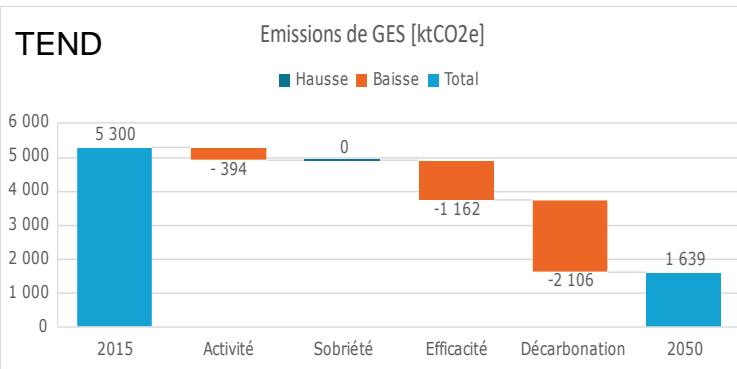
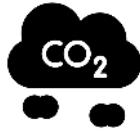
- En 2050, tous les scénarios présentent une baisse de la consommation énergétique des bureaux.
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND.

### Analyse

- Aucun effet ne contribue à la hausse des consommations.
- L'Efficacité est l'effet principal**, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios. Cette baisse est toutefois plus prononcée dans S1 et S2, notamment car une part plus importante des bâtiments suivent le Dispositif Eco-Energie Tertiaire.
- L'effet Activité pure contribue à la baisse des consommations dans tous les scénarios** car la surface totale des bureaux baisse dans tous les scénarios, sous l'effet notamment du télétravail tendanciel dans un contexte où l'entreprise comme lieu physique perd de sa centralité et où le nomadisme se développe.
- L'effet Sobriété contribue à une baisse significative des consommations dans S1 et S2**, grâce à une diminution des surfaces plus prononcée que dans TEND.

# Tertiaire – Bureaux

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES.
- Les émissions deviennent résiduelles dans en 2050 dans S1, S2 et S3.

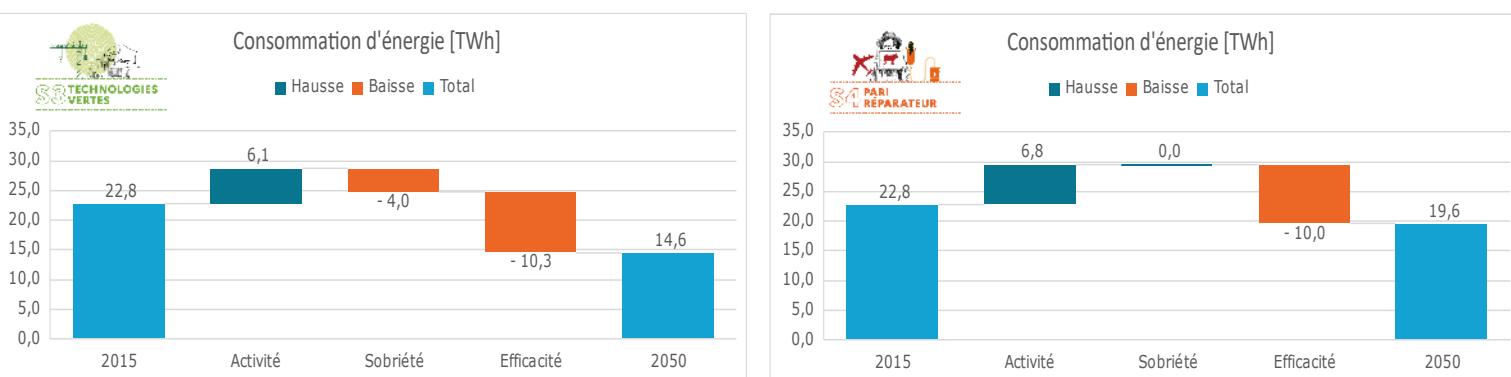
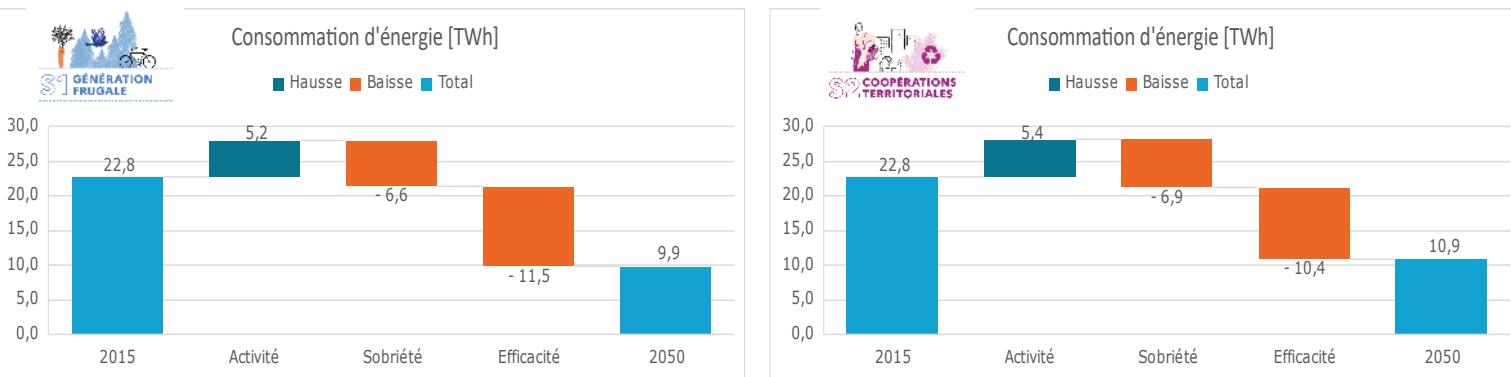
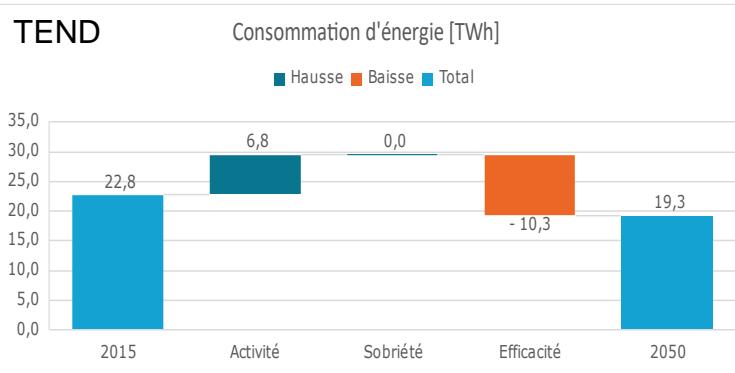
### Analyse

- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios. Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios ([cf Facteurs d'émissions](#)).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.
- L'effet Activité pure a un moindre impact en GES qu'en énergie étant donné que l'effet d'Activité est généralement plus élevé entre 2030 et 2050 et s'applique donc sur des vecteurs énergétiques déjà très décarbonés dès 2030.
- Pour les mêmes raisons, l'effet Sobriété existe notamment dans S1 et S2, mais est moins significatif en GES qu'en énergie.

# *Cafés, hôtels, restaurants*

# Tertiaire – Cafés, Hôtels, Restaurants

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

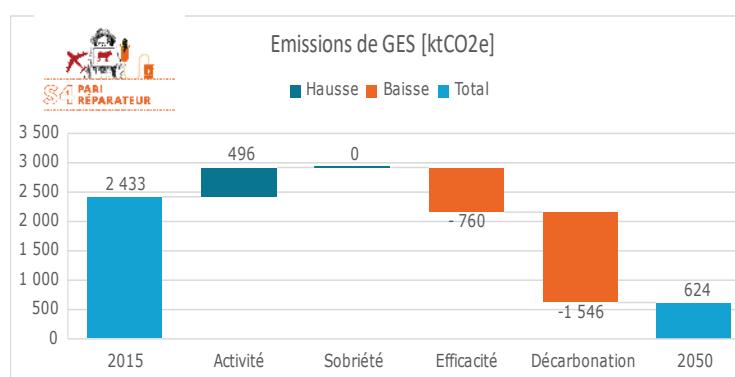
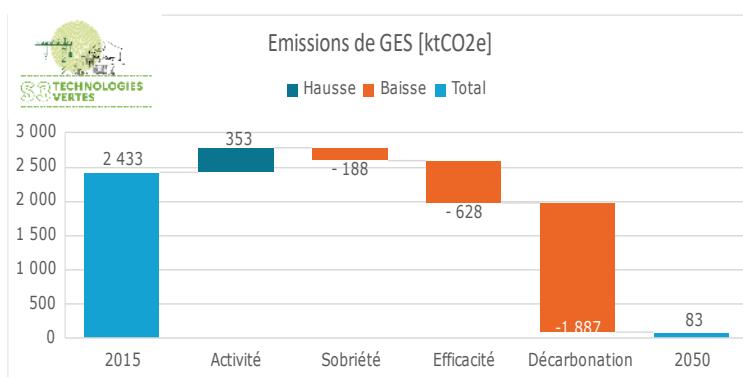
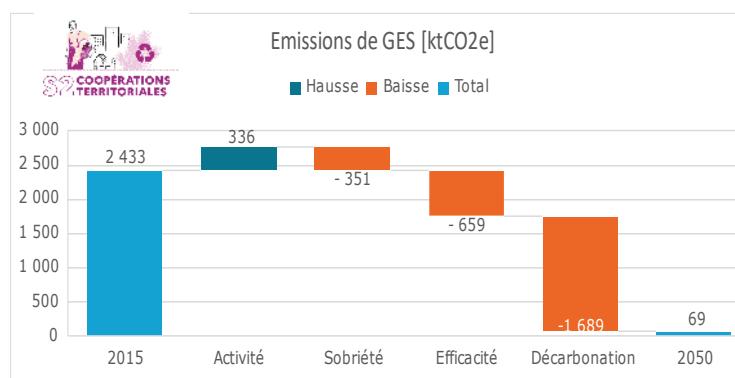
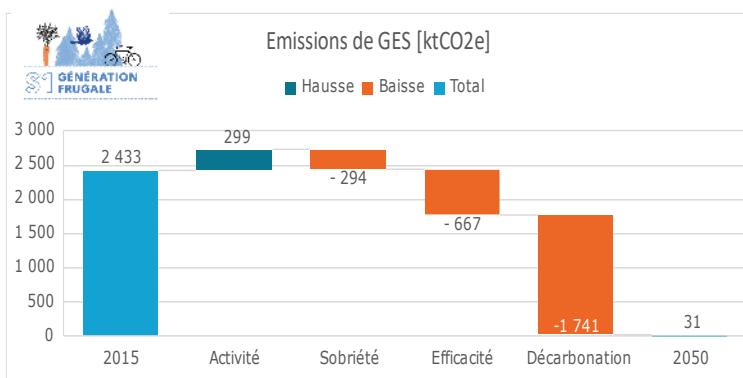
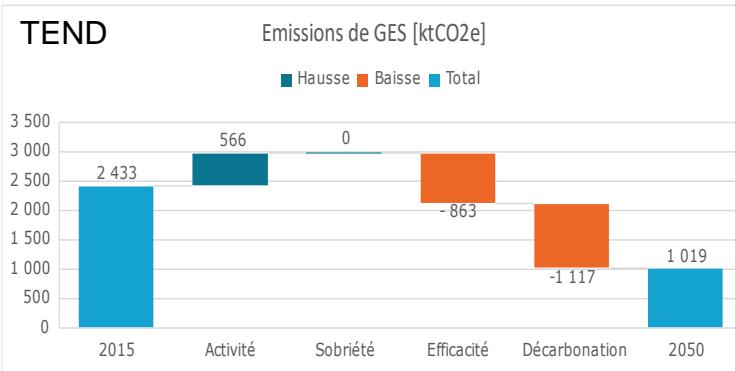
- En 2050, tous les scénarios présentent une baisse de la consommation énergétique pour le secteur Cafés, Hôtels et Restaurants.
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, TEND, S4.

### Analyse

- L'effet Activité pure contribue à la hausse des consommations dans tous les scénarios.** Cela est du à la hausse tendancielle de surface totale de la branche.
- L'Efficacité est l'effet principal**, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios. Cette baisse est toutefois plus prononcée dans le scénario S1, où la rénovation énergétique est plus importante.
- L'effet Sobriété contribue à une baisse significative des consommations dans S1, S2 et S3 grâce à une diminution des surfaces dans S1 et S2 et grâce à une augmentation moins importante que dans TEND pour S3
- La sobriété est légèrement plus importante en S2 que S1 car la baisse des surfaces pourtant équivalente s'applique à des consommations unitaires qui diminuent moins vite en S2 que S1.

# Tertiaire – Cafés, Hôtels, Restaurants

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES.
- Les émissions deviennent résiduelles en 2050 dans S1, S2 et S3.

### Analyse

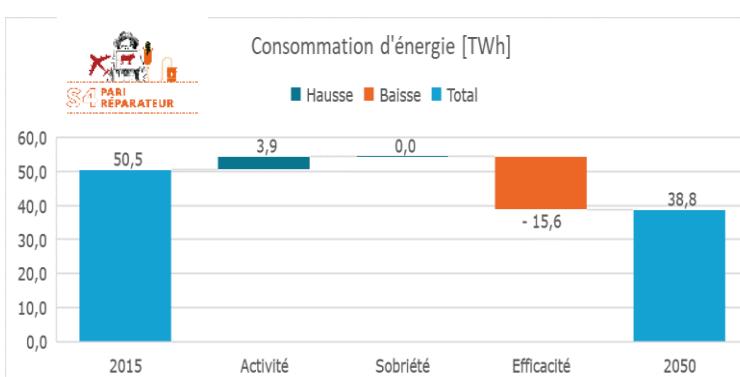
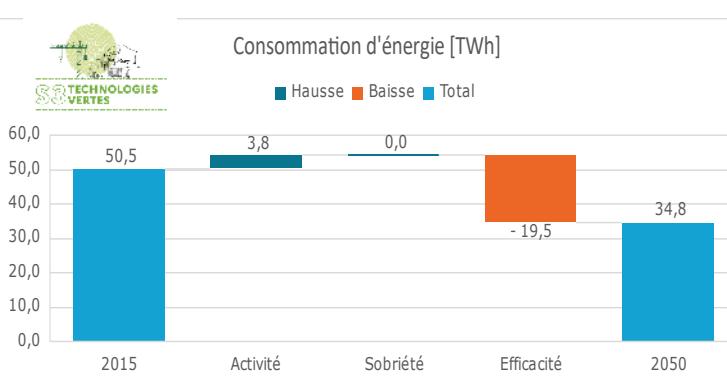
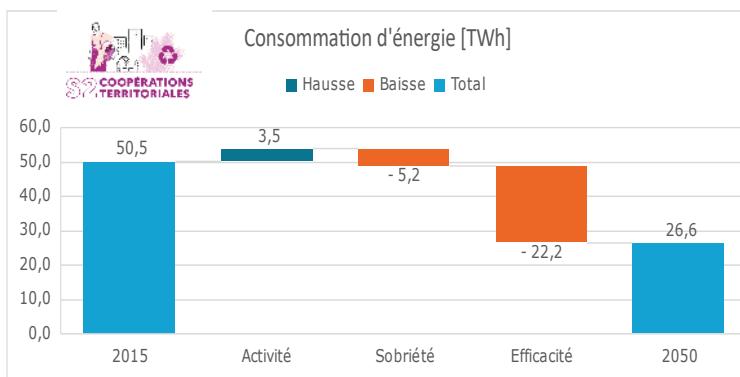
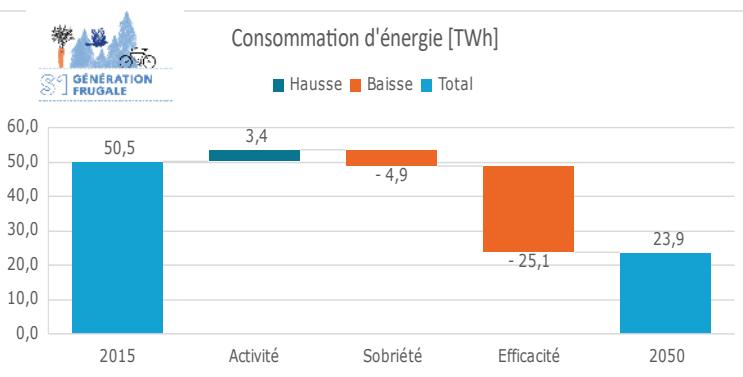
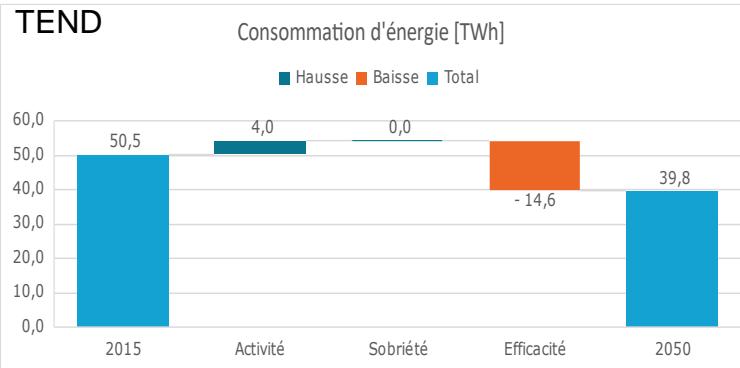
- L'effet Activité pure contribue à la hausse dans tous les scénarios**, tout comme pour la consommation d'énergie, du fait de la hausse tendancielle des surfaces des Cafés-Hôtels-Restaurants.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios**. Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios (cf Facteurs d'émissions).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios**. Bien qu'en termes de consommation, l'Efficacité su scénario TEND soit comparable à S2, S3 ou S4, il est plus élevé en termes d'émissions car il permet l'abattement d'une consommation ayant un mix plus carboné.
- L'effet Sobriété pousse les émissions à la baisse, jusqu'à compenser la hausse liée à l'Activité pure dans S1 et S2. Il est nul dans S4.**

# *Commerce*



# Tertiaire – Commerce

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

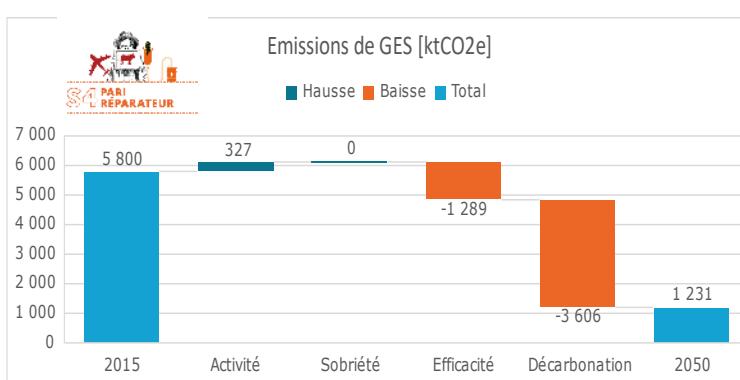
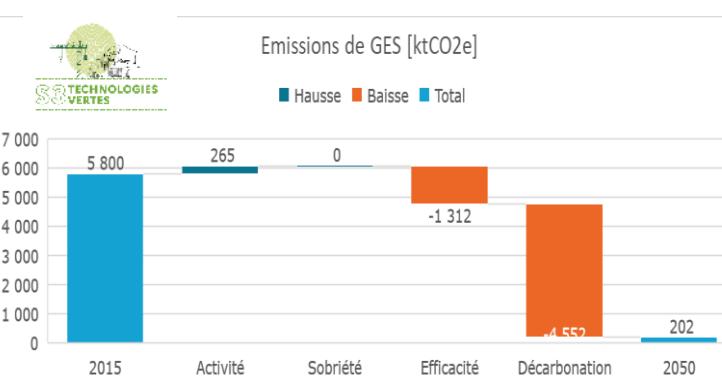
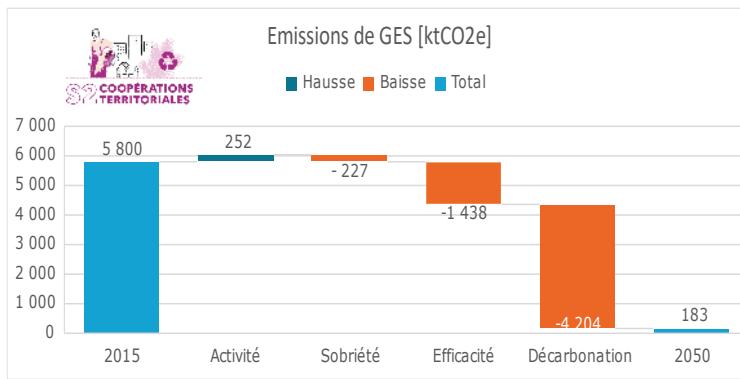
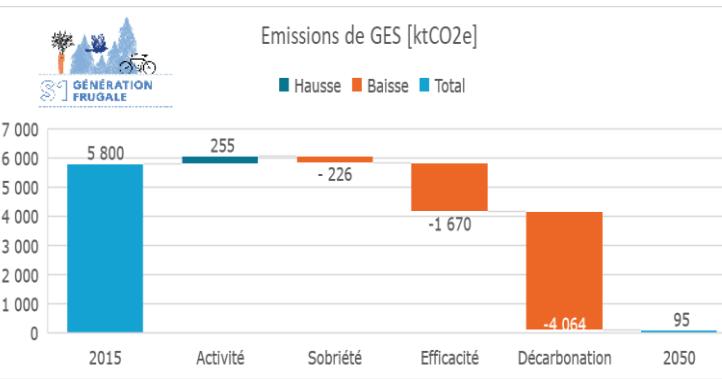
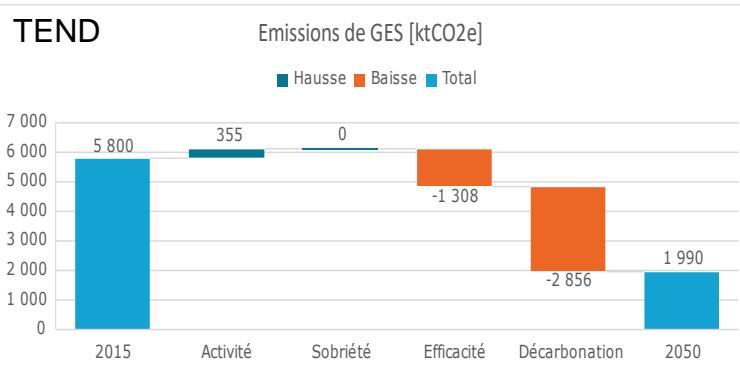
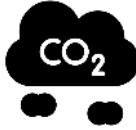
- En 2050, la consommation énergétique du commerce diminue dans tous les scénarios pour le secteur du commerce.
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND.

### Analyse

- L'activité pure contribue à une hausse des consommations dans tous les scénarios, cela est du à la hausse tendancielle des surfaces commerciales.
- L'Efficacité est l'effet principal**, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios. Cette baisse est toutefois plus prononcée dans S1 et S2, notamment car une part plus importante des bâtiments suivent le dispositif éco-énergie tertiaire.
- L'effet Sobriété contribue à une baisse significative (qui fait plus que compenser la hausse d'Activité pure) dans S1 et S2.** Cela est du à des surfaces plus faibles que dans le TEND. Il n'y a aucun effet Sobriété dans S3 et S4.

# Tertiaire – Commerce

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES du secteur commerce.
- Les émissions deviennent résiduelles dans en 2050 dans S1, S2 et S3.

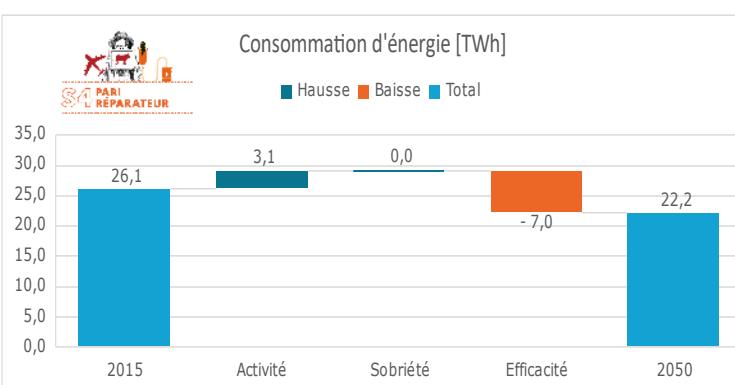
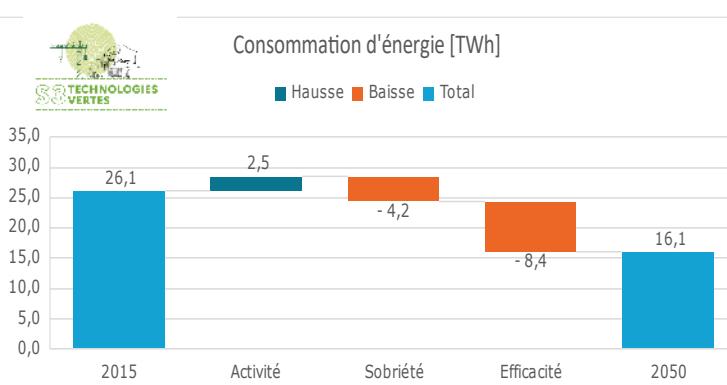
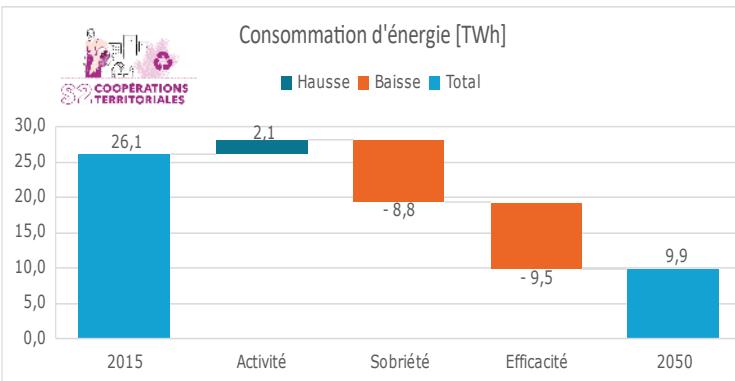
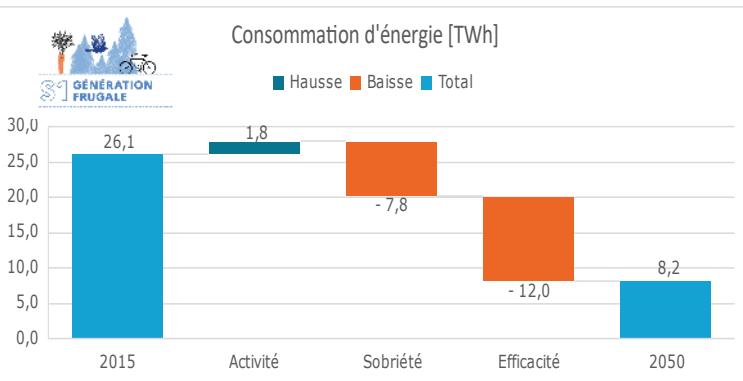
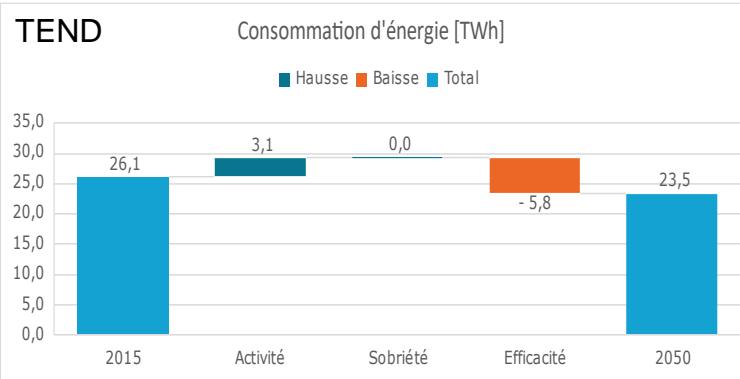
### Analyse

- L'effet Activité pure contribue à la hausse dans tous les scénarios, tout comme pour la consommation d'énergie, du fait de la hausse tendancielle des surfaces commerciales.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.** Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios (cf Facteurs d'émissions).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios. Bien qu'en termes de consommation, l'Efficacité joue un rôle plus important en S3 qu'en S4 et TEND, en termes d'émission, ces trois scénarios sont comparables car cette Efficacité permet l'abattement d'une consommation ayant un mix plus carboné dans TEND et S4.
- L'effet Sobriété pousse les émissions à la baisse, jusqu'à quasiment compenser la hausse liée à l'Activité pure dans S1 et S2.**

# *Enseignement, Recherche*

# Tertiaire – Enseignement, Recherche

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



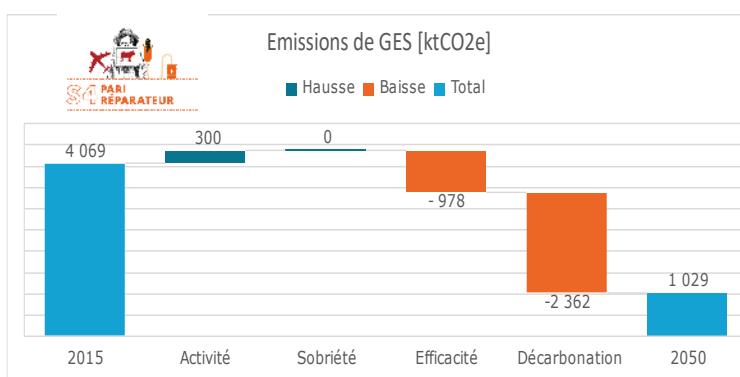
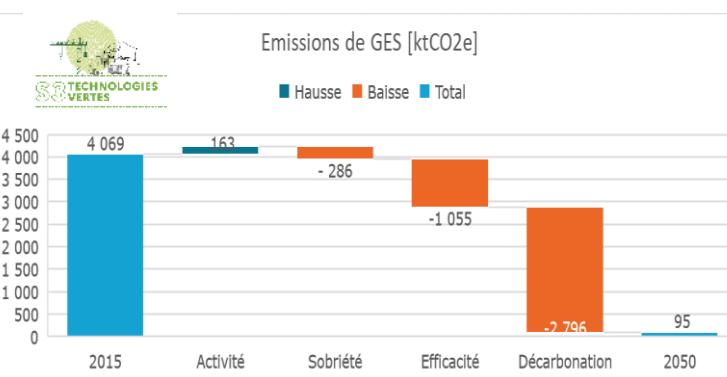
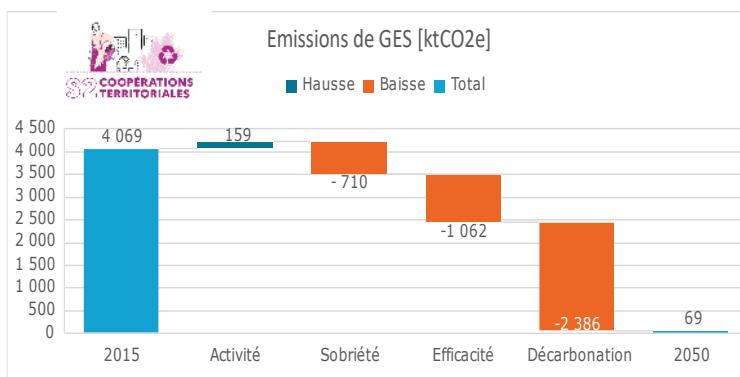
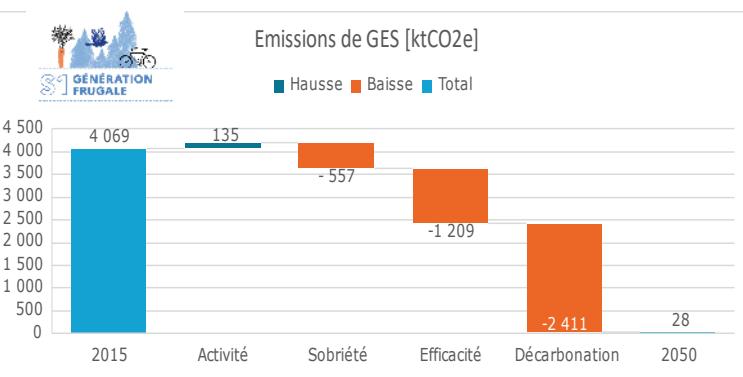
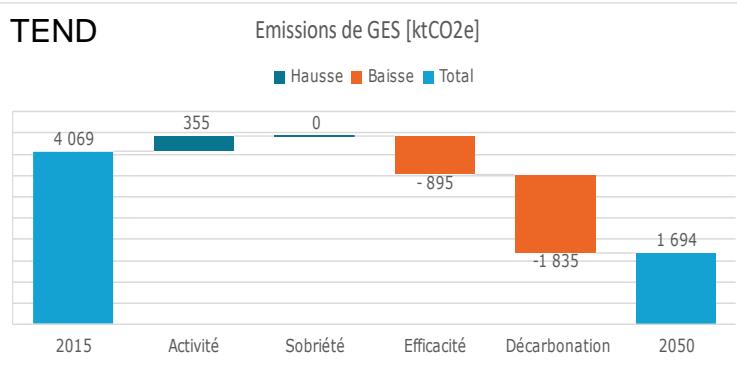
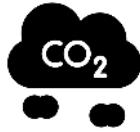
### Les scénarios

- En 2050, la consommation énergétique de l'enseignement-recherche diminue dans tous les scénarios (-10% à -69%).
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND.

### Analyse

- L'Activité pure contribue à une hausse des consommations dans tous les scénarios. Cela est dû à la hausse tendancielle des surfaces d'enseignement-recherche.
- L'Efficacité est l'effet principal, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios** (1,5 à 2 fois plus que l'effet Sobriété). Cette baisse est toutefois plus prononcée dans les scénarios sobres S1 et S2, notamment car une part plus importante des bâtiments suivent le Dispositif Eco-Energie Tertiaire.
- L'effet Sobriété contribue à une baisse forte dans S1 et S2 (plus de 4 fois l'effet Activité pure), ce qui s'explique par des baisses significatives des surfaces par rapport au TEND.** Cet effet est aussi important dans S3, où les établissements d'enseignement sont moins spacieux car ils s'insèrent dans des tissus urbains denses, mais inexistant dans S4.

# Tertiaire – Enseignement, Recherche Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



## Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES.
- Les émissions deviennent résiduelles en 2050 dans S1, S2 et S3.

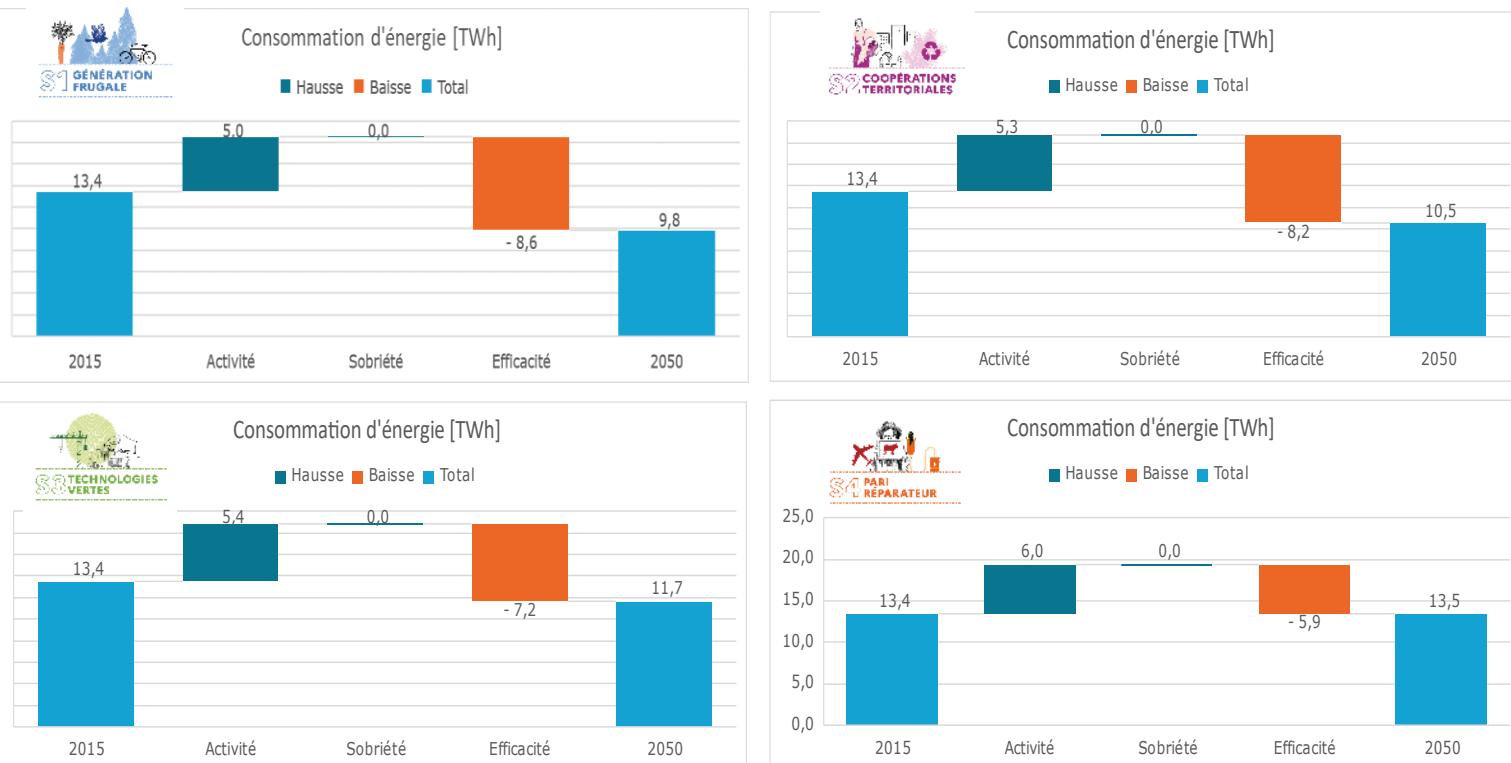
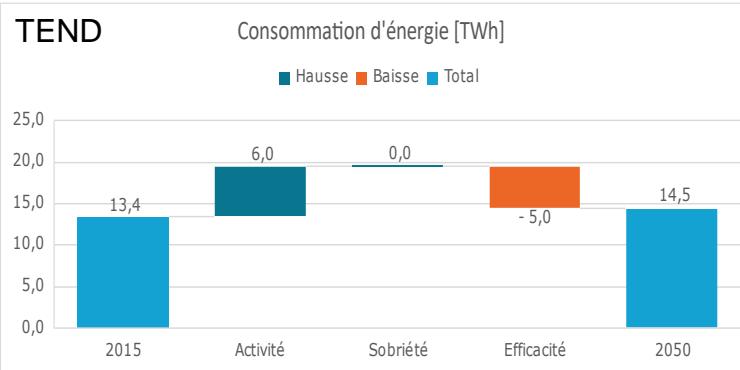
## Analyse

- Tout comme pour la consommation d'énergie, **l'effet Activité pure contribue à la hausse dans tous les scénarios**, du fait de la hausse tendancielle des surfaces d'enseignement-recherche.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.** Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios (cf Facteurs d'émissions).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.** Il est plus fort dans TEND que dans S1 et S2 car il permet la réduction d'une énergie bien plus carbonnée (moins d'énergie que dans S1, S2 et S3 mais une énergie plus carbonnée).
- L'effet Sobriété pousse les émissions à la baisse dans S1, S2 et même S3, et fait plus que compenser l'effet d'Activité pure.**

# *Habitat communautaire*

# Tertiaire – Habitat communautaire

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

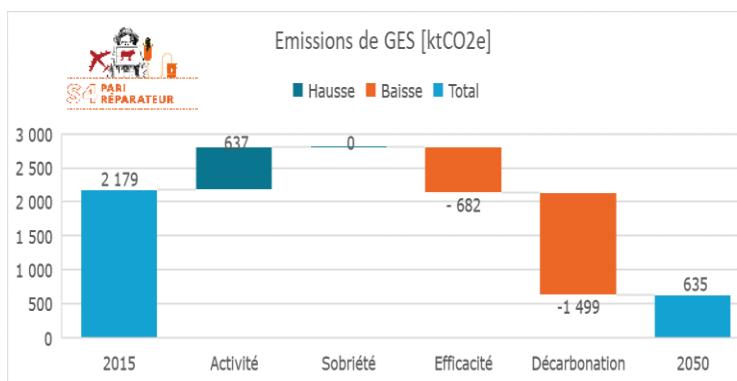
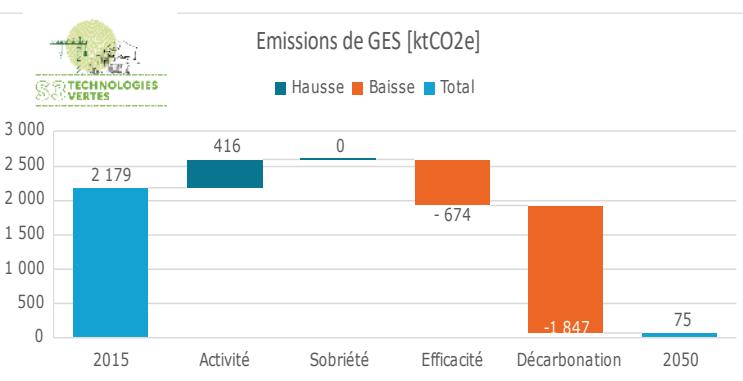
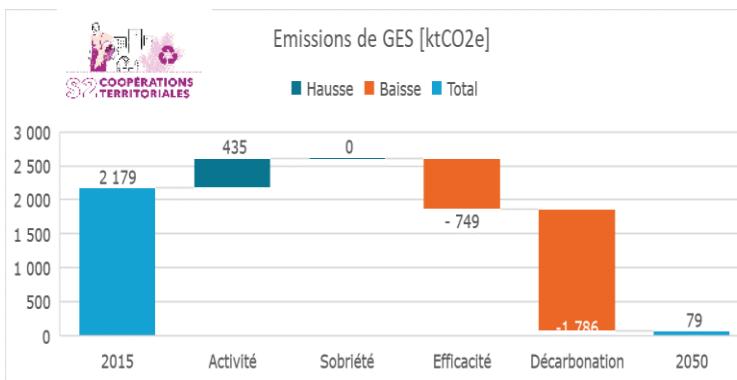
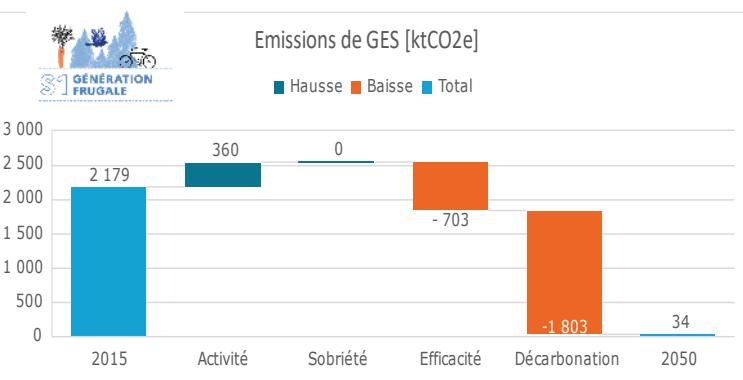
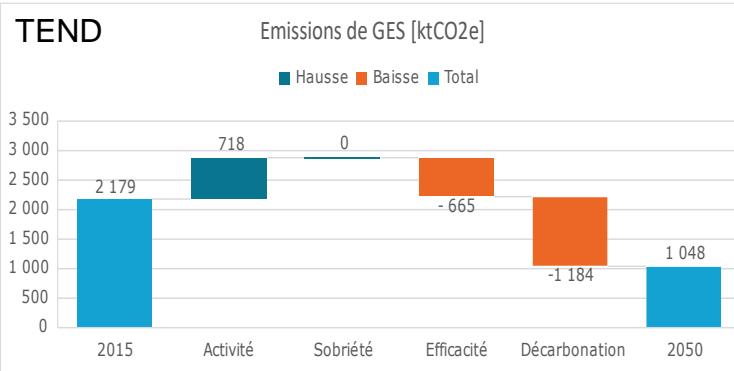
- En 2050, la consommation énergétique de l'habitat communautaire augmente dans le TEND, est stable en S4 et diminue dans S1, S2 et S3.
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND

### Analyse

- L'activité pure contribue à une hausse soutenue des consommations dans tous les scénarios. Cela s'explique par une importante hausse tendancielle des surfaces d'habitat communautaire, notamment due au vieillissement de la population (maisons de retraite).
- L'effet Sobriété est nul dans tous les scénarios**, ce qui signifie qu'il n'y a pas de réduction de surface par rapport au TEND. Le secteur se développe dans tous les scénarios sous l'effet du vieillissement de la population..
- Seule l'Efficacité permet de limiter la hausse voire de pousser à la baisse la consommation énergétique**. Elle est plus forte dans S1 et S2, suivis de S3, S4 et enfin TEND, permettant une diminution de la consommation finale dans S1, S2 et S3 malgré la hausse importante des surfaces (+58%).

# Tertiaire – Habitat communautaire

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une baisse des émissions de GES, plus ou moins importantes.
- Les émissions deviennent résiduelles en 2050 dans S1, S2 et S3.

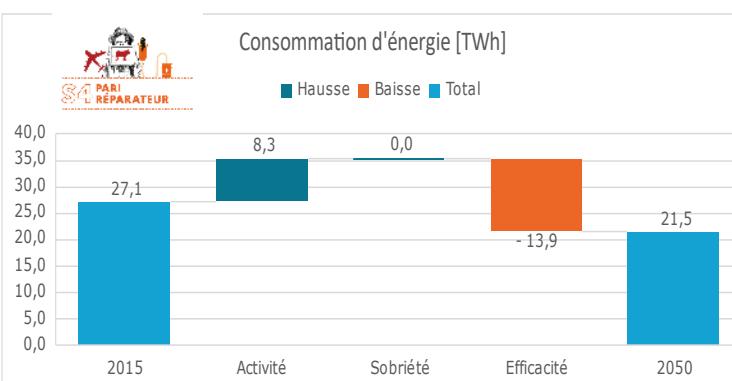
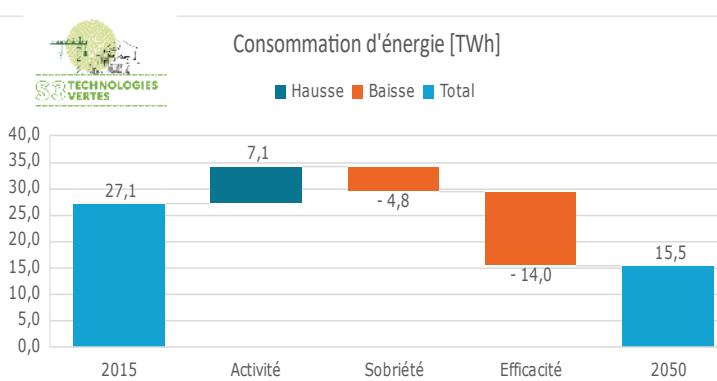
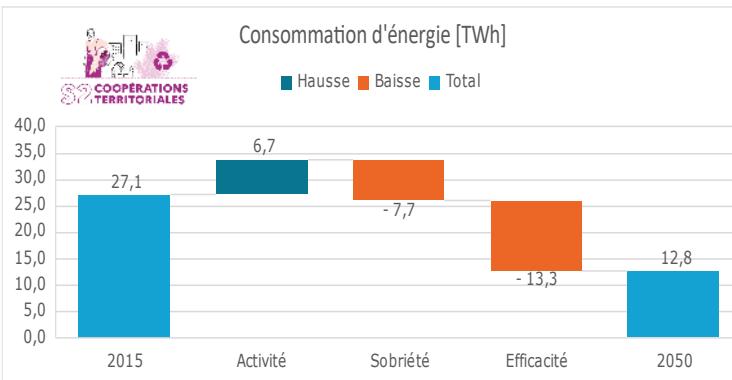
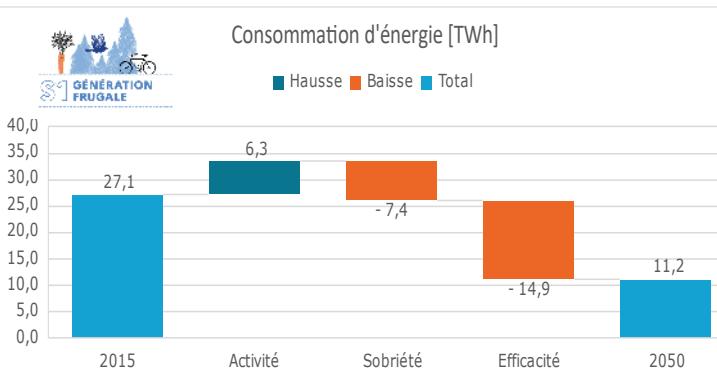
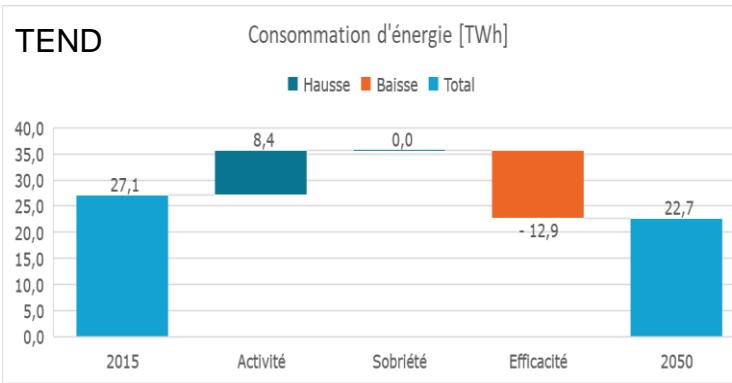
### Analyse

- Tout comme pour la consommation d'énergie, l'effet Activité pure contribue à la hausse dans tous les scénarios, du fait de la hausse tendancielle des surfaces d'habitat communautaire.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios**, notamment S1, S2 et S3. Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios (cf Facteurs d'émissions).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios** et son impact est relativement similaire d'un scénario à l'autre.
- De la même manière que pour l'analyse en consommation d'énergie, il n'y a pas d'effet Sobriété.

# Santé

# Tertiaire – Santé

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

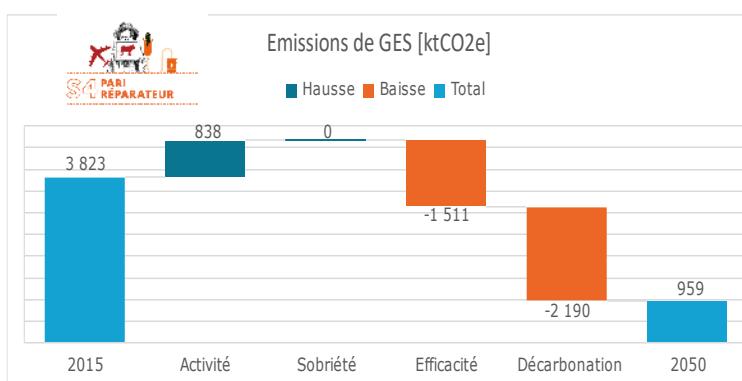
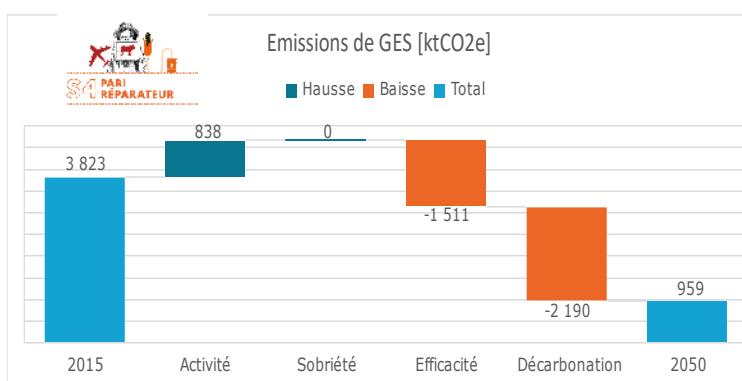
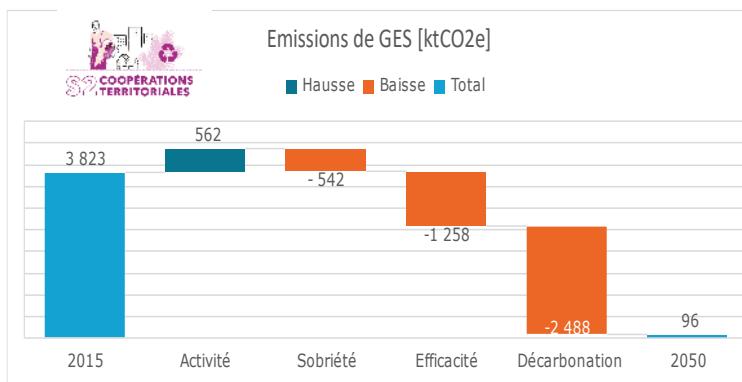
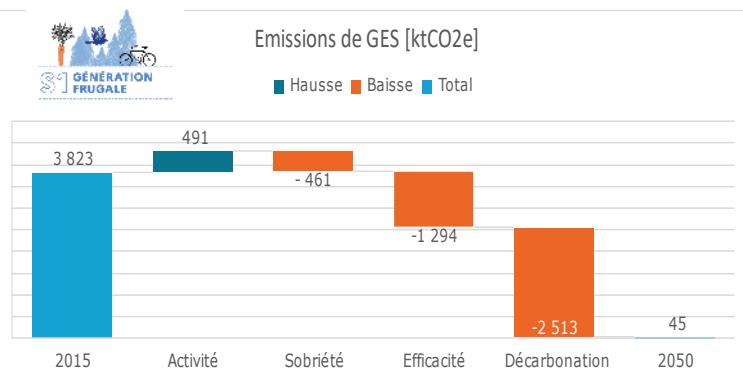
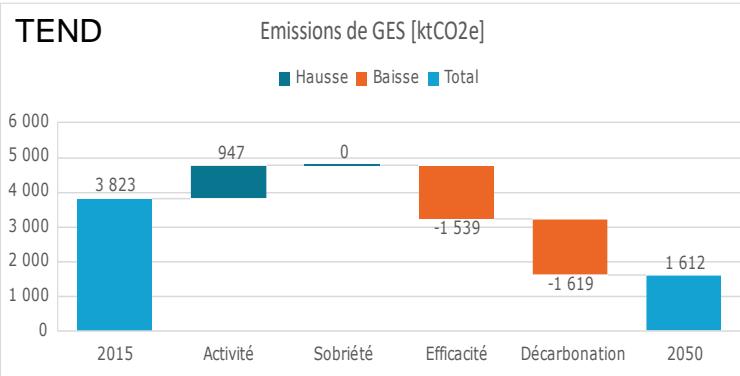
- En 2050, la consommation énergétique du secteur Santé diminue dans tous les scénarios (-16% à -59%).
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND.

### Analyse

- L'Efficacité** est l'effet principal, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios.
- L'activité pure contribue à une hausse importante des consommations dans tous les scénarios.** Cela est dû à la hausse tendancielle des surfaces du secteur de la Santé.
- L'effet Sobriété contribue à une baisse forte dans S1 et S2 (baisse significative des surfaces par rapport au TEND), jusqu'à compenser l'Activité pure. Cet effet est aussi important dans S3 (sans toutefois sans compenser l'effet Activité pure). Il est inexistant dans S4.**

# Tertiaire – Santé

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES.
- Les émissions deviennent résiduelles en 2050 dans S1, S2 et S3.

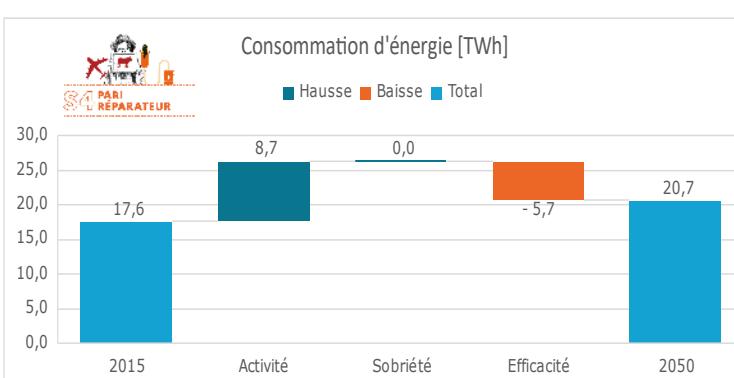
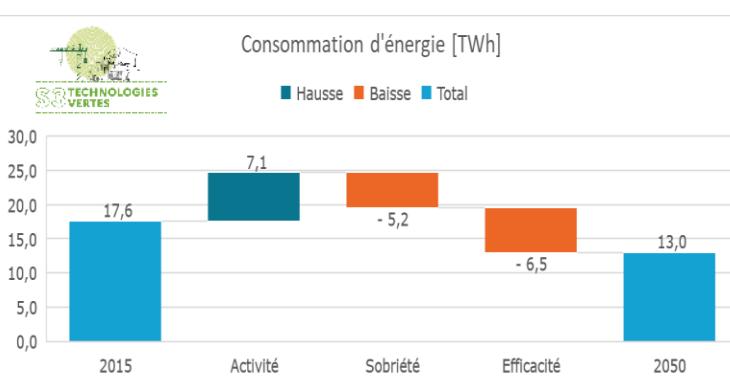
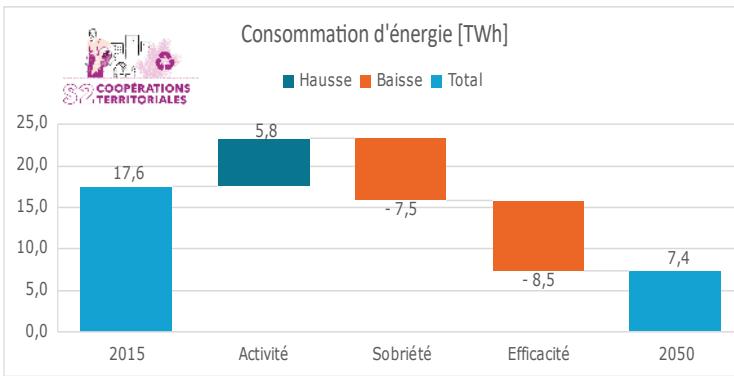
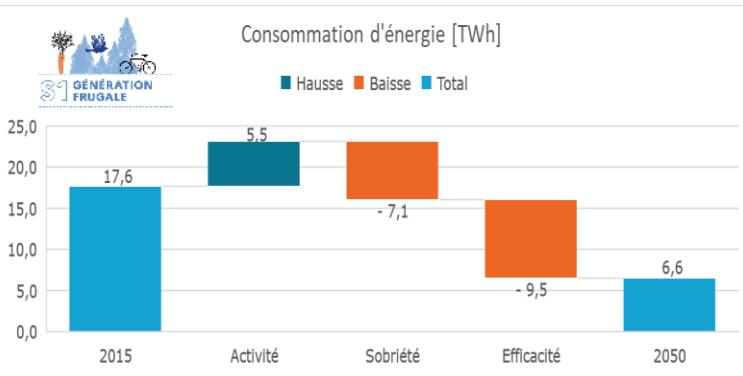
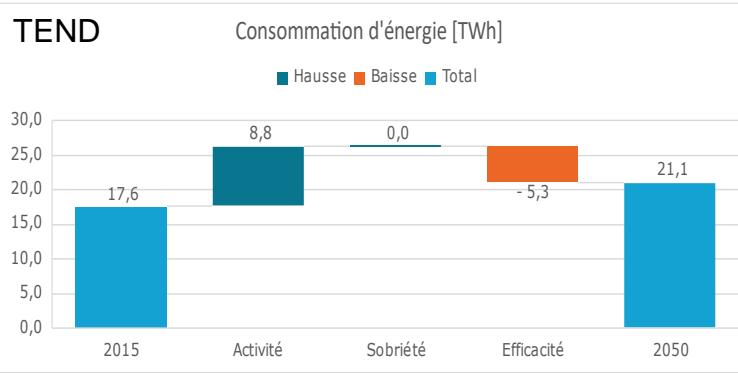
### Analyse

- Tout comme pour la consommation d'énergie, l'effet Activité pure contribue à la hausse dans tous les scénarios, du fait de la hausse tendancielle des surfaces de Santé.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.** Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios ([cf Facteurs d'émissions](#)). Dans TEND, cet effet est du même ordre de grandeur que l'Efficacité.
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.** Cet effet est plus fort dans TEND et S4 que dans S1, S2 et S3, contrairement à ce qui était constaté dans l'analyse en énergie : en effet, l'Efficacité permet la réduction d'une énergie bien plus carbonnée dans TEND et S4.
- L'effet Sobriété pousse les émissions à la baisse dans S1, S2 et S3 et compense presque l'Activité pure dans S1 et S2.**

# *Sport, Loisirs, Culture*

# Tertiaire – Sport, Loisirs, Culture

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

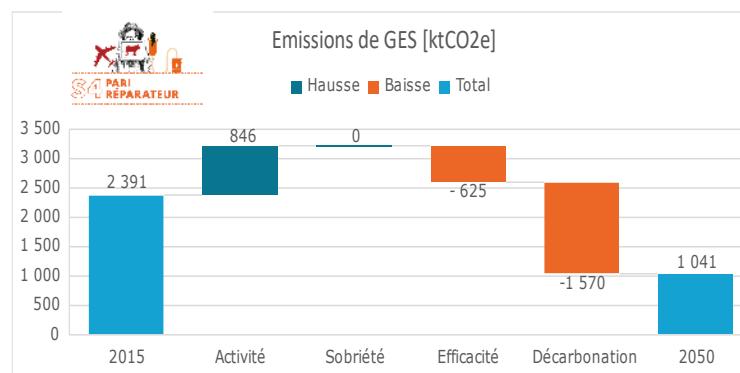
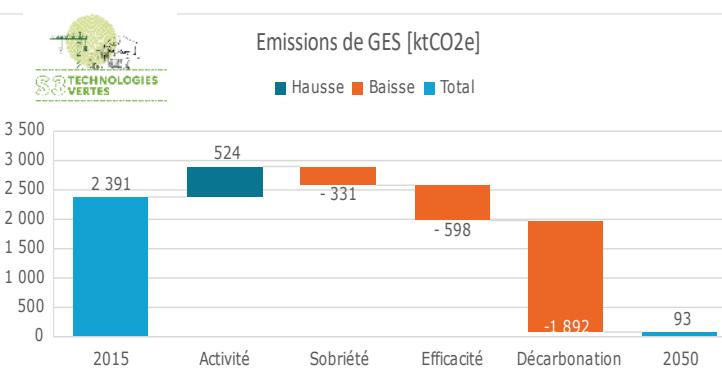
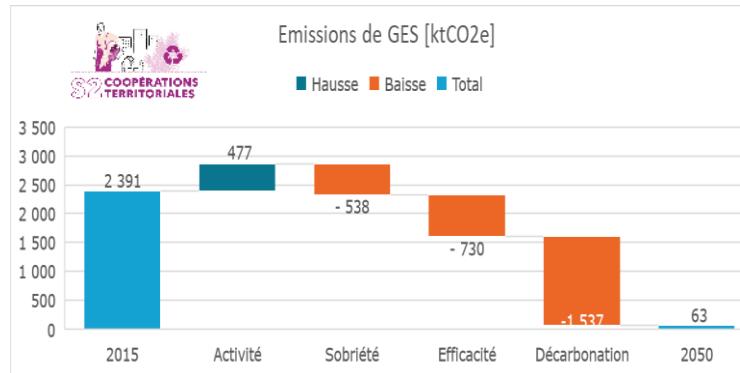
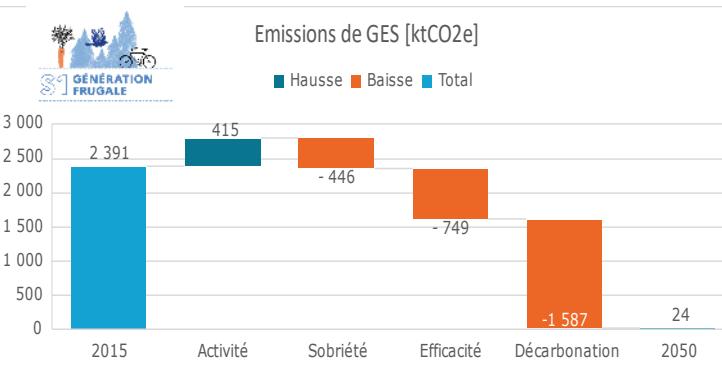
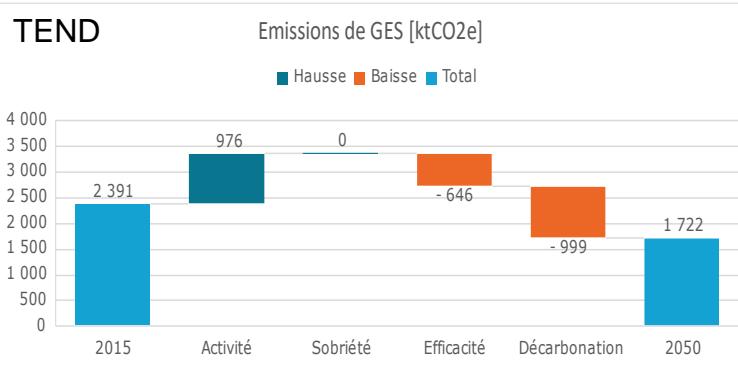
- En 2050, la consommation énergétique des bâtiments de Sport, loisirs et culture augmente dans le TEND et le S4 mais diminue dans les autres scénarios.
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND.

### Analyse

- L'Activité pure contribue à une hausse des consommations significative dans tous les scénarios. Cela est dû à la hausse tendancielle des surfaces de la branche.
- L'Efficacité est l'effet principal**, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios, bien que les valeurs soient du même ordre de grandeur que la Sobriété dans S1 et S2. C'est d'ailleurs dans ces deux scénarios que l'effet Efficacité est le plus important. Dans TEND et S4, l'effet Efficacité ne parvient pas à compenser l'activité pure (i.e. l'impact de la hausse tendancielle des surfaces de la branche).
- L'effet Sobriété contribue à une baisse forte dans S1 et S2, qui compense largement l'Activité pure.** Cela s'explique par des baisses significatives des surfaces par rapport au TEND. Cet effet est aussi important dans S3, mais inexistant dans S4.

# Tertiaire – Sport, Loisirs, Culture

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES.
- Les émissions deviennent résiduelles en 2050 dans S1, S2 et S3.

### Analyse

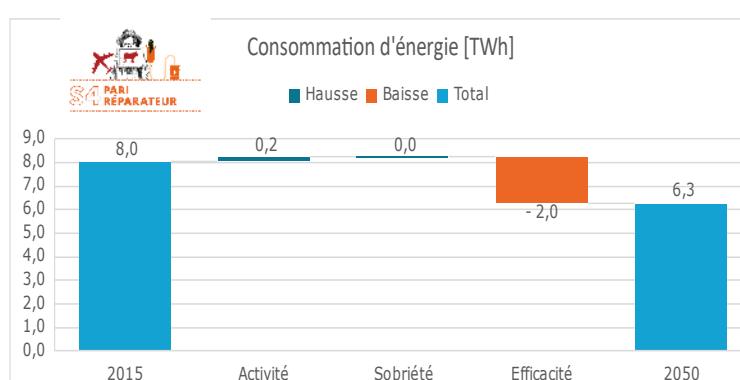
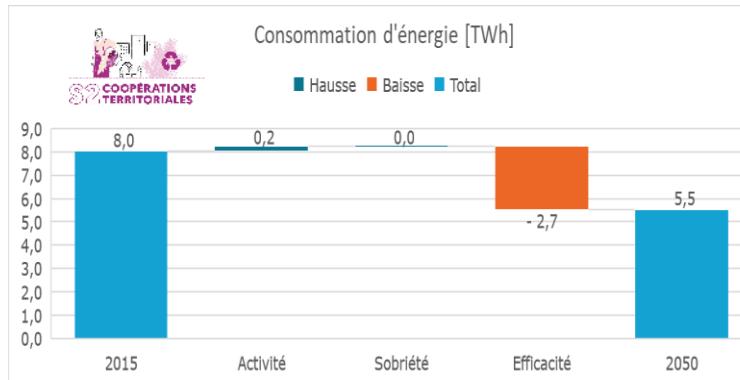
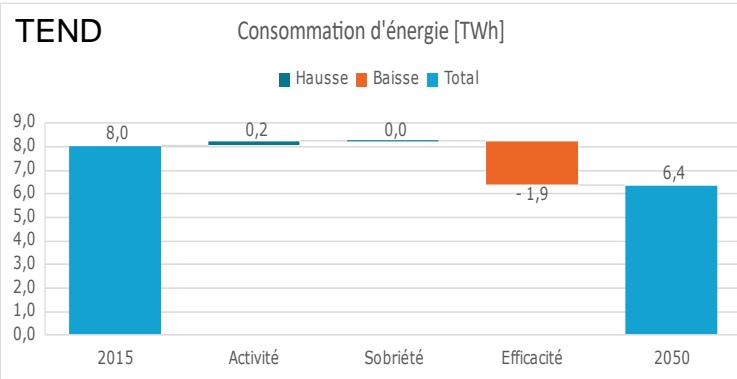
- Tout comme pour la consommation d'énergie, l'effet Activité pure contribue à la hausse dans tous les scénarios, du fait de la hausse tendancielle des surfaces de Sport, Loisirs, Culture. C'est surtout vrai pour TEND et S4, scénarios dans lesquels l'effet Activité pure est plus fort à cause d'une énergie plus carbonée.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios.** Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios ([cf Facteurs d'émissions](#)).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios**, sous l'effet de la rénovation énergétique du parc.
- L'effet Sobriété pousse les émissions à la baisse dans S1, S2 et S3** et fait plus que compenser l'effet d'Activité pure dans S1 et S2.

# *Transport*

*Cette catégorie recouvre les bâtiments de transport (gares, aéroports...) et non les véhicules*

# Tertiaire – Transport

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

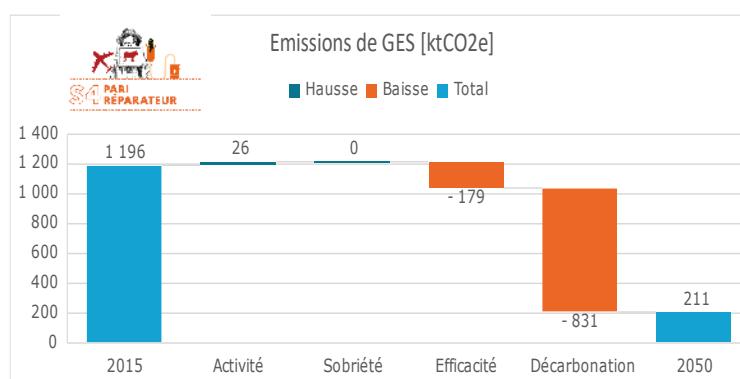
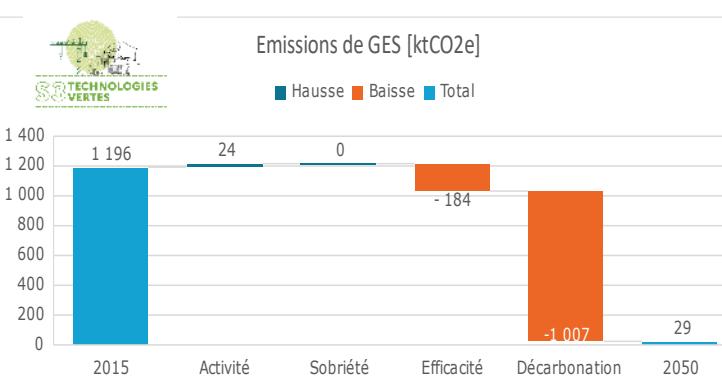
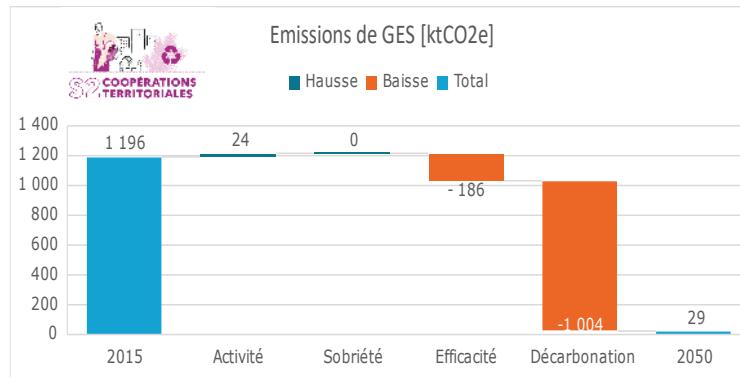
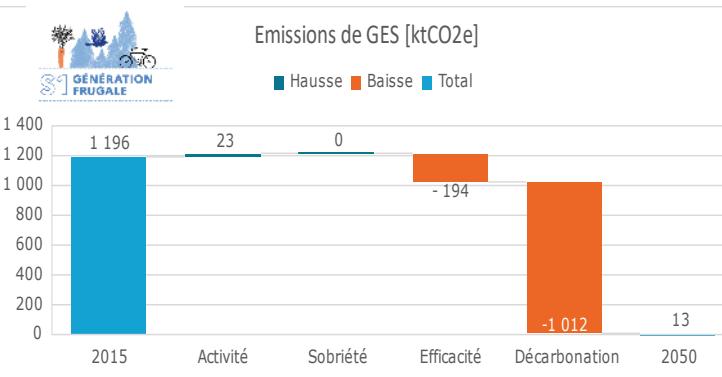
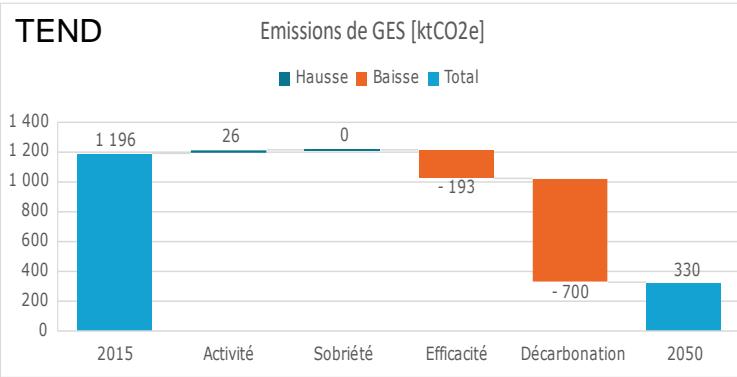
- En 2050, la consommation énergétique des bâtiments de la branche Transports diminue dans tous les scénarios (-20% à -35%).
- En 2050, l'ordre des scénarios du plus économique en énergie au plus énergivore est : S1, S2, S3, S4, TEND.

### Analyse

- L'Activité pure ne contribue qu'à une hausse très faible des consommations (+0,2 TWh), ce qui s'explique par la relative stabilité tendancielle des surfaces.
- L'Efficacité est le seul effet permettant la baisse de la consommation énergétique de la branche Transports.** Elle est plus prononcée dans S1 et S2, notamment car une part plus importante des bâtiments suivent le Dispositif Eco-Energie Tertiaire.
- Il n'y a pas d'effet Sobriété (mêmes surfaces dans tous les scénarios).

# Tertiaire – Transport

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES.
- Les émissions deviennent résiduelles en 2050 dans S1, S2 et S3.

### Analyse

- Tout comme pour la consommation d'énergie, l'effet Activité pure contribue à une hausse légère des émissions dans tous les scénarios.
- La décarbonation est de loin le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios**, avec des valeurs presque égales dans S1, S2 et S3. Cela est lié à la forte variation à la baisse des facteurs d'émissions des énergies dans tous les scénarios (cf Facteurs d'émissions).
- L'Efficacité est le second effet contribuant à la baisse des émissions dans tous les scénarios. Contrairement à l'énergie, cet effet est très proche dans tous les scénarios, car les scénarios avec les effets d'Efficacité le plus faibles en énergie –TEND et S4– sont ceux avec l'énergie évitée la plus carbonée et ces effets se compensent en émissions.
- Il n'y a pas d'effet Sobriété.

# *Data centers*

# Data centers

## Effets analysés

Usage	Activité pure	Sobriété			
		Sobriété d'Activité	Sobriété d'usage	Efficacité	Décarbonation
Augmentation tendancielle du volume de données	Baisse du volume de données (par rapport au tendanciel)	<p><i>Le niveau de détail des hypothèses n'a pas permis de séparer la sobriété énergétique d'usage de l'Efficacité, incluses dans la consommation unitaire.</i></p> <p><i>Il y a donc probablement une part de sobriété énergétique inclue dans l'effet efficacité.</i></p>	<p><i>Le niveau de détail des hypothèses n'a pas permis de séparer la sobriété énergétique d'usage de l'Efficacité, incluses dans la consommation unitaire.</i></p> <p><i>Il y a donc probablement une part de sobriété énergétique inclue dans l'effet efficacité.</i></p>	Baisse des consommations unitaires	Baisse du poids carbone de l'énergie utilisée due à la baisse des facteurs d'émission de l'électricité.

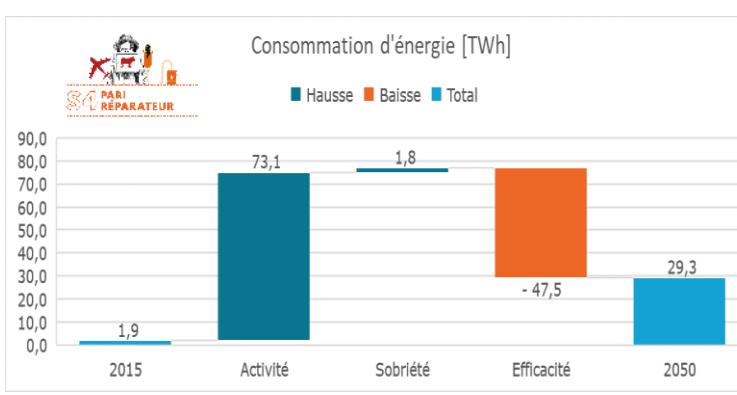
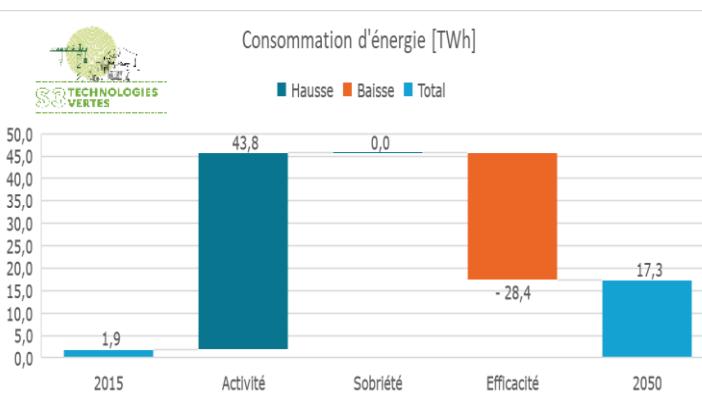
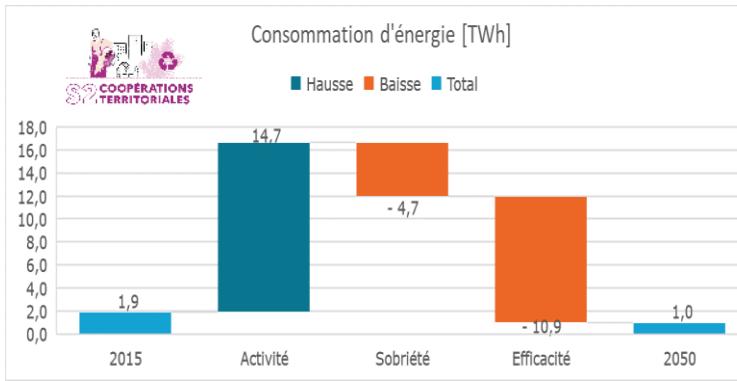
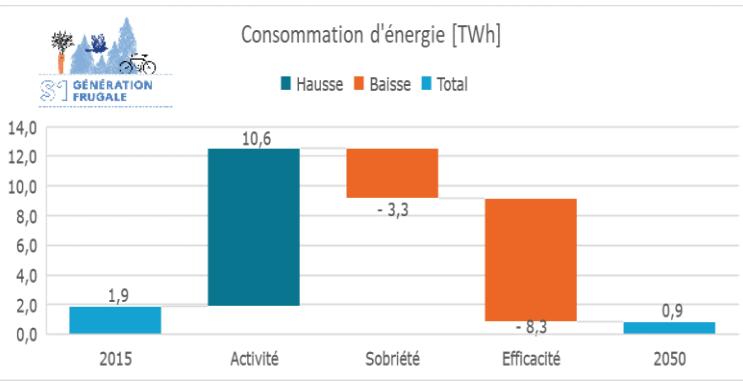
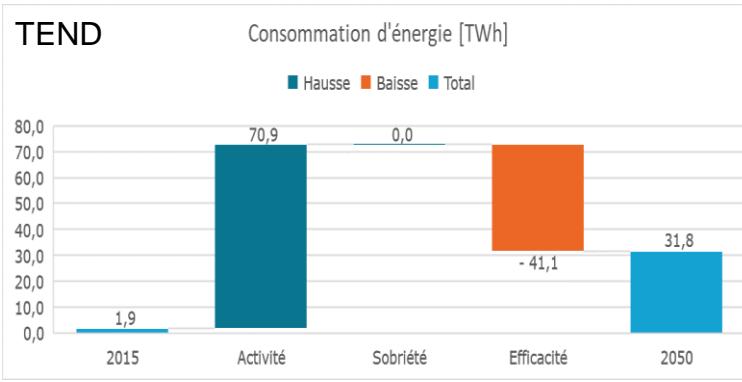
# Data centers

## Effets analysés

Leviers/ variables du modèle	2015	TEND		S1		S2		S3		S4	
		2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
<b>Datacenters</b>											
Volume de données total [EB]		56	607	81 035	510	7 210	607	7 573	607	81 035	872
Consommation unitaire - Datacenters [kWh/TB]		<b>34,1</b>	<b>5,3</b>	<b>0,4</b>	<b>4,2</b>	<b>0,1</b>	<b>5,3</b>	<b>0,1</b>	<b>4,1</b>	<b>0,2</b>	<b>4,4</b>

# Tertiaire – Data centers

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

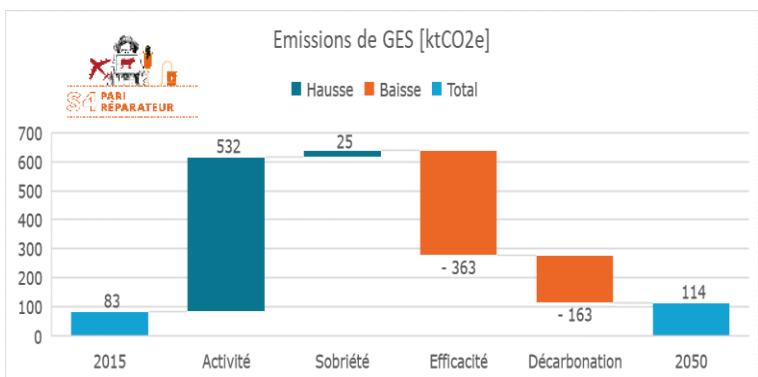
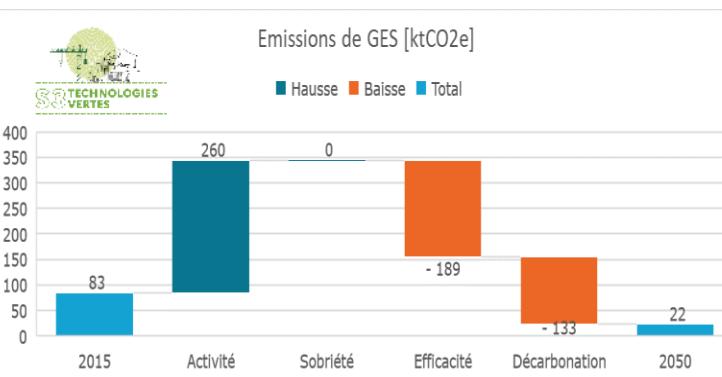
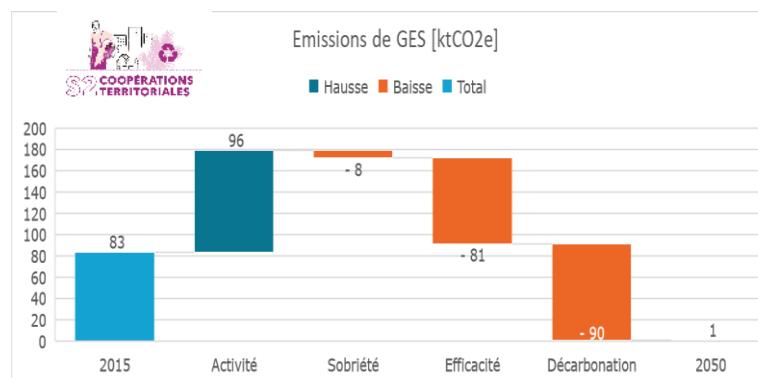
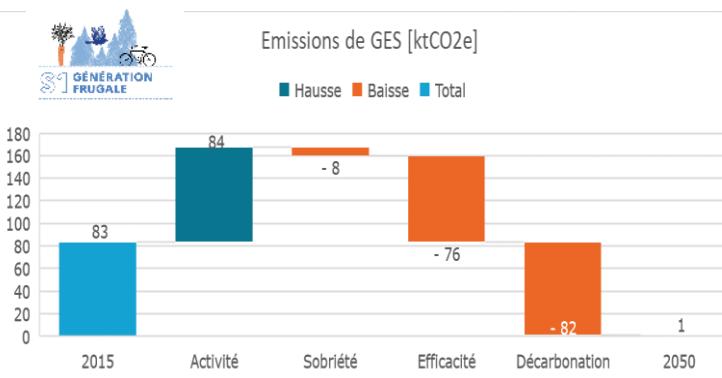
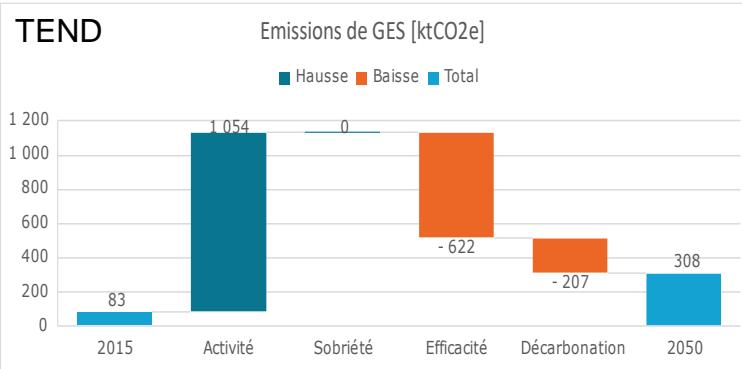
- En 2050, la consommation énergétique des data centers est extrêmement variable selon les scénarios. Elle diminue dans S1 et S2 alors qu'elle augmente considérablement dans S3 et surtout S4 et TEND (x15 par rapport à 2015).

### Analyse

- L'activité pure contribue à une hausse considérable des consommations dans tous les scénarios.** Cela est dû à la hausse tendancielle du volume de données. Le volume de données augmente dans tous les scénarios, mais cette hausse est très fortement accentuée dans les scénarios S3 et surtout TEND et S4.
- L'Efficacité est l'effet principal**, contribuant à une importante baisse des consommations dans tous les scénarios. Logiquement, cet effet est d'autant plus fort que le volume de données concerné est élevé (effet Efficacité 6 fois plus élevé en S4 qu'en S1).
- L'effet Sobriété contribue à une baisse importante dans S1 et S2**, ce qui s'explique par des baisses fortes des volumes de données par rapport au TEND. Il y a de l'Ebriété dans S4, car le volume de données est plus élevé que dans le TEND (omniprésence informatique, objets connectés, smart homes).

# Tertiaire – Data centers

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, les scénarios TEND et S4 voient les émissions de GES augmenter alors qu'elles baissent dans tous les autres scénarios.
- Les émissions deviennent résiduelles en 2050 dans S1 et S2. Toutefois, la hausse des émissions est relativement limitée au regard de l'explosion des consommations énergétiques des data centers dans les scénarios S3, TEND et S4.

### Analyse

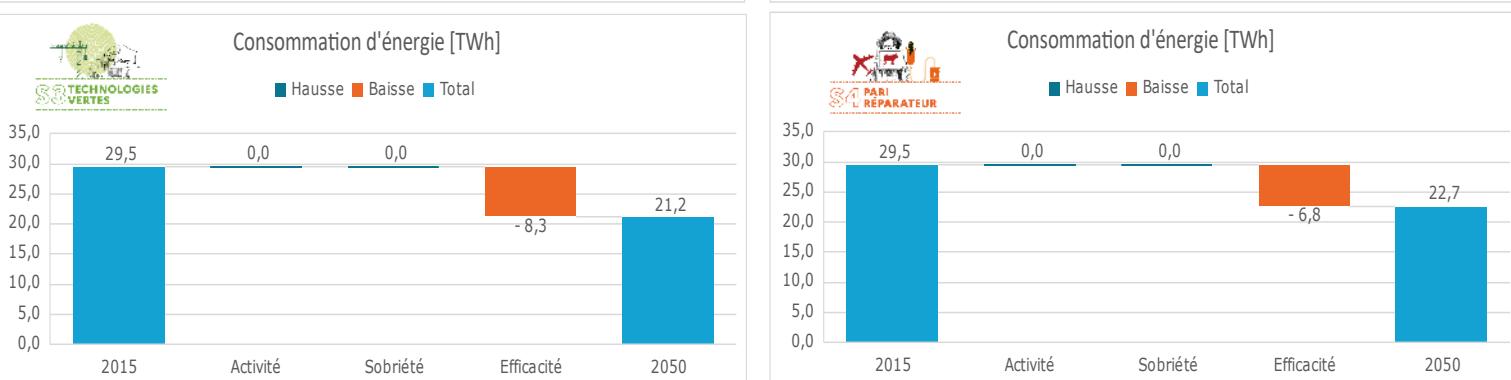
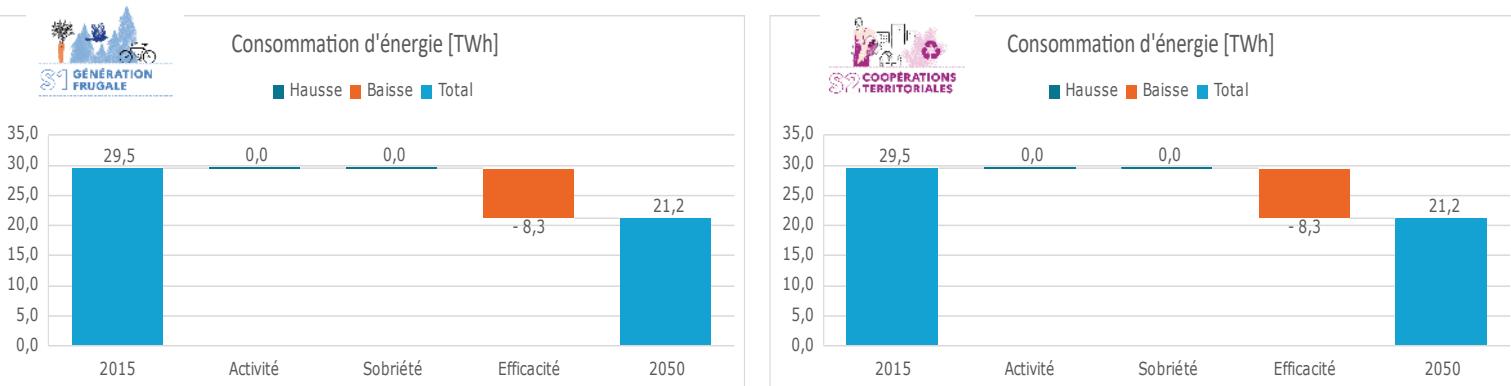
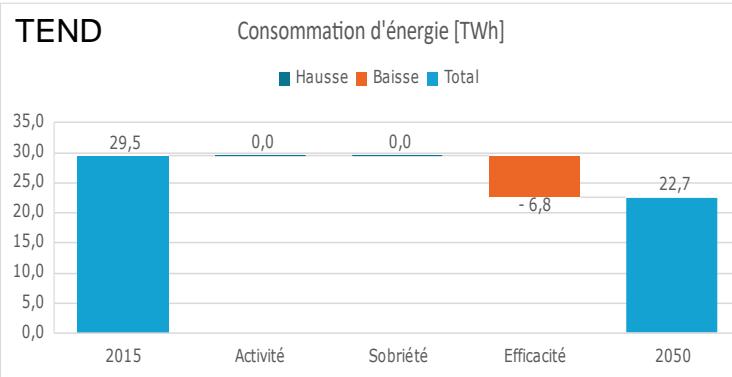
- Tout comme pour la consommation d'énergie, **l'effet Activité pure contribue à la hausse des émissions dans tous les scénarios**, du fait de la hausse tendancielle du volume de données.
- L'effet Sobriété pousse les émissions à la baisse dans S1 et S2 et à la hausse dans le S4, mais de manière relativement limitée.
- L'Efficacité est le principal effet contribuant à la baisse des émissions dans les scénarios TEND, S3 et S4.** Il est plus fort dans TEND car il permet d'éviter l'utilisation d'une électricité bien plus carbonnée que dans les autres scénarios.
- La décarbonation est le 1<sup>er</sup> facteur contribuant à la baisse des émissions dans S1 et S2**, à un niveau assez proche de l'efficacité. C'est le 2<sup>e</sup> effet pour les autres scénarios.

# *Autres secteurs hors CEREN*

*Eclairage public, Parties communes d'immeubles, Entrepôts frigorifiques,  
Armées, Grands centres de recherche, Télécommunication, Secteur de l'eau*

# Tertiaire – Autres secteurs hors CEREN

## Décomposition 2015-2050 de la consommation énergétique



### Les scénarios

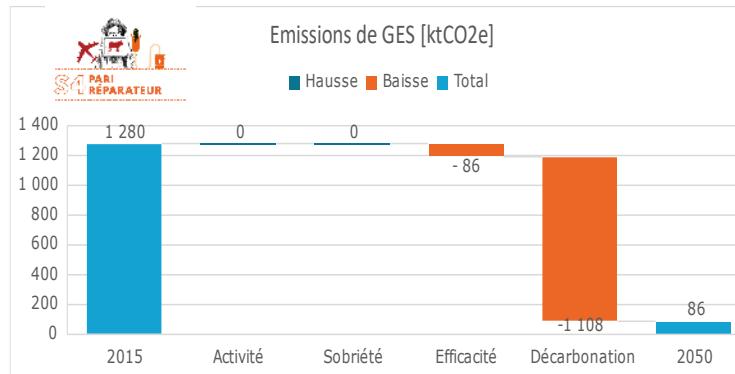
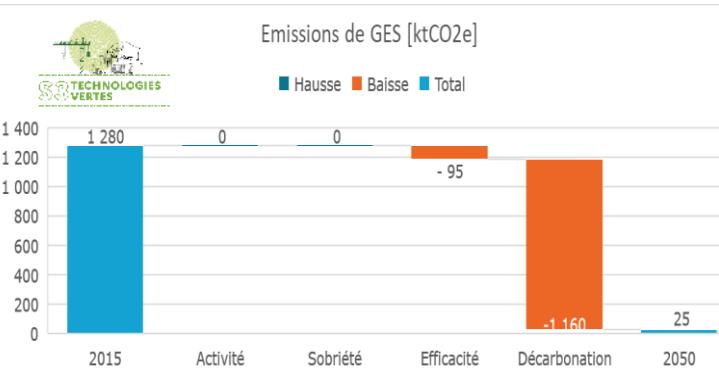
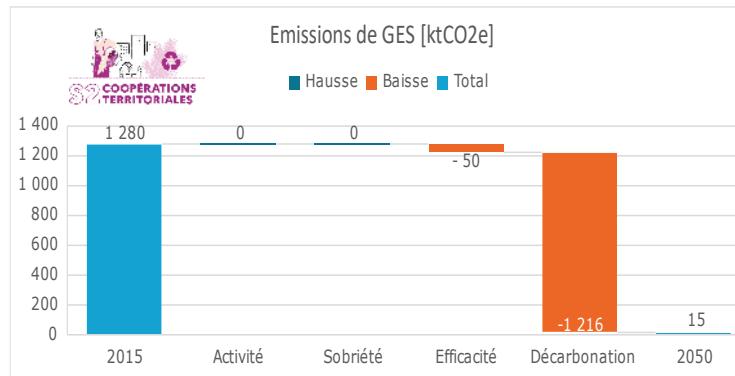
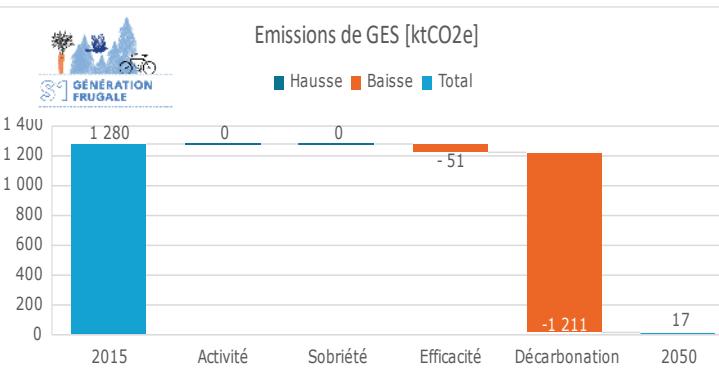
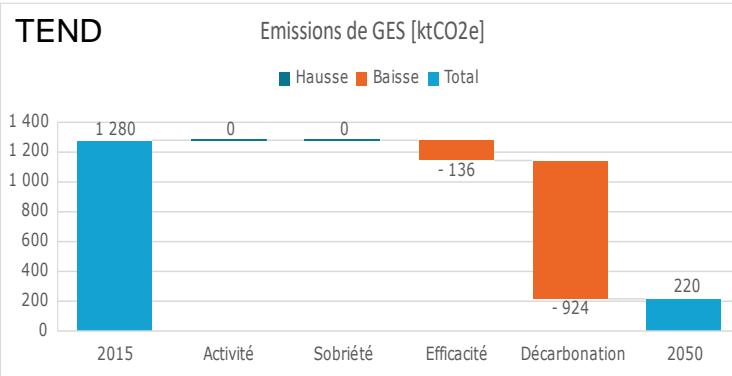
- En 2050, la consommation énergétique des autres secteurs hors CEREN diminue dans tous les scénarios.

### Analyse

- L'analyse des secteurs hors CEREN est simpliste car les seules données dont nous disposons sont les consommations énergétiques des différents scénarios.
- Les seules branches pour lesquelles les consommations diminuent sont l'éclairage public et les parties communes d'immeuble.
- Toute baisse de la consommation est assimilée à un effet d'efficacité, à défaut de données permettant d'aller plus loin dans l'analyse.

# Tertiaire – Autres secteurs hors CEREN

## Décomposition 2015-2050 des émissions de GES



### Les scénarios

- En 2050, tous les scénarios présentent une forte baisse des émissions de GES
- Les émissions deviennent résiduelles en 2050 dans S1, S2 et S3.

### Analyse

- Il n'y a pas d'effet d'Activité pure ni de sobriété car il a été impossible au vu des données de séparer ces effets.
- L'effet efficacité est plus élevé dans le TEND car les consommations évitées (bien qu'inférieures à S1, S2 et S3) sont plus carbonées. Même remarque pour le S4.
- L'effet décarbonation est le plus important dans tous les scénarios car l'électricité est fortement décarbonée quel que soit le scénario.



# RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

