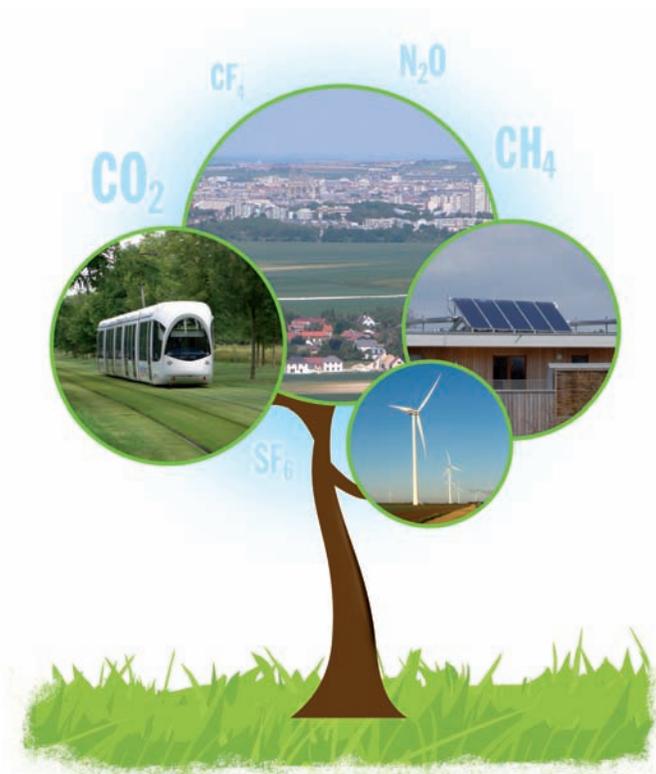


Émissions de Gaz à Effet de Serre et SCoT

Comparaison de scénarios d'aménagement
Outil GES SCoT

Guide technique et des facteurs d'émission



Émissions de Gaz à Effet de Serre et SCoT

*Comparaison de scénarios
d'aménagement
Outil GES SCoT*

*Guide technique
et des facteurs d'émission*

novembre 2011

La conception du contenu de l'outil et la rédaction de son manuel d'utilisation et du guide technique associés ont été réalisées, sous la coordination de Fabienne Marseille du Certu, par :

- Valérie Potier du Cete de l'Ouest ;
- Cécile Sroda du Cete de l'Est ;
- Nicolas Merle du Cete Nord Picardie ;
- Valérie Jakubowski du Cete du Sud-Ouest ;
- Manuel Mengoni du bureau d'étude Factor X ;
- Bruno Luquet, Georges Julienne et Ludovic Chambon du Certu ;
- les membres des comités de suivi du projet :
 - François Amiot, Guy Robin, Florent Chappel, Pierre Miquel et Dominique Oudot-Saintgery pour la DGALN,
 - Julie Laulhere, Sophie Debergue et Éric Prud'homme pour l'Ademe,
 - Chahoul Gaffar, Michel Cenut et Fabienne Marseille pour le Certu,
 - Anne Chobert d'ETD,
 - Sylvain Monteillet, Guillaume Tollis et Michèle Phelep du CGDD,
 - Audrey Charluet et Charles Henry de la Caisse des dépôts,
 - Charlotte Dianoux et Koulm Dubus de la DDEA10,
 - Alice Noël de la Dreal Champagne-Ardenne,
 - François Wellhoff du CGEDD,
 - ainsi que Anne Misseri, Valérie Potier, Cécile Sroda, Séverine Febvre et Nicolas Merle respectivement des Cete de Lyon, de l'Ouest, de l'Est, Normandie Centre et Nord Picardie ;
- les collectivités impliquées dans les phases de test de l'outil SCoT conduites pour la première par les Cete et pour la seconde par l'Ademe avec le soutien du bureau d'étude Sogreah :
 - SCoT des Vosges centrales,
 - SCoT de Bayonne,
 - SCoT du Valenciennois,
 - SCoT du Pays du Mans,
 - SCoT du Grand Creillois.

Sommaire

1. Pourquoi un guide technique et des facteurs d'émission ?	5
2. Contenu	5
3. Méthode	6
3.1 Démarche	6
3.2 Principe de construction de l'outil	11
3.3 Interprétation des résultats - Quelques ordres de grandeur	12
4. Poste Habitat	16
4.1 Leviers d'actions du SCoT	16
4.2 Postes d'émissions générées ou évitées	17
4.3 Principe méthodologique du poste usage de l'habitat neuf (résidences principales)	18
4.4 Prise en compte des résidences secondaires	29
4.5 Principe méthodologique du poste réhabilitation de l'habitat existant	32
5. Poste Tertiaire	41
5.1 Leviers d'actions du SCoT	41
5.2 Postes d'émissions générées ou évitées	41
5.3 Principe méthodologique du poste usage du parc de bâtiments tertiaires neufs	43
5.4 Principe méthodologique du poste réhabilitation du parc tertiaire existant	50
6. Poste Production locale d'énergie	53
6.1 Leviers d'actions du SCoT	53
6.2 Postes d'émissions générées et évitées	53
6.3 Principe méthodologique du poste production locale de chaleur urbaine	54
6.4 Principe méthodologique du poste production locale d'électricité à partir d'énergies renouvelables	57

7. Poste Changement d'affectation des sols	60
7.1 Leviers d'actions du SCoT	60
7.2 Postes d'émissions générées ou évitées	60
7.3 Urbanisation en extension	61
7.4 Urbanisation en renouvellement urbain - Affectation initiale du sol : surface « déconstruite »	65
7.5 Création de zones boisées ou d'espaces verts	67
7.6 Synthèse des facteurs d'émission pour le changement d'usage des sols	69
8. Poste Déplacements	70
8.1 Leviers d'actions	70
8.2 Principe méthodologique du poste déplacements	71
9. Personnes à contacter	87
10. Annexes	88

1. Pourquoi un guide technique et des facteurs d'émission ?

L'outil GES SCoT ®¹ est accompagné d'un **manuel d'utilisation** et d'un **guide technique et des facteurs d'émission**.

Le premier manuel décrit le fonctionnement de l'outil et a pour rôle de faciliter sa prise en main par les utilisateurs.

Ce second document est un document technique qui rassemble l'ensemble des réflexions et des choix méthodologiques, les hypothèses de calcul, les paramètres par défaut et les sources des données utilisées pour construire l'outil GES SCoT. Il permet à l'utilisateur d'identifier les valeurs et paramètres introduits par défaut dans l'outil et de les remplacer s'il juge en posséder de plus pertinents. **Cette opération devra être exécutée en toute transparence et les modifications apportées aux valeurs par défaut de l'outil devront être présentées et justifiées en même temps que les résultats.**

2. Contenu

Après quelques éléments de cadrage dont la vocation est de fournir des ordres de grandeur en matière d'émissions de GES d'un territoire, le guide est structuré par poste d'émissions. Le guide explicite pour chaque poste :

- les leviers d'actions identifiés en lien avec le SCoT ;
- les émissions de gaz à effet de serre (GES) générées ou évitées du fait de l'activation de ces leviers ;
- les hypothèses émises ainsi que les paramètres introduits dans les calculs ;
- les sources des paramètres et les valeurs par défaut utilisées.

¹ Le nom de l'outil GES SCoT est déposé à l'Institut national de la propriété industrielle (INPI), son contenu est déposé à l'agence de protection des programmes (APP).

3. Méthode

3.1 Démarche

La démarche d'élaboration de l'outil GES SCoT s'est organisée en deux phases. La première, conduite en 2008, s'est appuyée sur un état des lieux des méthodes et outils disponibles dans le champ de l'effet de serre, en France et en Europe et a abouti au constat d'une inadéquation de la méthode Bilan Carbone® Territoire de l'Ademe en approche projet, pour l'évaluation d'un projet d'urbanisme. Aucune autre méthode n'a par ailleurs été identifiée qui pouvait convenir en l'état².

Face à ce constat, un groupe de travail a été mis en place, associant des collectivités et des personnes intervenant sur les problématiques effet de serre / énergie / climat et urbanisme. Un cahier des charges pour la mise en place d'un nouvel outil a été proposé afin de préciser : sa vocation, le public intéressé, son insertion dans la démarche d'urbanisme, ses caractéristiques et les usages attendus.

Le cahier des charges stipulait que GES SCoT soit un outil :

- nécessairement simple d'utilisation ;
- facile d'appropriation par les agents et les élus : méthode claire et finalité bien identifiée ;
- avec une méthodologie transparente, des calculs et des résultats justifiables et calculés le plus objectivement possible afin d'éviter l'arbitraire : poser les règles du jeu, fixer le périmètre et les indicateurs, expliciter les hypothèses de calculs ;
- facilitant au maximum la collecte des données et leur actualisation régulière (rapport entre la disponibilité des données-sources, la temporalité de l'évaluation et du suivi des documents).

Caractérisant les principaux postes émetteurs, cet outil aide la structure porteuse du SCoT à atteindre certains objectifs fixés par l'article L 121-1 du Code de l'urbanisme, notamment la réduction des émissions de GES.

Utilisé au moment de la réflexion sur les scénarios dans le cadre de l'élaboration du projet d'aménagement et de développement durable (PADD), il a pour vocation de permettre leur comparaison en matière d'émissions de GES, cela afin d'apporter des éléments d'aide à la décision.

² Étude sur l'applicabilité du Bilan Carbone® Territoire, aux documents d'urbanisme et opérations d'aménagement – rapport définitif, octobre 2008. Ademe, document non public.

Enfin, il s'agit d'un outil d'aide à la décision s'inscrivant dans la démarche de projet d'élaboration du SCoT pour éviter l'effet « étude en plus », avec une portée opérationnelle (contribution réelle au projet).

3.1.1 Postes d'émissions retenus

L'objectif de l'outil n'est pas d'être exhaustif, ni de faire le Bilan Carbone® du Territoire, mais de quantifier en émissions de gaz à effet de serre les postes d'émissions pour lesquels le SCoT présente un réel levier d'actions.

Les émissions dues à l'usage du bâti (chauffage, eau chaude sanitaire, électricité spécifique)

- Habitat à construire : localisation, typologie (individuel/collectif), norme énergétique, mix énergétique.
→ Émissions dues à l'usage de l'habitat neuf.
- Habitat à réhabiliter : taux de réhabilitation du parc de logements, gains énergétiques moyens attendus par isolation thermique, introduction d'énergies renouvelables, mix énergétique.
→ Gains sur l'usage de l'habitat réhabilité.
- Parc tertiaire à construire : nombre et distribution des emplois à accueillir par activité, mix énergétique et utilisation d'énergies renouvelables.
→ Émissions dues à l'usage du tertiaire à construire.
- Surface tertiaire à réhabiliter : gains énergétiques moyens attendus par isolation thermique de ces surfaces, introduction d'énergies renouvelables.
→ Gains sur l'usage du tertiaire réhabilité.

Production locale d'énergie et développement des énergies renouvelables sur le territoire

- Production locale de chaleur urbaine : développement du réseau de chaleur via le nombre de logements et d'emplois raccordés au réseau, évolution du mix énergétique ou utilisation d'énergies renouvelables pour la production de chaleur.
- Production locale d'électricité : évolution de la puissance installée pour les énergies renouvelables dites électriques : éolien, hydroélectricité, solaire photovoltaïque et biomasse.
→ Gains d'émissions générés par la production de chaleur urbaine et la production d'électricité par les énergies renouvelables installées sur le territoire.

Changement d'affectation des sols³

- Urbanisation en extension (déstockage du carbone séquestré dans les sols et la végétation) ou en renouvellement (émissions dues à la déconstruction).
→ Émissions dues au changement d'affectation des sols.
- Création de zones boisées et d'espaces verts.
→ Gains d'émissions dûs au stockage du carbone dans les sols et la biomasse.

Les déplacements de personnes

- Accueil des populations nouvelles : localisation résidentielle et qualité de la desserte de ces territoires.
→ Émissions des déplacements pour les populations nouvelles.
- Évolution de la mobilité de la population « actuelle » : choix de localisation et rapprochement des zones commerciales et des zones d'emploi des zones de logements, amélioration de la desserte en transport en communs (TC), mesures de rationalisation des déplacements touristiques.
→ Gains sur les émissions des déplacements de la population permanente et touristique.

Le transport de marchandises

- Mise en place de mesures visant à rationaliser la logistique urbaine.
→ Gains sur les émissions dues au transport de marchandises.

3.1.2 Postes d'émissions écartés

Pour des raisons explicitées ci-après, plusieurs postes d'émissions n'ont pas été retenus dans cette première version de l'outil GES SCoT.

• L'industrie

Ce poste génère des émissions liées à l'usage des locaux et aux procédés de fabrication. Pour ces derniers, les émissions sont très différentes d'une activité à l'autre, voire très différentes dans une même branche d'activité.

Prendre en compte ces émissions dans un outil voulu simple conduirait l'utilisateur à des erreurs d'interprétation de résultats, guidant vers des choix contre-productifs et de mauvais arbitrages entre les postes d'émissions (exemple : refus d'un type d'industrie sur son territoire, développement d'une mono-économie...).

³ Sous cette appellation, on désignera dans la suite du document les grands principes d'organisation de l'espace, le SCoT n'étant pas une carte de destination des sols.

Par ailleurs, il est à noter que :

- le suivi et l'évaluation environnementale de ces activités sont encadrés par le statut ICPE de ces établissements qui réglemente les émissions ;
- le secteur industriel français consomme essentiellement du gaz naturel, choix énergétique sur lequel le SCoT n'aura pas de marge de manœuvre ;
- selon les statistiques nationales, les émissions d'usage en chauffage et eau chaude sanitaire ne présentent qu'une faible part (moins de 10 %) des consommations énergétiques de ce poste, pour lequel l'essentiel des émissions est associé aux procédés industriels ;
- la prise en compte dans l'outil des émissions liées à l'usage des locaux industriels nécessiterait un important travail d'exploitation des bases de données nationales pour une part d'émissions faible, peu représentative de ce poste pour lequel le levier SCoT est peu évident.

• L'agriculture

Ce poste regroupe les émissions non énergétiques dues à l'emploi d'engrais (fabrication et épandage) et les émissions énergétiques liées aux consommations des bâtiments et engins.

Lors de l'élaboration de l'outil, l'impact GES des différents types d'agriculture (biologique, traditionnel, de proximité, intensive...) est insuffisamment défini pour y être intégré. De plus, le SCoT est un document d'urbanisme spatialisant le territoire concerné dans un objectif d'assurer notamment les grands équilibres entre d'une part, les espaces urbanisés et à urbaniser et d'autre part, les espaces ruraux, naturels, agricoles, forestiers. Il ne peut favoriser un type d'agriculture au détriment d'un autre. En conséquence, le choix a été fait de ne pas retenir ce poste dans la première version de l'outil. Pour information, l'Ademe a développé l'outil ClimAgri®, outil adapté aux spécificités de l'agriculture et de la forêt et conçu pour réaliser un diagnostic territorial des consommations d'énergies et des émissions de GES.

• Le traitement des déchets

Ce poste génère des émissions dues aux filières de traitement des déchets présentes sur le territoire (UIOM, CET, compostage). Si le SCoT peut jouer un rôle, notamment dans l'implantation de centres de traitement sur son territoire, les compétences en matière de déchets sont multiples, complexes et encadrées par les plans régionaux et départementaux des déchets ménagers et assimilés. Les leviers d'actions au niveau du SCoT sont trop complexes pour retenir ce poste.

• Le traitement de l'eau

Ce poste concerne les émissions de GES liées aux processus de traitement des eaux usées produites sur le territoire et n'est pas développé dans l'outil en absence de leviers sur le choix des filières de traitement. Les données d'entrée sont difficilement accessibles, notamment le surplus de consommation d'eau et de rejets des eaux usées induit par les nouvelles populations et les nouveaux emplois.

• Les émissions liées aux matériaux de construction

Hormis la possibilité de définir des secteurs dans lesquels l'ouverture de nouvelles zones d'urbanisation est subordonnée à l'obligation pour les constructions, travaux, installations et aménagements, de respecter des critères de performances énergétiques renforcées (L 122-1-5), le SCoT ne permet pas d'imposer un choix de matériaux par rapport à un autre.

• Dans le poste énergie

Le poste Énergie de l'outil GES SCoT ne retient pas la production énergétique nationale sur laquelle le SCoT n'a pas de marge de manœuvre. En effet, les investissements dans les infrastructures « lourdes » de production et de transport sont décidés au niveau national (programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité).

• Dans le poste déplacements

Les postes déplacements des personnes et transports des marchandises ne retiennent pas les émissions générées par :

- les non-résidents se déplaçant dans le territoire du SCoT (occupant les emplois locaux, fréquentant les services métropolitains...), qui sont minoritaires et difficiles à estimer ;
- la mobilité à longue distance, minoritaire en comparaison à la mobilité locale, difficile à mesurer et sur laquelle l'organisation territoriale a peu d'influence ;
- la mobilité liée aux loisirs et vacances (une approche simplifiée est proposée) ;
- le trafic de marchandises externes (échange et transit).

3.2 Principe de construction de l'outil

Le principe général de l'outil consiste à croiser des données d'entrée constitutives d'un scénario d'aménagement, brutes ou transformées, avec des facteurs d'émission permettant de traduire une valeur physique (nombre, surface...) en émissions de gaz à effet de serre (en équivalent CO₂).

Principe de calcul	Exemple
Données d'entrée * valeurs de passage * facteur d'émission = kg eq CO ₂	Population à accueillir – localisation des logements à construire : urbain/péri-urbain/rural et en fonction de la qualité de la desserte. En fonction des critères : localisation du bâti et qualité de la desserte, détermination d'un nombre de km parcourus par personne et par mode (VP, TC), issus des enquêtes ménage/déplacement → Nombre total de km parcourus en VP/TC * facteur d'émission en eq CO ₂ /km/mode de transport → Émissions de GES engendrées par les déplacements de cette population

Source : Certu

3.2.1 Les facteurs d'émission

Les facteurs d'émission utilisés proviennent essentiellement de la méthode Bilan Carbone® de l'Ademe et sont listés en annexe 1. Les précisions méthodologiques concernant leur construction sont disponibles dans le guide des facteurs d'émission de la méthode Bilan Carbone® de l'Ademe⁴.

L'utilisation des facteurs d'émission de l'Ademe conditionne le périmètre étudié. En effet, ces facteurs prennent en compte non seulement les émissions directes générées par les activités présentes sur le territoire mais également les émissions de GES indirectes qui ont lieu en-dehors du territoire, en lien avec ces activités.

Par exemple, pour un combustible consommé sur le territoire, le coefficient d'émission de l'Ademe intègre également sa production, même si elle n'a pas lieu sur le territoire, et son acheminement.

Des facteurs d'émission complémentaires ont été recherchés et/ou construits pour GES SCoT pour les postes « changement d'affectation des sols » et « déplacements ».

Leur construction et leur source sont précisées en détail dans ce guide.

⁴ site Internet de l'Ademe /Bilan Carbone /documents techniques /documents généraux :
<http://www2.Ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=15729&m=3&catid=22543>

3.3 Interprétation des résultats - Quelques ordres de grandeur

3.3.1 Les émissions de gaz à effet de serre en France

Pour information, en France : Émissions de CO₂ en 2008 : 306 Mt -
Évolution 2008 / 1990 : -13 %

Les secteurs contribuant aux émissions de CO₂ hors UTCF⁵ et classés par ordre d'importance pour la France métropolitaine sont les suivants (données CITEPA pour l'année 2008) :

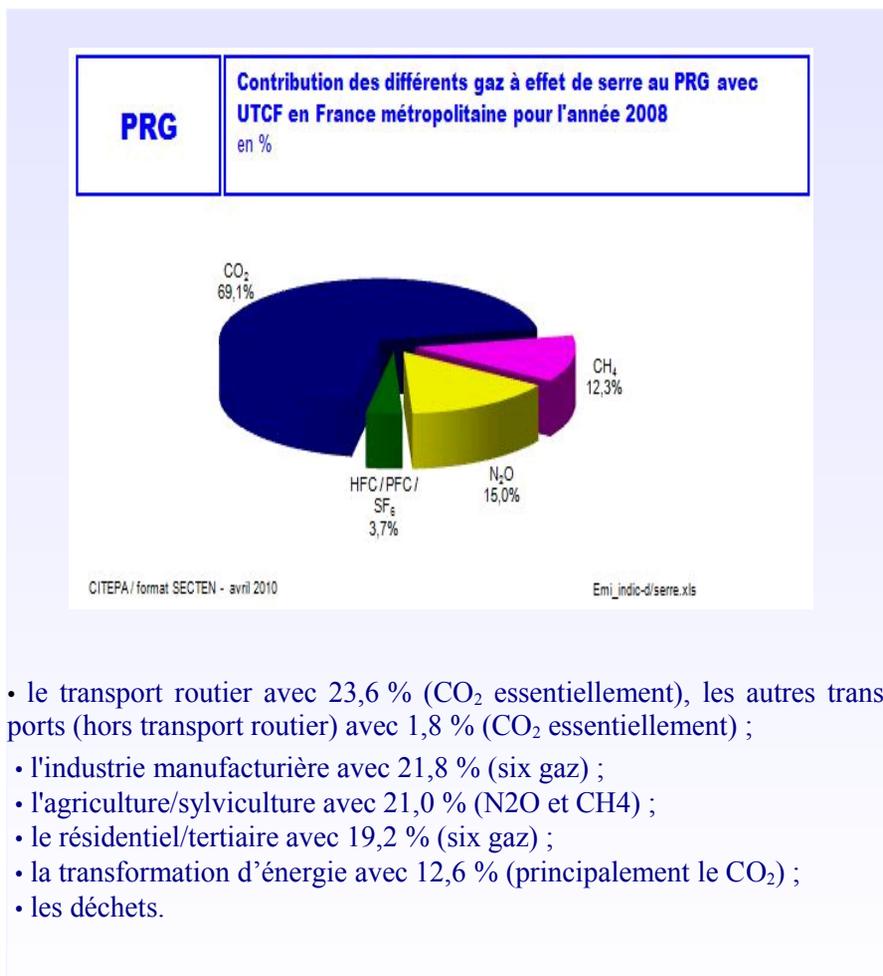
- le transport routier : 31 % des émissions totales, les autres transports : 2,1% ;
- l'industrie manufacturière : 24,7 % dont 28 % provient du sous-secteur des minéraux non métalliques et matériaux de construction et 21 % du sous-secteur de la chimie ;
- le résidentiel/tertiaire : 23,1 % dont 70 % sont directement imputables au sous-secteur résidentiel ;
- la transformation d'énergie : 16,3 % dont 46 % provient du sous-secteur de la production d'électricité et 28 % du raffinage du pétrole ;
- l'agriculture/sylviculture : 2,8 % (l'essentiel des GES émis par l'agriculture n'est pas lié à la consommation d'énergie) ;
- les déchets.

Les secteurs contribuant au Pouvoir de réchauffement global (PRG, exemple PRG à 100 ans)

Cet indicateur vise à regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de toutes les substances contribuant à l'accroissement de l'effet de serre.

Conventionnellement, on se limite aux gaz à effet de serre direct et plus particulièrement aux six gaz pris en compte dans le protocole de Kyoto : le CO₂, le CH₄, le N₂O, les HFC, les PFC et le SF₆.

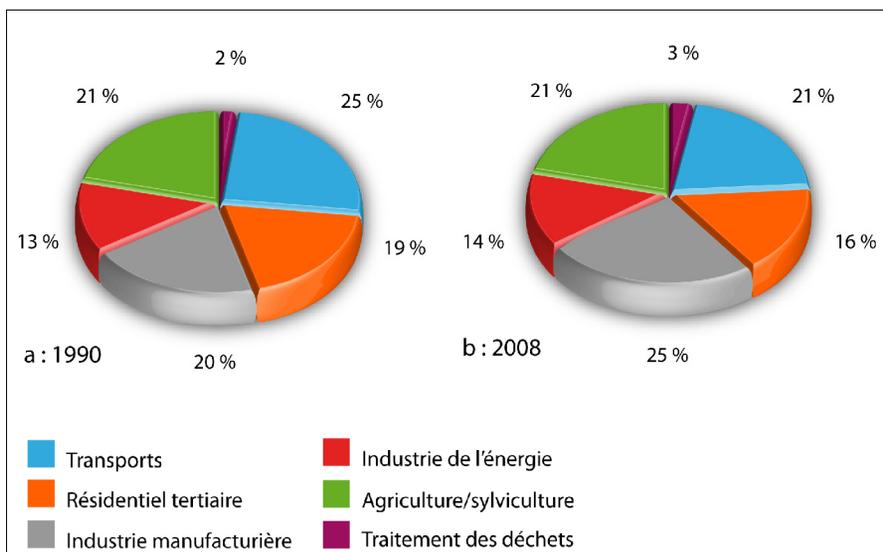
⁵ Utilisation des terres, leur changement et la forêt



3.3.2 Évolution des émissions de gaz à effet de serre en France

Sur les six secteurs, quatre voient leur contribution diminuer par rapport à 1990 : l'industrie manufacturière, l'industrie de l'énergie, l'agriculture et les déchets. En revanche, deux secteurs dont le poids en matière d'émissions pèse de façon importante ont considérablement augmenté depuis 1990 : le secteur des transports et celui des bâtiments (résidentiel-tertiaire⁶ dans les graphes) ; deux secteurs sur lesquels l'urbanisme dispose de leviers.

⁶ Émissions liées à la consommation d'énergie des secteurs résidentiel (détaillées au chapitre « Poste habitat ») et tertiaire (bureaux, commerces, bâtiments de santé..., détaillées au chapitre « Poste tertiaire »).



Poids relatif des différents secteurs d'activité dans le total émis en 1990 et en 2008
- source inventaire : PNLCC CITEPA, MEEDDM, édition décembre 2009

3.3.3 Les émissions de GES à l'échelle du territoire du SCoT – Exemples de bilans des émissions de GES pour quelques territoires issus de Plans climats énergie territoires (PCET)

Caractéristiques du territoire	Méthode d'évaluation des émissions de GES	Pourcentage par poste d'émissions
PCET du Syndicat mixte SCoT des Vosges Centrales		
Échelle territoriale : SCoT Lorraine, Vosges (88) 120 000 habitants 1 220 km ² 101 communes	Bilan Carbone® Territoire	Transports : 32 % Habitat : 19 % Agriculture : 17 % Industrie : 13 % Déchets : 2 %
PCET du syndicat mixte pour le SCoT des cantons de Huningue et de Sierentz et Pays de Saint-Louis et des Trois Frontières		
Échelle territoriale : SCoT Alsace, Haut-Rhin (68) 72 787 habitants 277 km ² 41 communes	Inventaire ASPA	Transports : 38 % Résidentiel : 33 % Industrie : 16 % Agriculture : 9 %

Caractéristiques du territoire	Méthode d'évaluation des émissions de GES	Pourcentage par poste d'émissions
PCET du Syndicat mixte Caen-Métropole		
Échelle territoriale : SCoT Basse-Normandie, Calvados (14) 340 000 habitants 900 km ² 143 communes	Bilan Carbone® Territoire	Transports : 21 % Industrie : 25 %
PCET du Syndicat mixte du Pays des Mauges		
Échelle territoriale : pays Pays de la Loire, Maine-et-Loire (49) 123 753 habitants 1 503 km ² 71 communes	Bilan Carbone® Territoire	Transports : 47 % Agriculture : 32 % Résidentiel : 12 %
PCET du Syndicat mixte du Pays du Cambrésis		
Échelle territoriale : SCoT Nord-Pas-de-Calais, Nord (59) 156 000 habitants 890 km ² 110 communes	Outil dérivé de la qualité de l'air, cadastre des émissions d'Atmo Nord-Pas-de- Calais	Résidentiel : 30 % Transports : 22 % Industrie : 23 % Agriculture : 20 % Déchets : 4 %

Source : <http://www.pcet-Ademe.fr/>

On peut noter des distributions différentes en fonction des territoires. Les transports sont prédominants dans la plupart de ces bilans d'émissions de GES. De plus, en fonction des territoires, les secteurs de l'industrie ou de l'agriculture prennent un poids important, jusqu'à supplanter le poste habitat-logement. Malgré leur importance, ils n'ont pas été retenus dans cette première version de l'outil, en raison des éléments développés précédemment : le SCoT ne permet pas de choisir le type d'industrie à accueillir sur son territoire, ni les processus qui seront utilisés. De la même manière, le SCoT ne peut imposer le type d'agriculture à implanter sur son territoire.

Ces disparités mettent en évidence l'intérêt de mener une démarche de réduction des GES spécifique à chaque territoire.

4. Poste Habitat

4.1 Leviers d'actions du SCoT

Au-delà de la construction conforme à la norme RT 2012, le document d'orientation et d'objectifs (DOO) du SCoT peut définir des secteurs dans lesquels l'ouverture de nouvelles zones à l'urbanisation est subordonnée à l'obligation pour les constructions, travaux, installations et aménagements, de respecter des performances énergétiques renforcées.

Eu égard de la politique de l'habitat et en application de l'article L 122-1-7 du Code de l'urbanisme, le DOO en définit les objectifs et les principes. Il précise :

- 1 - les objectifs d'offre de nouveaux logements, répartis le cas échéant entre les établissements publics de coopération intercommunale ou par commune ;
- 2 - les objectifs de la politique d'amélioration et de réhabilitation du parc de logements existants, public ou privé.

En matière de GES, l'outil permet de se questionner sur :

- **la localisation urbain / périurbain** qui influe sur la répartition individuel/collectif, la surface moyenne des logements et le mix énergétique ;
- **la répartition de l'habitat entre individuel et collectif** qui influe également sur la surface moyenne des logements et sur le mix énergétique;
- **la norme de construction** (ouverture à l'urbanisation subordonnée à des performances énergétiques et environnementales renforcées (article L122-1-5 du Code de l'urbanisme) qui influe sur la consommation des logements par unité de surface ;
- **la réhabilitation du bâti existant** : isolation thermique, équipement en énergies renouvelables, évolution du mix énergétique.

4.2 Postes d'émissions générées ou évitées

Le développement urbain d'un territoire s'accompagne notamment de construction de nouveaux logements et peut également s'intéresser à la réhabilitation des logements existants.

Dans cette partie de l'outil, il s'agit donc de quantifier les émissions de GES :

1 - générées par l'usage :

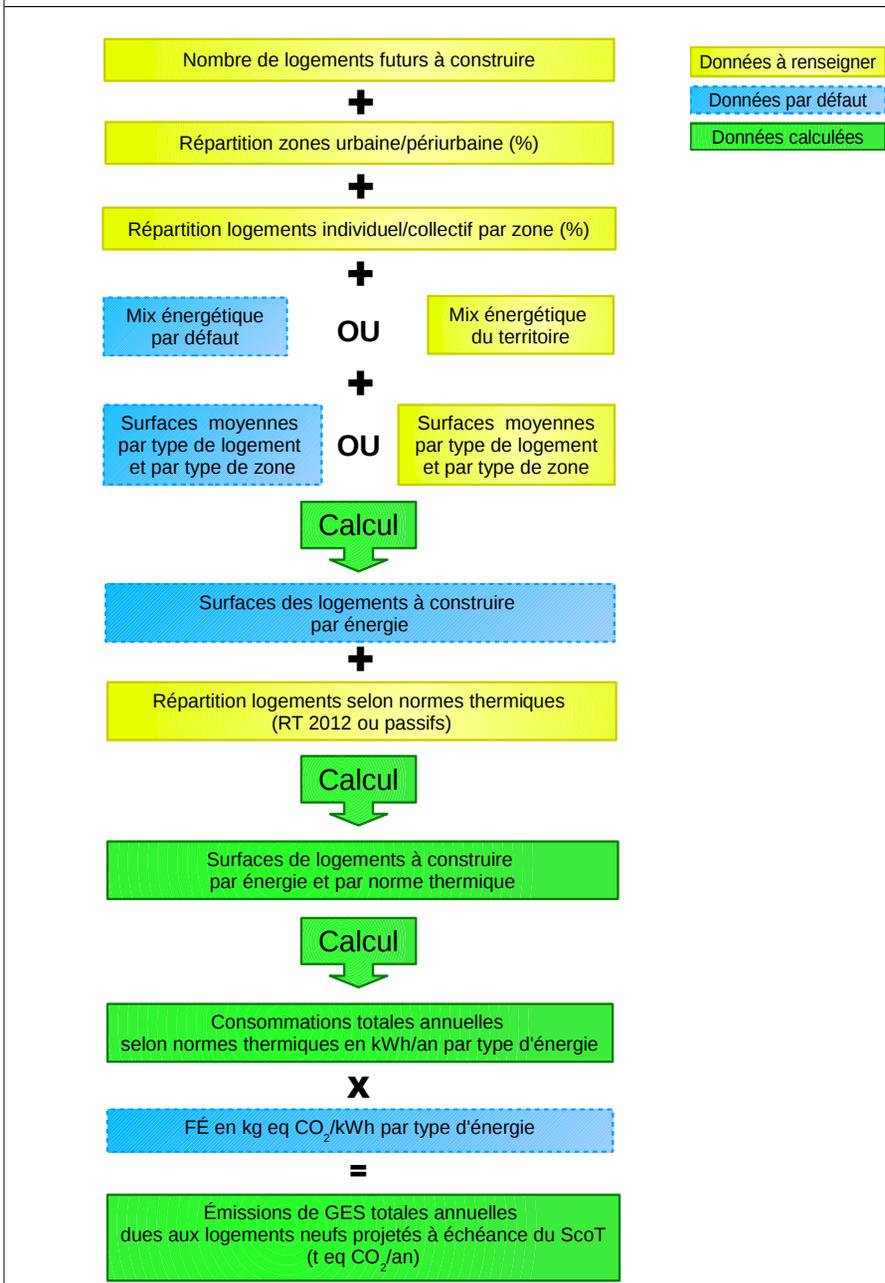
- de l'habitat neuf selon sa localisation dans l'armature urbaine, le type de logements (collectif/individuel), le type d'énergie de chauffage, de refroidissement et d'eau chaude sanitaire,
- des résidences secondaires neuves, dans le cas d'un développement non négligeable en zones littorale et montagnarde ;

2 - évitées par :

- la réhabilitation des logements existants sur le territoire du SCoT.

4.3 Principe méthodologique du poste usage de l'habitat neuf (résidences principales)

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des émissions de l'habitat neuf.



La première donnée d'entrée est le **nombre de logements à construire à l'horizon du SCoT**.

Au travers de la construction des hypothèses de croissance des logements des scénarios du SCoT, un facteur de dé-cohabitation doit être pris en compte. En effet, ce paramètre est du ressort de la réflexion de l'équipe d'urbanistes pour définir la donnée d'entrée "croissance du parc de logements" à renseigner.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre est réalisé à partir d'une **estimation des surfaces de logements à construire** qui seront distribuées selon :

- leur localisation : zones urbaine, périurbaine et rurale ;
- leur type : collectif ou individuel.

Ces surfaces sont ensuite **ventilées par type d'énergies** puis croisées avec des **ratios de consommations énergétiques de chauffage, de refroidissement et d'eau chaude sanitaire (ECS)**, qui sont fonction des normes de construction appliquées.

GES SCoT s'intéresse aux seules consommations de chauffage, de refroidissement et d'eau chaude sanitaire qui représentent plus de 80 % des consommations énergétiques des logements (sources : « *guide pratique Ademe : le chauffage, la régulation, l'eau chaude* », « *Maîtrise de l'énergie et énergies renouvelables, chiffres clefs 2007* » Ademe). Les consommations calculées sont ainsi **ventilées par type d'énergies** auxquelles sont associés différents facteurs d'émission de gaz à effet de serre exprimés en kg équivalent CO₂ / kWh / énergie.

4.3.1 Répartition logements individuels et collectifs et armature urbaine

Le nombre de logements à construire à l'horizon du SCoT est réparti selon deux critères :

- l'armature urbaine (zone urbaine, zone périurbaine et rurale) ;
- les types de logements à construire : individuels et/ou collectifs (cf. glossaire dans manuel d'utilisation).

Ces deux critères essentiels permettent de moduler la surface moyenne des logements.

Les **logements individuels groupés** ne sont pas intégrés dans cette première version de l'outil par souci de simplification, en raison de l'échelle du SCoT et des choix méthodologiques effectués (cf. encadré en fin de paragraphe 4.3.3 page 27).

En l'absence de nomenclature nationale pour l'armature urbaine, le découpage du territoire suivant est proposé à partir de l'analyse d'un certain nombre de SCoT.

L'utilisateur adaptera ce découpage aux particularités de son territoire.

À noter : la définition de l'Insee, qui ne traite pas des pôles urbains secondaires, n'a pas été reprise dans ce travail, ces pôles apparaissant dans plusieurs documents analysés.

Le pôle urbain principal inclut la ville-centre et la banlieue agglomérée de la ville-centre, caractérisées essentiellement par :

- une forte densité de population, de bâti et d'emplois ;
- une mixité de fonctions regroupées sur un même espace : commerces, services aux usagers, activités économiques et administratives, équipements collectifs, logements, espaces publics d'agrément ;
- une bonne desserte en transports collectifs variable selon les secteurs du pôle urbain, qui sera caractérisée, selon la taille de l'agglomération, par une ou plusieurs lignes de TCSP (Transports collectifs en site propre) dans les grandes agglomérations : métro, tramway ou BHNS (Bus à haut niveau de service), ou un réseau de lignes de bus à niveau de fréquence élevé, partiellement mis en site propre ou bénéficiant de priorités à certains carrefours.

Un même territoire de SCoT peut comporter plusieurs pôles urbains principaux.

La ville-centre correspond aux limites administratives de la ville-centre du territoire de SCoT.

La banlieue agglomérée correspond aux communes limitrophes de la ville-centre que le SCoT définit comme faisant partie du pôle urbain principal, au vu des caractéristiques énoncées ci-dessus.

Selon les territoires, il se peut que le pôle urbain principal soit uniquement composé de la ville-centre.

Le pôle urbain principal correspond aux espaces du SCoT remplissant les caractéristiques ainsi définies, mais les termes utilisés dans chaque SCoT pour le désigner varient (espace métropolitain, centralité principale...).

Les pôles urbains secondaires se caractérisent essentiellement par :

- un niveau de densité de population et de bâti significatif, mais moindre que le pôle urbain principal (notion de gradation) ;
- une mixité de fonctions, mais à rayonnement plus limité et reposant davantage sur l'offre commerciale et les équipements de proximité ;
- l'existence d'une desserte en transports collectifs, plutôt typée gares ferroviaires et/ou bus suburbains, présentant un certain niveau de service ou avec un potentiel de développement. La desserte en transports collectifs pourra varier d'un pôle à l'autre ou au sein d'un pôle

selon la proximité de la gare notamment et du niveau de service offert (desserte cadencée de forte amplitude ou non).

Géographiquement distincts du pôle urbain principal, les pôles urbains secondaires structurent le territoire du SCoT et constituent des espaces ayant vocation à accueillir préférentiellement le développement résidentiel et économique en lien avec une capacité de desserte en transports collectifs.

Les termes utilisés dans chaque SCoT pour les désigner varient (centralités secondaires, pôles intermédiaires, pôles de vie...). Les SCoT peuvent également introduire des niveaux hiérarchiques supplémentaires (par exemple définir des pôles secondaires et des pôles de proximité). Dans ce cas, l'ensemble de ces pôles constituent les pôles urbains secondaires au sens de notre outil, dès lors qu'ils remplissent les conditions de densité et de diversité fonctionnelle significatives et un certain niveau ou potentiel de développement en transports collectifs.

L'espace rural et périurbain représente l'ensemble du territoire du SCoT **non identifié comme pôles urbains principaux ou secondaires.**

Cet espace est en général faiblement desservi par les transports collectifs, la dépendance à l'automobile y est plus forte qu'ailleurs.

Par ailleurs, ces territoires génèrent souvent des déplacements longs, du fait de leur dépendance pour l'emploi à un pôle urbain relativement éloigné.

Application au territoire de SCoT :

La désignation en pôle urbain principal ou pôle urbain secondaire se fait au vu de l'ensemble des paramètres de densité-diversité-desserte en TC. Il se peut ainsi qu'un pôle désigné principal dans la logique du SCoT soit classé en pôle secondaire avec l'outil GES SCoT du fait de l'absence de transports collectifs à haut niveau de service.

Pour la sélection entre pôle urbain principal et pôle urbain secondaire, libre choix est donné à l'utilisateur de considérer la situation actuelle ou future, selon le scénario. C'est-à-dire que les scénarios testés pourront intégrer dans leur stratégie un maintien ou un changement de « hiérarchie » dans l'armature urbaine pour le territoire considéré.

Cas particulier d'une conurbation importante sur le territoire du SCoT :

Si la conurbation s'apparente a priori à un ou plusieurs pôles principaux, c'est le paramètre « niveau de desserte par les transports collectifs » qui permet de définir s'il convient de ventiler l'ensemble de l'espace concerné en pôle principal ou en pôle secondaire, ainsi que de distinguer des secteurs en espace rural et périurbain (du fait de leur faible desserte).

4.3.2 Surfaces moyennes des logements existants et à construire

Une valeur par défaut est proposée par l'outil (cf. tableau ci-dessous).

	bâti neuf	bâti existant
Surface moyenne d'un logement collectif urbain	75 m ²	75 m ²
Surface moyenne d'un logement individuel urbain	100 m ²	100 m ²
Surface moyenne d'un logement collectif périurbain	80 m ²	80 m ²
Surface moyenne d'un logement individuel périurbain	110 m ²	110 m ²

Surfaces moyennes par défaut

Les surfaces du bâti existant sont des hypothèses déterminées partiellement à partir de données du Bilan Carbone® Territoire de l'Ademe. En l'absence de source d'information précise, il a été repris par défaut les mêmes surfaces pour le bâti neuf.

Toutefois, l'outil permet à l'utilisateur de modifier ces valeurs de surfaces moyennes. En effet, il est possible que certains territoires présentent des surfaces moyennes de logements différentes, souhaitent tenir compte d'une possible évolution des besoins de la population (*source de données possible : un diagnostic ou une étude de prospection de territoire*), ou souhaitent faire des hypothèses sur ce paramètre.

4.3.3 Répartition des logements à construire selon une norme thermique

La consommation moyenne par unité de surface (m²) des logements dépend de la norme thermique retenue pour l'habitat neuf.

La ventilation selon des normes de construction pourra faire l'objet d'un jeu d'hypothèses afin de tester la volonté de favoriser dans le SCoT des normes de construction plus ambitieuses que la RT2012 et, le cas échéant, de répartir les logements selon les deux normes suivantes :

- RT2012
- Bâtiment passif

La norme de construction RT2012 entrera en vigueur, pour les logements situés en zone Anru, le 28 octobre 2011 et, pour les logements situés en dehors des périmètres de rénovation urbaine, le 1^{er} janvier 2013.

En ce qui concerne la norme RT2012, des hypothèses simplificatrices ont été prises pour calculer la consommation surfacique annuelle des bâtiments à construire.

On considère que tous les nouveaux logements qui répondent à la RT2012 consomment :

$$\text{Cep max} = 50 \text{ (kWh EP / m}^2 \cdot \text{an)} \times \text{Mc type} \times (\text{Mc géo} + \text{Mc alt} + \text{Mc surf} + \text{Mc GES}),$$

qu'ils sont tous en catégorie CE1 (pas de climatisation) et que SHONrt = SHON (Surface de plancher pour les calculs de la norme RT 2012 (SHONrt) = Surface hors œuvre nette « classique » ou « administrative »).

On considère de manière simplifiée :

- le coefficient de modulation fonction de la catégorie de bâtiment, Mc type = 1 (puisque l'on considère que les bâtiments sont tous en catégorie CE1) ;
- le coefficient de modulation lié à l'altitude, Mc alt = 0 (quelle que soit l'altitude) ;
- le coefficient de modulation selon la situation géographique Mc géo, issu du tableau de l'annexe 1 du décret du 26 octobre 2010 :

H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
1,1	1,2	1,1	1,1	1	0,9	0,8	0,8

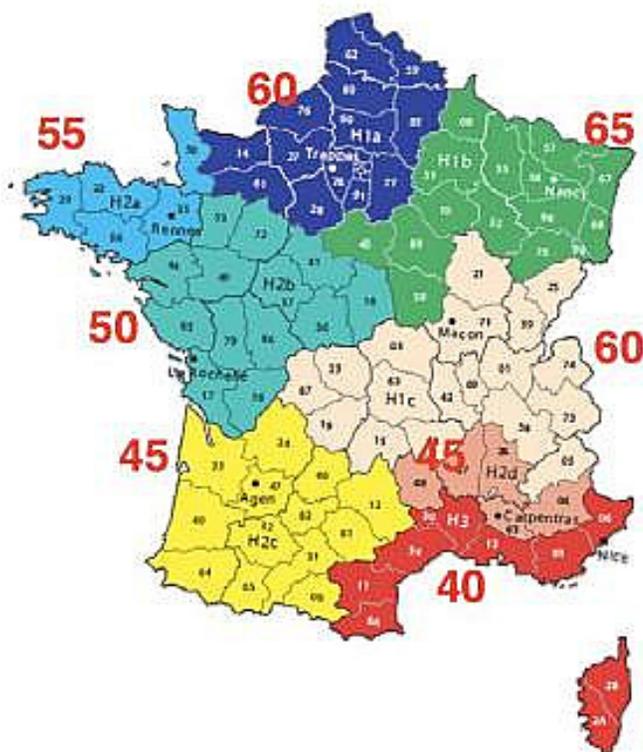
- le coefficient de modulation fonction de la surface du bâtiment construit, Mc surf = 0 ;
- le coefficient de modulation Mc GES fonction des émissions GES du réseau de chaleur urbaine et bois-énergie variant de 0 à 0,3. Par souci de simplification, ce paramètre est retenu égal à 0,15.

Dans cette version de l'outil, on ne tient pas compte de l'éventuelle production d'énergie électrique photovoltaïque des bâtiments à construire et donc d'une majoration du Cep max de 12 kWh EP / m² / an prévue par la réglementation.

Le Cep max par défaut renseigné dans l'outil varie ainsi de 40 à 65 kWh EP / m² / an selon la localisation géographique, hors chaleur urbaine, et de 47,5 à 72,5 EP / m² / an avec chaleur urbaine.

Zone climatique	RT 2005 (pour mémoire) kWh _{EP} /m ² /an		RT 2012 kWh _{EP} /m ² /an		Passif kWh _{EF} /m ² /an
	Combustibles fossiles	Chauffage électrique	Toutes sources hors chaleur urbaine	Chaleur urbaine	Toutes sources
H1 a	130	250	60	67,5	15
H1 b			65	72,5	
H1 c			60	67,5	
H2 a	110	190	55	62,5	
H2 b			50	57,5	
H2 c			45	52,5	
H2 d			45	52,5	
H3	80	130	40	47,5	

L'annexe 3 présente les consommations moyennes en kWh EP /m² retenues pour l'ensemble des départements.



La localisation du SCoT sur le territoire national, qui est renseignée dans les premières lignes de l'onglet « saisie des données », permet d'appliquer automatiquement le facteur de correction climatique à la consommation énergétique primaire de 50 kWh EP / m² / an de la RT2012.

On passe en énergie finale via les facteurs de conversion suivants (kWh primaire/ kWh final) :

Gaz	1
fioul	1
chaleur urbaine	1,67
électricité	2,58

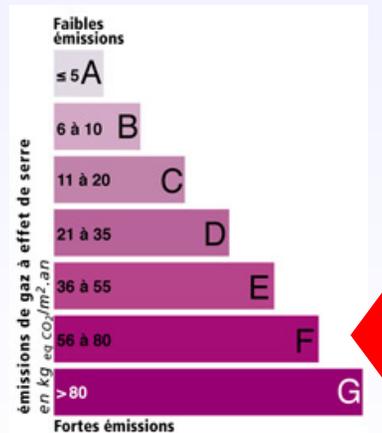
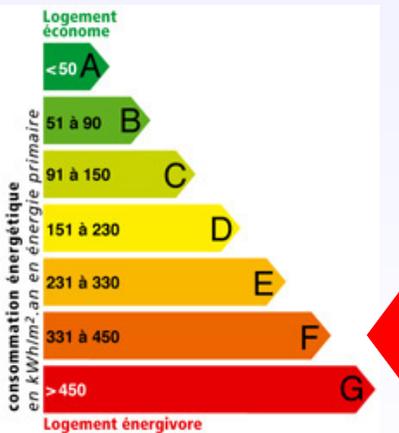
Source : <http://www.logement.gouv.fr>

Pour les bâtiments passifs, les consommations sont prises égales à 15 kWh / m² / an en énergie finale.

À titre d'information :

Correspondance entre l'âge du bâtiment, la norme énergétique et la consommation énergétique.

0 – 50 classe A. Les maisons neuves les plus performantes, BBC
51 – 90 classe B. Atteignable facilement en construction neuve à condition de disposer d'un système de chauffage et d'ECS performant (pompe à chaleur, etc.)
91 – 150 Classe C. Standard dans la construction neuve des maisons chauffées au gaz en France (RT 2005, 135 kWh)
151 – 230 Classe D. Standard des années 80 et 90 pour les chauffages à combustibles (RT 2005, 250 kWh)
231 – 330 Classe E. Des logements avant le premier choc pétrolier ou des logements anciens chauffés à l'électricité
331 – 450 Classe F. Des logements anciens généralement construits entre 1948 et 1975
451 – ... Classe G



Aucune norme par défaut n'est proposée dans l'outil : le choix d'une norme thermique doit être effectué par l'utilisateur puisque celle-ci modifie directement les consommations énergétiques affectées à chaque type de logements.

À ce stade du développement méthodologique, les données dont l'outil dispose sont les surfaces des logements à construire selon que les logements soient individuels ou collectifs, localisés en zone urbaine ou en zone péri-urbaine et rurale.

Approche de la compacité du bâti

Différents travaux⁷ montrent que le type de bâti, maisons individuelles, mitoyennes, en bande, petits collectifs..., influent sur le besoin en chauffage et par conséquent sur le besoin énergétique du logement. Toutefois, la contrainte de consommation énergétique imposée par la norme énergétique réduit l'importance du levier « formes urbaines » pour les logements à construire. Cette dernière impose des consommations en kWh/m².an quelle que soit la forme du bâti (individuel, collectif ou groupé). Seul le paramètre « surface des logements », qui évolue en fonction du type de bâti (individuel/collectif), permet d'intégrer ce levier. La répartition des logements par type de territoires (zones urbaines, périurbaines et rurales) et par type (collectif ou individuel) permet d'intégrer à minima le paramètre de la compacité de l'habitat au travers des surfaces des logements. En effet, un logement collectif est en moyenne plus petit qu'un logement individuel et pour un même type, le logement en zone urbaine est plus petit qu'en zone périurbaine et rurale. Cette limite explique le choix de ne pas retenir les logements individuels groupés ou semi-collectifs dans une première approche à l'échelle du SCoT. Pour ce type de logements, il s'agira de faire des assimilations avec collectif ou individuel en fonction de l'hypothèse de surface des logements groupés envisagés.

4.3.4 Mix énergétique de l'habitat neuf

Le mix énergétique concerne la proportion des différentes sources d'énergie consommée sur le territoire pour les besoins en chauffage, refroidissement et eau chaude sanitaire de l'habitat. Le mix proposé pour ces constructions à venir est composé de trois types d'énergies : gaz, électricité et chaleur urbaine.

Le fioul ne figure pas dans la liste proposée car cette énergie sera très minoritaire dans l'habitat neuf respectant la réglementation RT2012. Si l'utilisateur souhaite faire figurer une part de fioul dans le mix énergétique, il peut assimiler celui-ci au gaz dont le facteur d'émission est le plus proche.

Le bois-énergie n'y figure pas non plus. En effet, la mise en place de poêles à bois individuels ou de chaudières bois en habitat collectif est considéré comme un choix d'énergie renouvelable individuelle, qui participe à la limitation à la source de la consommation énergétique du bâtiment permettant

⁷ *Formes urbaines, consommation énergétique et émissions de GES*, J.-P. Trainel, Journée SCoT Grenelle, DGALN, 2010.

d'atteindre 50 kWh/m² et qui n'est donc pas considérée comme une énergie conventionnelle incluse dans le mix énergétique français ou régional.

Les énergies renouvelables ne sont pas proposées dès lors qu'elles seront obligatoirement intégrées dans la conception des bâtiments construits selon la norme RT2012 pour le chauffage ou/et la production d'eau chaude sanitaire.

Un mix énergétique futur par défaut et par région pour l'habitat neuf a été calculé à partir du mix énergétique actuel (base de données régionale Pégase, 2002, Direction générale énergie climat, MEEDDM) en supprimant le fioul, qui a été réparti sur les énergies gaz (30 %), électricité (30 %) et chaleur urbaine (40 %). Les parts du gaz et de l'électricité ont ensuite été rééquilibrées à 50/50 (cf. annexe 2).

Si l'utilisateur souhaite entrer un autre mix énergétique, il en a la possibilité. Celui-ci peut être renseigné en distinguant les types d'habitat et les zones urbaines ou l'espace périurbain et rural. Selon que les bâtiments neufs se situent dans les pôles urbains ou en espace périurbain et rural, le mix énergétique associé à l'aménagement a de fortes chances d'être différent. L'outil ne tenant compte que de trois sources d'énergie, **la somme des trois parts n'égale pas forcément 100 %**, mais elle doit néanmoins s'en approcher.

La combinaison des données précédemment renseignées par l'utilisateur avec le mix énergétique permet d'associer aux consommations énergétiques un facteur d'émission de gaz à effet de serre Bilan Carbone® correspondant, en kg équivalent CO₂kWh par énergie.

4.3.5 Facteurs d'émission de la chaleur urbaine

Le facteur d'émission du réseau de chaleur est la quantité de gaz à effet de serre émise pour la production d'un kWh de chaleur urbaine. Il est exprimé en tonne équivalent CO₂ par kWh. Cette question a pour objet de prendre en compte la multiplicité des réseaux de chaleur urbaine en France et la variation, parfois significative, des facteurs d'émission entre chaque centrale de production de vapeur française.

L'outil propose un facteur d'émission de la chaleur urbaine par défaut équivalent au facteur d'émission ou à la moyenne des facteurs d'émission des réseaux de chaleur urbaine listés dans le Bilan Carbone® Ademe pour un même département.

Il est donc souhaitable de *préciser le facteur d'émission du réseau de chaleur du territoire étudié, en se rapprochant du gestionnaire du réseau existant sur le territoire du SCoT ou en exploitant l'annuaire des réseaux de chaleur sur le site Internet www.viaseva.org/*. Si le territoire est couvert par plusieurs réseaux de chaleur, l'utilisateur pourra privilégier un facteur d'émission moyen ou celui du plus gros réseau de chaleur urbaine du terri-

toire. Cette donnée est à construire en cohérence avec la définition du mix énergétique primaire pour la production de chaleur urbaine sur le territoire (défini dans le poste énergie). En effet, selon que l'utilisateur choisit de travailler avec le réseau de chaleur urbaine représentatif du territoire ou une agrégation de plusieurs réseaux, le facteur d'émission ne sera pas le même. Comme toute valeur par défaut, un facteur d'émission approximatif induit des incertitudes supplémentaires au calcul.

4.4 Prise en compte des résidences secondaires

Il peut être intéressant d'identifier l'impact des résidences secondaires pour les régions ayant un fort enjeu touristique. À l'échelle du SCoT, seules les zones littorales et montagnardes majeures sont retenues dans l'outil (exemple : stations balnéaires ou de ski d'importance).

Le développement est considéré comme « important » si le nombre de résidences secondaires à construire n'est pas négligeable (au moins 10 % environ) au regard du parc de logements total (principal et secondaire) .

Depuis les années 1950, la quantité de résidences secondaires en France n'a cessé de croître. Aujourd'hui, elles représentent 10 % du parc résidentiel national (source Insee). En proportion de résidences secondaires par rapport au total du parc, les Hautes-Alpes, avec 45,5 %, arrivent en tête, suivies par la Savoie (38,2 %), les Alpes-de-Haute-Provence et la Corse-du-Sud (35,2 %).

Par exemple, la part des résidences secondaires dépasse la moitié des logements dans certaines communes de l'aire du SCoT Provence Méditerranée avec une part qui continue de progresser en PACA (+0,4 %).

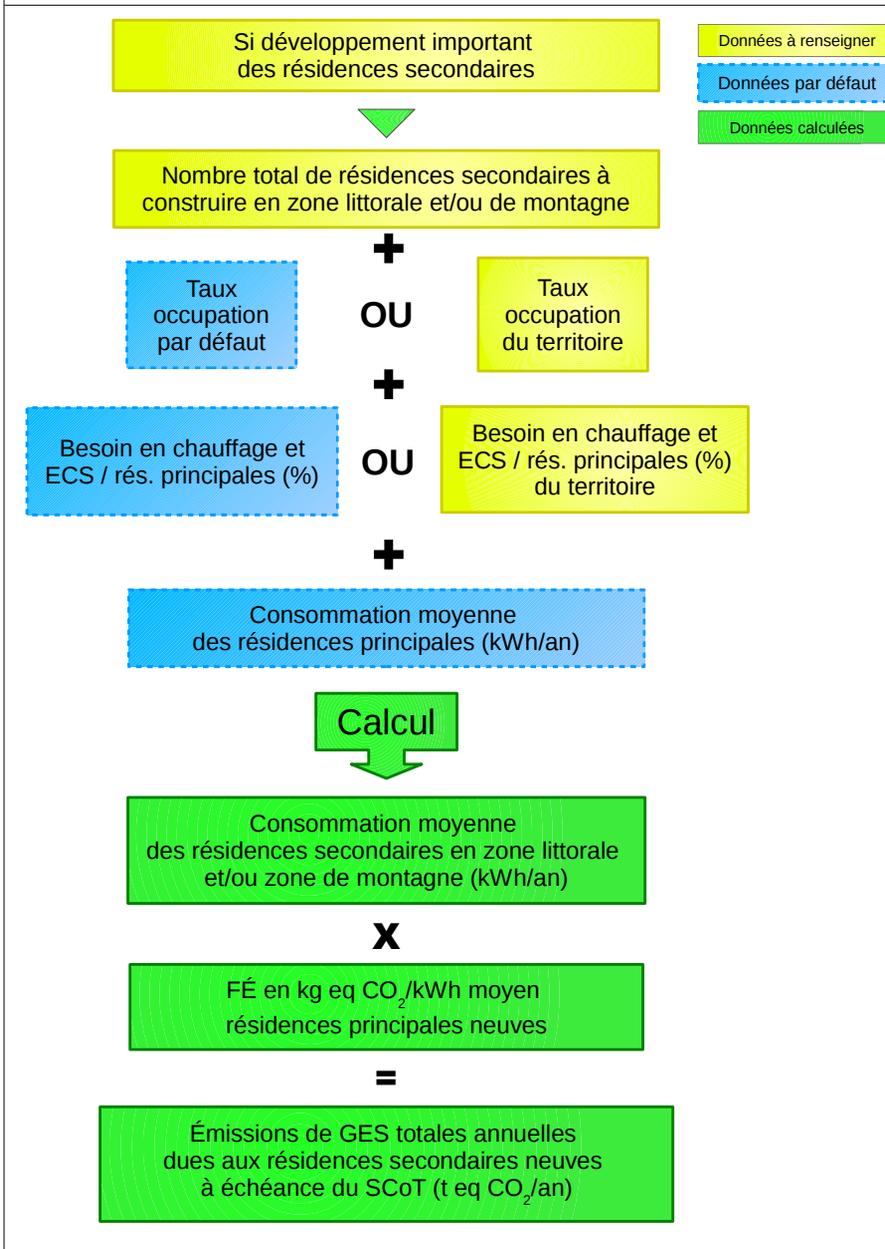
L'usage et donc la consommation énergétique de l'habitat secondaire sont différents de ceux du parc de résidences principales. Une quantification spécifique de leurs émissions est proposée dans l'outil.

Cette évaluation consiste à estimer la consommation des résidences secondaires à partir de celle des résidences principales en la pondérant par le taux d'occupation annuel du parc secondaire et par un coefficient lié à la période d'occupation principale des logements (été ou hiver).

Les leviers suivants sont identifiés pour les résidences secondaires et peuvent servir à la construction d'hypothèses d'aménagement :

- le nombre de résidences secondaires à construire à l'horizon du SCoT, en distinguant la zone littorale ou de montagne ;
- la consommation énergétique des résidences secondaires exprimée à partir de la consommation énergétique d'une résidence principale modulée

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des émissions de l'habitat secondaire neuf.



Cette version de l'outil n'intègre pas le paramètre « surface moyenne par logement » qui est pris égal à celui des résidences principales.

4.4.1 Taux d'occupation moyen annuel des résidences secondaires

Un taux d'occupation moyen annuel d'une résidence secondaire par défaut équivalent à 35 % (environ 1/3 de l'année) est proposé dans l'outil. Ce paramètre peut être modifié par l'utilisateur s'il possède une donnée spécifique sur son territoire.

4.4.2 Besoin en chauffage, refroidissement et eau chaude sanitaire d'une résidence secondaire en comparaison à une résidence principale

Le calcul retient par défaut la consommation énergétique d'une résidence principale en donnée d'entrée. Pour les résidences secondaires, il s'agit de moduler cette consommation selon que l'on se trouve en zone littorale ou en montagne.

En effet, selon la zone géographique (littorale ou montagne), les besoins énergétiques pour le chauffage, le refroidissement et l'ECS de la résidence secondaire n'équivaudront pas systématiquement à ceux d'un logement principal, l'usage et la période d'occupation étant différents. L'utilisateur peut également vouloir tester plusieurs jeux d'hypothèses d'évolution de ce coefficient pour aider à définir les orientations d'un SCoT en matière d'habitat secondaire.

Par défaut, l'outil propose une valeur pour les besoins énergétiques d'une résidence secondaire équivalente à :

- ceux d'une résidence principale en zone de montagne ;
- la moitié de ceux d'une résidence principale en zone littorale, en faisant l'hypothèse d'une occupation plus estivale et donc supposée moins « énergivore ».

En l'absence de données de références, ces valeurs par défaut sont de simples hypothèses basées sur un sentiment a priori. Il est conseillé à l'utilisateur de rechercher une valeur propre à son territoire (*sources : diagnostic de territoire ou une étude particulière sur l'évolution du parc de logements du territoire, exploitations du recensement de l'Insee ou statistiques de construction de logements des Dreal*).

4.5 Principe méthodologique du poste réhabilitation de l'habitat existant

À la différence de l'habitat neuf, la réhabilitation de l'habitat permet de raisonner en gain d'émissions de gaz à effet de serre.

Le calcul du gain des émissions de GES s'appuie sur celui de la surface de logements à réhabiliter et nécessite de connaître :

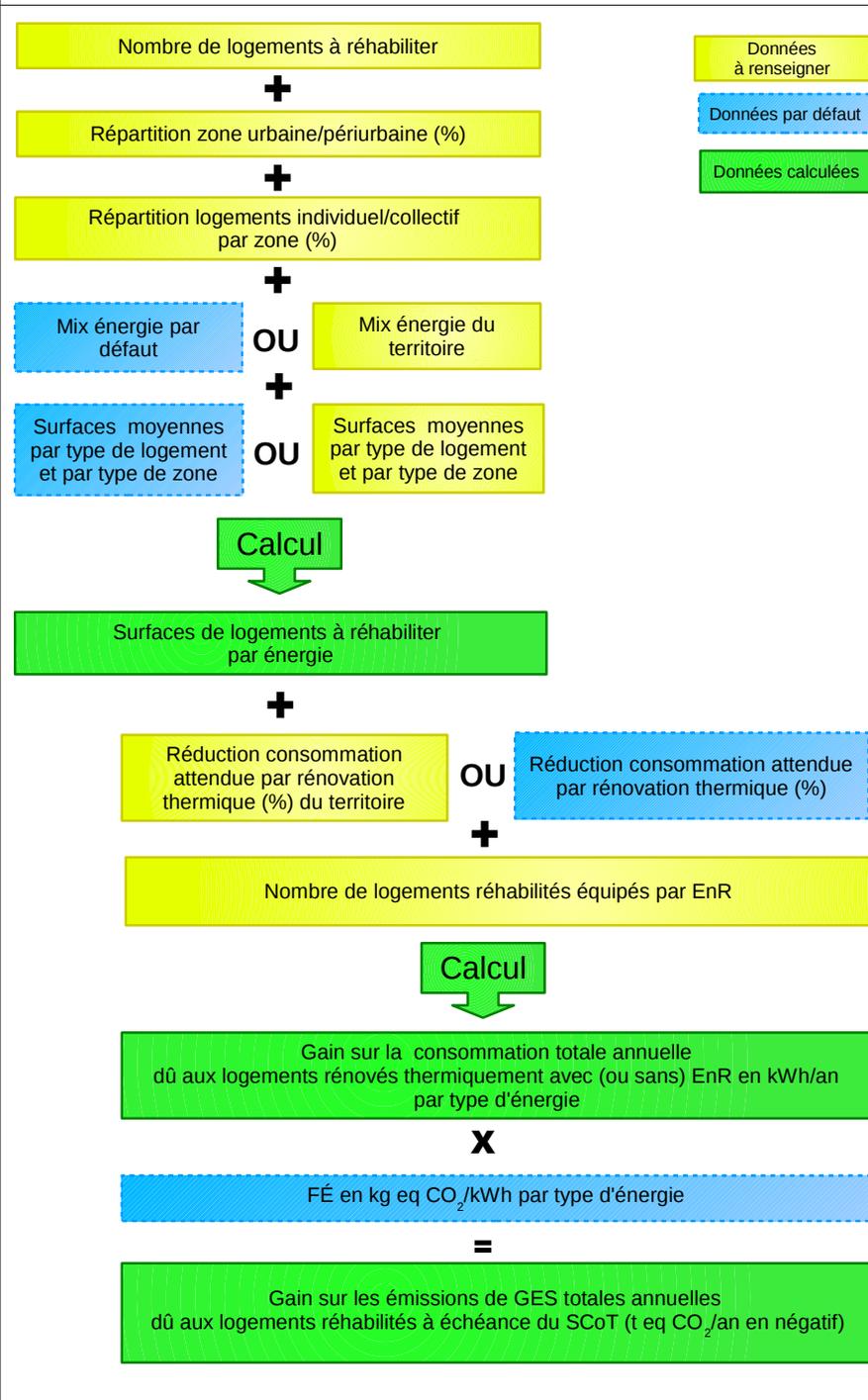
- le parc de logements existants (nombre et surfaces renseignés dans les premières questions « Territoire existant du SCoT ») ;
- le taux de réhabilitation de ce parc de logements existants.

La surface de logement calculée est ensuite croisée avec les consommations moyennes par unité de surface (données par défaut) et le mix énergétique approprié.

Le gain des émissions de GES de ce poste est déterminé en appliquant des facteurs exprimant :

- l'isolation thermique ;
- le recours aux énergies renouvelables thermiques ;
- la substitution énergétique.

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des gains sur l'habitat réhabilité.



4.5.1 Taux de réhabilitation du parc de logements

La réhabilitation du parc de logements est abordée ici sous l'angle de la réhabilitation thermique.

La prise en compte de l'isolation thermique de l'habitat passe par l'intégration d'un coefficient de réduction des consommations énergétiques dans les formules de calcul. Ce taux est propre au territoire du SCoT et traduit les objectifs de la politique d'amélioration et de réhabilitation du parc de logements existants public ou privé (article L122-1-7 du Code de l'urbanisme). Il sera de préférence distinct pour les logements collectifs et individuels ainsi que pour les pôles urbains et les espaces périurbains et ruraux.

Toutefois, un taux de réhabilitation par défaut est proposé dans GES SCoT sur la base de l'effort de réhabilitation des logements inscrit dans la loi Grenelle 1 qui annonce 400 000 logements réhabilités par an à partir de 2013, afin d'atteindre une réduction des consommations d'énergie de 38 % d'ici 2020.

Le parc français de résidences compte 28 millions de résidences principales en 2009, ce qui équivaut à un taux de réhabilitation d'environ 1,4 % par an. Si l'on tient compte de la durée d'un SCoT, 10 ans, le taux de réhabilitation du parc par défaut des logements existants s'élève alors à 14 %. Ce taux peut paraître faible au regard de l'enjeu de la réhabilitation du parc résidentiel existant tout en constituant une référence intéressante pour tester plusieurs scénarios.

4.5.2 Consommation du bâti à réhabiliter

L'outil propose, par défaut, des consommations moyennes par unité de surface des logements en kWh /m²/an en énergie finale, distinctes selon les zones climatiques et par type d'énergie (cf. tableau ci-dessous). Ces valeurs sont issues de l'exploitation du tableur Bilan Carbone® Territoire de l'Ademe. Par défaut, il a été retenu pour déterminer les consommations moyennes des logements, les données des logements datant d'avant 1975, plus défavorables.

Il n'a pas été fait de distinction entre l'habitat selon la période de construction (avant / après 1975) par souci de simplification de cette version de l'outil et en l'absence de données sources exploitables. En effet, les données Bilan Carbone® Territoire ne sont pas directement adaptables pour répondre aux besoins de GES SCoT sans alourdir l'outil et notamment le questionnement de la feuille « saisie de données ».

Consommation moyenne par défaut d'un logement en kWh EP/m ² /an	H1	H2	H3
collectif au gaz	228	186	124
collectif au fioul	215	176	117
collectif en CU	281	230	153
collectif à l'électricité	108	88	59
individuel au gaz	221	181	121
individuel au fioul	206	168	112
individuel en CU	218	178	119
individuel à l'électricité	165	135	90

Toutefois, si l'utilisateur dispose de données spécifiques à son territoire pour la consommation moyenne d'énergie finale par unité de surface des logements, il pourra avec prudence mettre à jour la feuille « paramètres » de l'outil (lignes 92 à 99, colonnes B, C, D, selon la zone climatique H1, H2 ou H3), en ayant au préalable ôté la protection de l'outil.

La zone climatique est automatiquement déterminée par l'outil en fonction du département de localisation du territoire du SCoT, renseigné dans les premières questions « Territoire existant du SCoT ».

Pour déterminer les surfaces totales de logements à réhabiliter, les surfaces moyennes des logements collectifs / individuels en zone urbaine ou en zone périurbaine et rurale, nécessaires aux calculs, découlent soit :

- des renseignements fournis par l'utilisateur dans les premières questions, partie « Territoire existant du SCoT » de la feuille saisie des données ;
- des surfaces moyennes par défaut équivalentes à celles retenues pour les calculs dans l'habitat neuf, distinctes selon la localisation du bâti (zone urbaine ou espace périurbain et rural) et son type (collectif / individuel).

Les deux paramètres (consommations énergétiques moyennes et surfaces des logements) pourront être affinés si nécessaire dans une prochaine version de l'outil.

À ce stade du développement méthodologique, l'outil calcule la consommation énergétique finale totale de l'habitat à réhabiliter sur le territoire du SCoT.

4.5.3 Mix énergétique de l'habitat réhabilité

Deux possibilités s'offrent à l'utilisateur pour le mix énergétique du parc de logements à réhabiliter :

- il est connu par l'utilisateur et l'outil propose alors de le renseigner avec une possibilité de distinguer pôles urbains et espace périurbain et rural, pour les besoins en chauffage, refroidissement et eau chaude sanitaire. L'utilisateur peut également construire un mix énergétique tenant compte d'évolution possible à court et moyen terme sur le territoire. Le mix peut être ventilé en quatre types d'énergies : gaz, fioul, électricité et chaleur urbaine ;
- il n'est pas connu et l'outil prend par défaut le mix énergétique actuel de la région du SCoT (base de données régionale Pégase, 2002, direction générale énergie climat, MEEDDM).

De même que pour l'habitat neuf, le bois-énergie ne figure pas dans le mix énergétique. En effet, la mise en place de poêles à bois individuels ou de chaudières bois en habitat collectif est considérée comme un choix d'énergies renouvelables individuelles et non comme une énergie du mix énergétique du territoire.

Les consommations énergétiques totales du parc de logements à réhabiliter sont alors ventilées selon le mix énergétique renseigné, pour obtenir les consommations énergétiques des logements à réhabiliter selon qu'ils sont individuels ou collectifs, localisés en zone urbaine ou zone périurbaine et rurale.

4.5.4 Gain moyen de consommations attendu par l'isolation thermique des logements collectifs et individuels

La prise en compte de l'isolation thermique des logements passe par l'intégration d'un coefficient de réduction des consommations énergétiques dans les formules de calcul. Ce paramètre peut être renseigné par l'utilisateur afin de tenir compte des orientations du SCoT sur le territoire et de distinguer les logements collectifs et individuels.

Une valeur est proposée par défaut pour ce paramètre, égale à 25 %, sur la base de recherches bibliographiques. Toutefois, une forte incertitude pèse sur ce paramètre en raison :

- du nombre de sources de déperdition énergétique (toiture, murs, planchers, ouvertures, ponts thermiques, système de chauffage, ventilation) ;
- des combinaisons de solutions possibles d'isolation thermique.

En fonction des sources bibliographiques, les pourcentages de gains thermiques varient de 20 à 60 % selon l'isolation retenue. Le site Internet www.ingbatiment.fr indique un gain de chauffage de 25 à 30 % pour l'isolation thermique des combles et des toitures, idem pour les murs extérieurs et de 10 à 15 % par le remplacement des menuiseries. Le choix a été fait de retenir une valeur moyennement ambitieuse, ce paramètre pouvant être modulé par l'utilisateur.

Pour information, le Grenelle de l'environnement inscrit une réduction globale de la consommation énergétique du parc de bâtiments existants d'au moins 38 % d'ici 2020.

Toutefois, l'utilisateur peut modifier ce coefficient *avec prudence* dans la feuille « paramètres » lignes 103 et 104, colonne B.

4.5.5 Équipement en énergies renouvelables et substitution d'énergie

Il s'agit de prendre en compte la volonté de favoriser dans le SCoT l'usage des énergies renouvelables thermiques et le recours à la substitution d'énergie dans la réhabilitation de l'habitat.

Énergies renouvelables

Le principe du calcul repose sur la condition que les logements à réhabiliter, destinés à être équipés par des moyens de production d'énergie d'origine renouvelable, font l'objet au préalable de travaux d'isolation thermique (cf. § 4.5.4.). Si l'utilisateur souhaite tester la seule prise en compte d'énergies renouvelables thermiques dans la réhabilitation, il s'agit alors de renseigner précédemment un coefficient de réduction des consommations énergétiques faible mais non nul pour l'isolation thermique.

Seules les énergies renouvelables thermiques (solaire thermique, bois, géothermie) sont prises en considération car elles réduisent directement à la source la consommation d'énergies fossiles des logements pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire. Pour les logements concernés, la production d'énergies renouvelables thermiques par ces équipements viendra en substitution de l'énergie « conventionnelle » produite par le mix énergétique retenu précédemment, ce qui permet de diminuer leur consommation énergétique et ainsi de réduire leurs émissions de GES.

Cette prise en compte se fait par l'application de coefficients de réduction de la consommation énergétique du logement.

Ces coefficients sont construits à partir d'informations issues de plusieurs guides pratiques de l'Ademe (disponibles sur son site Internet), de la façon suivante :

Coefficient de réduction solaire thermique	0,41	[% moyen énergie pour le chauffage et froid * % gain moyen chauffage/froid + % moyen énergie pour eau chaude sanitaire * % gain moyen pour eau chaude sanitaire] = [0,88 * 0,4 + 0,12 * 0,5] = 0,41
Coefficient de réduction bois	0,7	[% moyen énergie pour le chauffage et froid * % gain moyen chauffage/froid] = 0,88 * 0,8 = 0,7
Coefficient de réduction géothermie	0,53	[% moyen énergie pour le chauffage et froid * % gain moyen chauffage/froid] = 0,88 * 0,6 = 0,53

Détails du calcul des coefficients de réduction du tableau précédent :

- **le pourcentage moyen énergie pour le chauffage et le froid** équivaut à la part en % du chauffage et du refroidissement dans la consommation d'énergie de l'habitat ;
- **le pourcentage moyen énergie pour l'eau chaude sanitaire** équivaut à la part en % de ECS dans la consommation d'énergie de l'habitat.

Selon l'Ademe⁸ en 2007, la consommation finale des résidences principales pour le chauffage et ECS s'élève à 34,4 Mtep, (respectivement 30 et 4,4 Mtep) et l'électricité spécifique à 5,9 Mtep.

Le refroidissement ne représente qu'une partie de l'électricité spécifique. Dans l'outil, elle est prise par hypothèse égale à 50 % en absence d'informations spécifiques, soit 3 Mtep.

Soit :

part de la consommation chauffage + froid = $(30+3)/(30+4,4+3) = 0,88$
 et part de la consommation ECS = $4,4 / (30+4,4+3) = 0,12$;

- **le pourcentage gain moyen chauffage et froid** correspond au coefficient de réduction en % appliqué aux consommations énergétiques de chauffage et de froid ;
- **le pourcentage gain moyen pour eau chaude sanitaire** correspond au coefficient de réduction en % appliqué aux consommations énergétiques d'ECS.

⁸ Ademe « *Maîtrise de l'énergie et énergies renouvelables, chiffres clefs 2007* »

Selon l'Ademe⁹ :

- le chauffage solaire couvre 25 à 60 % des besoins de chauffage ;
- le solaire thermique peut couvrir 40 à 60 % des besoins annuels d'eau chaude, selon les régions et le type d'installation.

Des gains de 40 % et de 50 % ont été retenus dans l'outil respectivement pour les gains moyens chauffage/froid et pour l'eau chaude sanitaire.

À partir de cette même source d'information, pour le bois-énergie et la géothermie, l'hypothèse a été faite d'une réduction respective de 80 % et 60 % des consommations de chauffage. En géothermie, la part est plus faible pour tenir compte de la consommation de la PAC¹⁰.

Ces paramètres ne sont pas parfaits. Si l'utilisateur souhaite les adapter à son territoire ou dispose d'une étude plus précise, il pourra *avec prudence* mettre à jour la feuille « paramètres » de l'outil (lignes 72, 73 et 74), en ayant au préalable ôté la protection de l'outil.

Substitution d'énergies

La substitution énergétique est le remplacement d'une source d'énergie par une autre, que l'on souhaite ici moins émissive en gaz à effet de serre. Par exemple, remplacement d'un chauffage fuel par un chauffage gaz ou électrique. Cette prise en compte se fait également par l'application d'un coefficient de réduction de la consommation énergétique du logement dans la formule de calcul.

Deux coefficients de substitution énergétique sur quatre sont issus de la note de synthèse¹¹ du SES (2002) qui s'applique au tertiaire. Ces coefficients ne sont pas satisfaisants : ils ne distinguent notamment pas les énergies mais plutôt les branches d'emplois. Ils ont été repris faute d'information spécifique aux logements. Des recherches complémentaires devront être menées pour mettre à jour ces coefficients.

⁹ Ademe « *guide pratique Ademe le chauffage, la régulation, l'eau chaude* » sur <http://www.Ademe.fr/particuliers/Fiches/pdf/chauffageregul.pdf>

¹⁰ PAC : pompe à chaleur

¹¹ *La consommation d'énergie du tertiaire : une croissance maîtrisée*. Note de synthèse du SES. Ceren : S. Turki, N. Mbena, F. Lecouvey – SES : M. Girault. Mai-juin 2002

Coefficient de réduction des consommations de l'habitat réhabilité par substitution : gaz vers une autre énergie	6 %
Coefficient de réduction des consommations de l'habitat réhabilité par substitution : fioul vers une autre énergie	6 %
Coefficient de réduction des consommations de l'habitat réhabilité par substitution : chaleur urbaine vers une autre énergie	À compléter*
Coefficient de réduction des consommations de l'habitat réhabilité par substitution : électrique vers une autre énergie	À compléter*

**En absence de valeur renseignée, les calculs pour la substitution des logements en chaleur urbaine et électrique ne s'exécutent pas.*

Attention : la réflexion sur la substitution énergétique ne peut pas se faire uniquement selon le simple critère des émissions de GES mais en tenant compte de l'ensemble des incidences environnementales qui y sont associées. Par exemple, ne pas remplacer une installation gaz par du tout électrique sans se questionner sur la pertinence de ce choix à plus ou moins long terme et sur ses impacts environnementaux et économiques. Se pose également la question de l'impact négatif du chauffage au bois mal maîtrisé sur la qualité de l'air.

5. Poste Tertiaire

5.1 Leviers d'actions du SCoT

Au-delà de la construction conforme à la norme RT 2012 et comme pour le poste habitat, le SCoT peut définir des secteurs dans lesquels l'ouverture de nouvelles zones à l'urbanisation est subordonnée à l'obligation pour les constructions, travaux, installations et aménagements, de respecter des performances énergétiques renforcées.

D'une manière générale et ce quel que soit le poste étudié, le SCoT prend en compte les Plans climats énergie territoriaux lorsqu'ils existent (article L121-1-12 du Code de l'urbanisme). Le PCET devant être compatible avec le Schéma régional climat air énergie (SRCAE, article L 229-26 du Code de l'environnement), il définit des objectifs stratégiques et opérationnels de la collectivité en charge de ce plan afin d'atténuer et lutter efficacement contre le réchauffement climatique et de s'y adapter. Il détermine aussi un programme d'actions à réaliser afin notamment d'améliorer l'efficacité énergétique, d'augmenter la production d'énergie renouvelable et de réduire l'impact des activités en termes d'émissions de GES.

5.2 Postes d'émissions générées ou évitées

L'aménagement urbain d'un territoire s'accompagne de construction de nouveaux bâtiments tertiaires et peut également s'intéresser à la réhabilitation des bâtiments tertiaires existants. Dans cette partie de l'outil, il s'agit donc de quantifier les émissions de gaz à effet de serre :

- générées par les besoins en chauffage et eau chaude sanitaire (ECS) des bâtiments du parc tertiaire que le SCoT prévoit de développer ;
- évitées par la réhabilitation des bâtiments du parc tertiaire existant sur le territoire du SCoT et la prise en compte des énergies renouvelables installées.

On entend par bâtiments du parc tertiaire, les bâtiments abritant une activité économique (ex. : banques, commerces...) et les bâtiments publics tels que les hôpitaux, les structures sportives ou les bâtiments des administrations.

L'hypothèse principale de ce poste consiste à associer la construction de nouvelles surfaces tertiaires aux nouveaux emplois attendus sur le territoire à l'échéance du SCoT.

À noter : Bilan des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments publics

Il s'agit de réduire les émissions de gaz à effet de serre engendrées par les bâtiments publics, les activités et tous les biens et services consommés par les services de l'État et ses établissements publics administratifs.

* Fin 2009 : un bilan des émissions de gaz à effet de serre des sites les plus significatifs occupés par les services déconcentrés et les établissements publics doit avoir été établi.

* Pour 2011 (loi Grenelle) : établissement d'une comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre et présentation d'un plan d'actions pour réduire ces émissions pour les services de l'État et établissements publics de plus de 250 salariés.

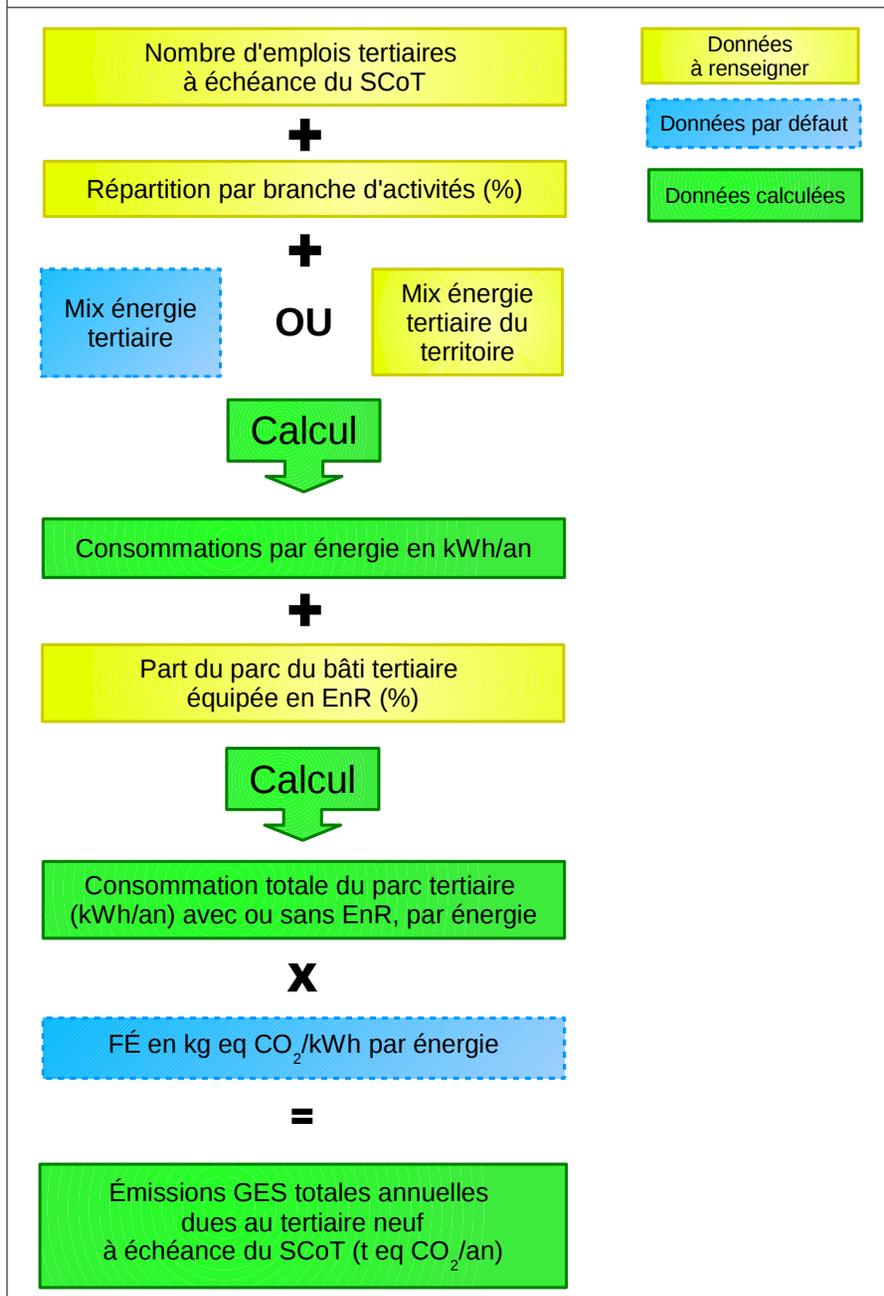
Par ailleurs, le diagnostic de performance énergétique des bâtiments publics est obligatoire et doit être affiché pour tous les bâtiments de plus de 1 000 m² de SHON.

Dans cette version 1, il n'est pas proposé de prendre en compte la perte d'emplois sur le territoire en renseignant des valeurs négatives. En effet, si la méthodologie considère que la création d'emplois engendre des consommations énergétiques supplémentaires (plus de m² chauffés, plus d'eau chaude sanitaire...), le raisonnement inverse est plus complexe. La perte d'emplois ne signifie pas une réduction des consommations énergétiques en proportion. Plusieurs cas de figures nécessiteraient d'être discutés, étudiés et pondérés :

- la perte d'emplois sur le territoire ne s'accompagne pas systématiquement d'une réduction de m² chauffés, poste principal des consommations énergétiques, mais peut être simplement à l'origine d'un « desserrement » des emplois dans les locaux tertiaires ;
- si la perte d'emplois s'accompagne d'un départ des locaux, deux solutions peuvent se présenter :
 - si les locaux sont réemployés, les pertes d'emplois ne s'accompagnent alors pas forcément d'une baisse de consommations énergétiques, au moins de chauffage,
 - si une partie des locaux est désaffectée, dans ce seul cas, on peut attendre une réduction des consommations énergétiques mais sans certitude qu'elle soit proportionnelle à la diminution d'emplois.

5.3 Principe méthodologique du poste usage du parc de bâtiments tertiaires neufs

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des gains pour le tertiaire neuf.



5.3.1 Répartition des emplois à accueillir par branche d'activités tertiaires et méthode de calcul de la consommation énergétique du tertiaire neuf

Le calcul des consommations énergétiques annuelles générées par l'accueil de nouveaux emplois sur le territoire s'appuie sur la ventilation de ceux-ci par branche d'emplois Ceren¹². À l'échelle de réflexion et de précision du SCoT, il n'est pas souhaité de travailler avec des catégories plus fines. Le choix méthodologique s'est porté sur la nomenclature du Ceren, plus simple que celle de l'Insee.

Les diagnostics et études prospectives des territoires peuvent s'appuyer sur la nomenclature économique de synthèse Insee (NES 36). Afin de permettre à l'utilisateur de répartir les emplois tertiaires dans les huit branches d'activités Ceren du questionnaire, le tableau suivant indique les correspondances avec la nomenclature NES 36 utilisée par l'Insee au niveau national.

Classification Ceren reprise dans le questionnaire	Correspondance NES ¹³ 36
Branche 1- Commerces	J1 - Commerce et réparation automobiles J2 - Commerce de gros, intermédiaires J3 - Commerce de détail, réparations N3 - Services opérationnels P3 - Services personnels et domestiques
Branche 2 - Bureaux	R1 - Administration publique R2 - Activités associatives et extraterritoriales L0 - Activités financières N2 - Conseils et assistance N1 - Postes et télécommunications
Branche 3 - Enseignement et recherche	Q1 - Éducation N4 - Recherche et développement
Branche 4 - Santé et action sociale	Q2 - Santé et action sociale
Branche 5 - Sports et loisirs	P2 - Activités audiovisuelles, récréatives, culturelles et sportives
Branche 6 - Cafés, hôtels et restaurants	P1 - Hôtels et restaurants
Branche 7 - Habitat communautaire	M0 - Activités immobilières
Branche 8 - Transports (gares, aéroports)	K0 - Transports

¹² Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie.

¹³ NES : Nomenclature économique de synthèse. Cette nomenclature est utilisée par l'Insee

La branche « habitat communautaire » comprend, dans la nomenclature Ceren les auberges de jeunesse et refuges (55.2A), l'exploitation de terrains de camping (55.2C) et autre hébergement touristique (55.2E), l'hébergement collectif non touristique (55.2F), la défense (75.2C), la justice (établissements pénitentiaires uniquement (75.2E)), l'accueil des personnes âgées (85.3D), l'aide à domicile (85.3J) et les organisations religieuses (91.3A).

La branche « santé » inclut les hôpitaux et cliniques, les dispensaires, les cabinets médicaux...

La branche « sport et loisirs » intègre les équipements de culture, les collectifs divers, les stades, piscines, cinémas et théâtres, les stations d'épuration des eaux...

Enfin, la branche « transports » concerne les gares et aéroports ainsi que les locaux des entreprises de transports (ferroviaire, routier, fluvial, maritime, aérien, spatial).

Le calcul de la consommation énergétique associée aux nouveaux emplois prend en compte la norme thermique RT2012 qui s'applique dès 2011 aux bâtiments du tertiaire. De même que pour l'habitat, des hypothèses simplificatrices ont été prises pour calculer la consommation surfacique annuelle des bâtiments tertiaires, qui varie selon les branches d'emplois concernées.

Pour les bureaux et l'enseignement, l'arrêté d'application de la RT 2012 est disponible et considère la formule de calcul de la consommation énergétique moyenne suivante :

$$\text{Cep max} = 50 \text{ (kWh EP / m}^2 \text{ / an)} \times \text{Mc type} \times (\text{Mc géo} + \text{Mc alt} + \text{Mc surf} + \text{Mc GES})$$

avec :

- Mc type : coefficient de modulation fonction de la catégorie de bâtiment égal à 1,2 pour la catégorie CE1 (pas de climatisation),
- Mc géo : coefficient de modulation selon la situation géographique qui varie de 0.8 à 1.2 selon la zone climatique :

H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
1,1	1,2	1,1	1,1	1	0,9	0,8	0,8

- Mc alt : coefficient de modulation lié à l'altitude, qui est pris par défaut égal à 0 (quelle que soit l'altitude),
- Mc surf : coefficient de modulation fonction de la surface du bâtiment construit, par défaut égal à 0,
- Mc GES : un coefficient de modulation fonction des émissions GES du réseau de chaleur urbaine et bois-énergie variant de 0 à 0,3. Par souci de simplification, ce paramètre est retenu égal à 0,15.

Dans cette version de l'outil, on ne tient pas compte de l'éventuelle production d'énergie électrique photovoltaïque des bâtiments à construire et donc d'une majoration du Cep max de 12 kWh EP / m² / an prévue par la réglementation.

Le Cep max par défaut renseigné dans l'outil varie ainsi de 48 à 81 kWh EP / m² / an selon la localisation géographique.

Pour les autres branches, la méthode d'application de la RT 2012 est en cours d'étude. Le calcul de l'outil s'appuiera sur la RT2005 avec l'hypothèse d'une division par 2 des valeurs de consommation énergétique moyenne de cette norme :

RT2005	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Pour l'énergie fossile	130	130	130	110	110	110	110	80
Pour l'énergie électrique	250	250	250	190	190	190	190	130
Moyenne RT2005	190	190	190	150	150	150	150	105
RT2005 /2	95	95	95	75	75	75	75	52,5

en kWh énergie primaire/m²/an

Au final, les consommations surfaciques retenues pour les bâtiments tertiaires, par zone géographique, sont les suivantes :

(consommation surfacique : kWh _{EP} /m ² /an)	Branches soumises à la RT 2012 : toutes sources sauf chaleur urbaine	Branches soumises à la RT 2012 : chaleur urbaine	Branches en attente de l'arrêté RT2012 (par simplification : RT2005/2)
H1 a	66	75	95
H1 b	72	81	95
H1 c	66	75	95
H2 a	66	75	75
H2 b	60	69	75
H2 c	54	63	75
H2 d	48	57	75
H3	48	57	52,5

L'annexe 3 présente les consommations moyennes en kWh EP/m² retenues pour l'ensemble des départements.

On passe en en énergie finale via les facteurs de conversion suivants (kWh primaire/ kWh final) :

gaz	1
fioul	1
chaleur urbaine	1,67
électricité	2,58

Source : <http://www.logement.gouv.fr>

Enfin, pour passer du nombre d'emplois par branche à la consommation énergétique moyenne en kWh/an, il est nécessaire de recourir aux paramètres de conversion suivants, exprimés en m² par emploi :

Classification Ceren	
Branche 1- Commerces	60 m ² /emploi
Branche 2 - Bureaux	30 m ² /emploi
Branche 3 – Enseignement et recherche	70 m ² /emploi
Branche 4 – Santé et action sociale	80 m ² /emploi
Branche 5 – Sports et loisirs	270 m ² /emploi
Branche 6 - Cafés, hôtels et restaurants	70 m ² /emploi
Branche 7 - Habitat communautaire	70 m ² /emploi
Branche 8 - Transports (gares, aéroports)	20 m ² /emploi

Le rapport « *l'environnement en France* » de l'Ifen d'octobre 2006 renseigne ces ratios pour les commerces (60 m²/employé), les bureaux (30 m²/actif), l'enseignement (70 m²/actif) et la santé (80 m²/actif). Il est assimilé emploi avec employé et actif.

Pour les autres branches, le ratio est déterminé en croisant deux catégories de données :

- les m² chauffés issus des données Ceren 2006 du rapport du Comop 3 :
 - sports : 68 millions de m², cafés, hôtels, restaurants : 59 millions de m², habitat communautaire : 51 millions de m² et transports : 25 millions de m² ;

- les chiffres de l'emploi 2006 du ministère de l'Emploi :
 - arts, spectacles et activités récréatives : 250 000 emplois (pour la branche sports et loisirs),
 - hébergement et restauration : 865 000 emplois (pour la branche cafés, hôtels et restaurants),
 - hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement : 756 000 emplois (pour la branche habitat communautaire),
 - transports et entreposage : 1 345 000 emplois (pour la branche transports).

La répartition des emplois à échéance du SCoT par branche et les paramètres de conversion exprimés en m^2 par emploi permettent ainsi de calculer la consommation énergétique pour chaque branche en kWh/an en énergie finale.

La localisation du SCoT sur le territoire national, qui est renseignée dans les premières lignes de l'onglet « saisie des données », permet d'appliquer automatiquement le facteur de correction climatique à la consommation énergétique primaire de 50 kWh EP / m^2 / an de la RT2012 et RT2005.

5.3.2 Mix énergétique du parc tertiaire neuf

Le mix énergétique concerne la proportion des différentes sources d'énergie sur le territoire pour les besoins en chauffage, refroidissement et eau chaude sanitaire du parc tertiaire neuf.

En cohérence avec le mix énergétique retenu pour l'habitat, le mix énergétique du tertiaire est le suivant : gaz, électricité, chaleur urbaine. **La somme des parts par énergie ne doit pas forcément évaluer 100 % mais doit s'en approcher.**

Le fioul ne figure pas dans la liste proposée car cette énergie sera très minoritaire dans la construction neuve respectant la réglementation RT2012. Si l'utilisateur souhaite faire figurer une part de fioul dans le mix énergétique, il peut assimiler celui-ci au gaz dont le facteur d'émission est le plus proche.

Le bois-énergie n'y figure pas non plus. En effet, la mise en place de poêles à bois individuels ou de chaudières bois en habitat collectif est considéré comme à un choix d'énergie renouvelable individuelle, qui participe à la limitation à la source de la consommation énergétique du bâtiment permettant d'atteindre 50 kWh/ m^2 et qui n'est donc pas considérée comme une énergie conventionnelle incluse dans le mix énergétique français ou régional

Les énergies renouvelables ne sont pas proposées dès lors qu'elles seront obligatoirement intégrées dans la conception des bâtiments construits

selon la norme RT2012 pour le chauffage ou/et la production d'eau chaude sanitaire.

Les énergies renouvelables dites « thermiques » sont traitées séparément (cf. § 5.3.3).

Un mix énergétique futur par défaut et par région a été calculé à partir du mix énergétique actuel (base de données régionale Pégase, 2002, Direction générale énergie climat, MEEDDM) en supprimant le fioul, qui a été réparti sur les énergies gaz (30 %), électricité (30 %) et chaleur urbaine (40 %). Les parts du gaz et de l'électricité ont ensuite été rééquilibrées à 50/50 (cf. annexe 2).

Si l'utilisateur souhaite entrer un autre mix énergétique (*issu d'une étude, diagnostic ou prospective de territoire*), il en a la possibilité.

L'outil ne tenant compte que de trois sources d'énergie, **la somme des trois parts n'égale pas forcément 100 %**, mais elle doit néanmoins s'en approcher.

La combinaison des données précédemment renseignées par l'utilisateur avec le mix énergétique permet d'associer aux consommations énergétiques un facteur d'émission de gaz à effet de serre Bilan Carbone® correspondant : en kg équivalent CO₂ / kWh / an et par énergie.

5.3.3 Développement des énergies renouvelables dans les bâtiments tertiaires neufs

Le SCoT peut afficher une volonté de dépasser la RT2012 par l'installation supplémentaire d'énergies renouvelables sur le territoire en travaillant plusieurs scénarios et jeux d'hypothèses. Les énergies renouvelables prises en compte dans la première version de l'outil sont identiques au poste habitat :

- le solaire thermique ;
- le bois ;
- la géothermie.

L'usage des énergies renouvelables thermiques permet de réduire directement à la source la consommation d'énergies fossiles des bâtiments pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire. La production d'énergies renouvelables thermiques par ces équipements viendra en substitution de l'énergie « conventionnelle » produite par le mix énergétique retenu ci-dessus, ce qui permet de diminuer leurs consommations énergétiques et ainsi réduire leurs émissions de GES.

Cette prise en compte se fait dans les calculs par l'application de coefficients de réduction de la consommation énergétique du parc tertiaire déterminée précédemment.

Ces coefficients sont ceux utilisés dans le poste habitat, en l'absence de données sources disponibles et spécifiques au tertiaire :

Coefficient de réduction solaire thermique	0,41
Coefficient de réduction bois	0,7
Coefficient de réduction géothermie	0,53

Les détails des calculs de ces coefficients sont précisés au paragraphe 4.5.5. Ces coefficients sont des paramètres évolutifs. L'utilisateur pourra *avec prudence* modifier les lignes 108 à 110 dans l'onglet « paramètres ».

5.4 Principe méthodologique du poste réhabilitation du parc tertiaire existant

À la différence du tertiaire neuf, la réhabilitation du parc tertiaire existant permet de raisonner en gain d'émissions de gaz à effet de serre, comme pour l'habitat à réhabiliter.

Le calcul du gain des émissions de GES s'appuie sur le calcul de la surface de parc tertiaire existant destinée à bénéficier d'une réhabilitation par isolation thermique et par l'installation d'énergies renouvelables dites « thermiques » à l'horizon du SCoT.

La surface ainsi calculée est ensuite croisée avec la consommation moyenne en énergie finale par unité de surface de bâtiment tertiaire (données par défaut), calculée à partir des consommations du tertiaire (gaz, fioul et électricité) du Bilan Carbone® Territoire.

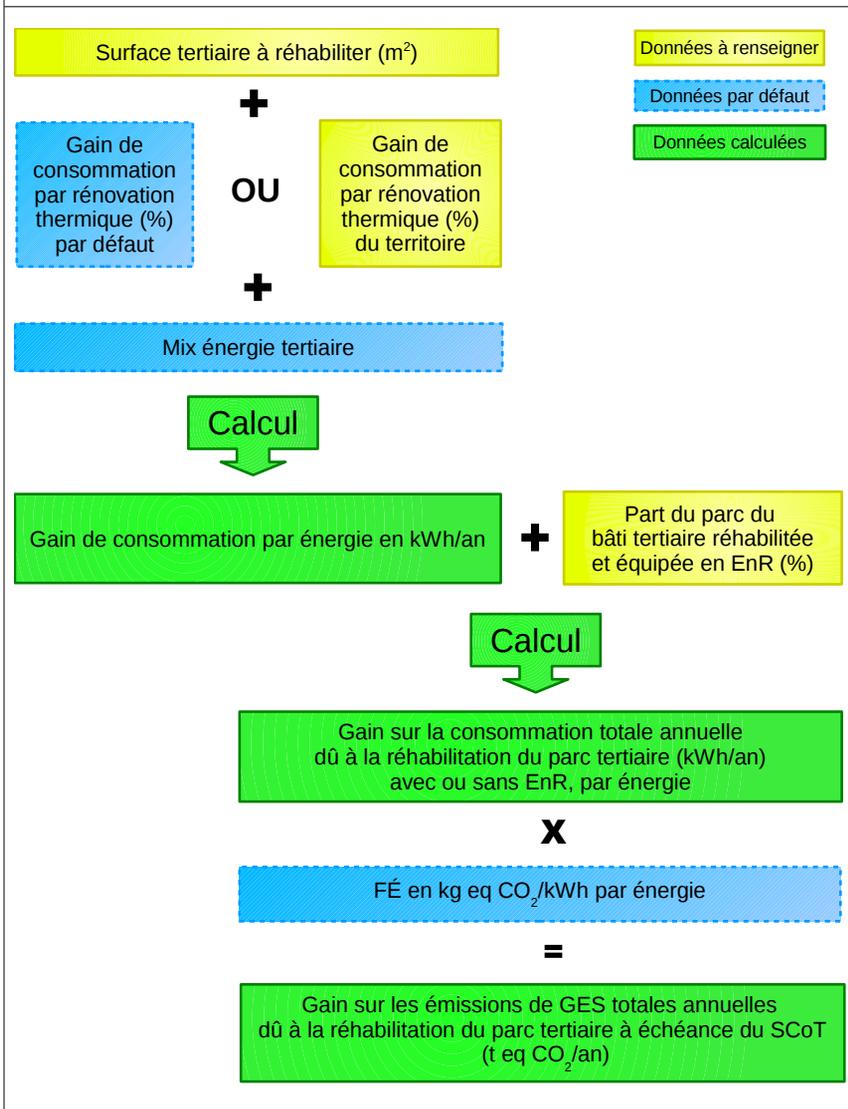
Toutefois, si l'utilisateur dispose de données spécifiques à son territoire pour la consommation moyenne par unité de surface du parc tertiaire, il pourra *avec prudence* mettre à jour la feuille « paramètres » de l'outil (ligne 114, colonne C), en ayant au préalable ôté la protection de l'outil.

À partir de ces consommations énergétiques, le gain des émissions de GES de ce poste est déterminé en appliquant des facteurs exprimant :

- l'isolation thermique ;
- le recours aux énergies renouvelables thermiques.

Le mix énergétique retenu pour ces calculs est celui retenu pour le poste habitat à réhabiliter (par défaut ou renseigné par l'utilisateur) afin de ne pas alourdir le questionnaire dans l'outil.

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des gains pour le parc tertiaire réhabilité.



5.4.1 Gain moyen de consommation attendu par l'isolation thermique du parc tertiaire

Le gain sur l'isolation du parc tertiaire a pour objectif de traduire dans le PADD les objectifs de la politique du SCoT en matière de réhabilitation. L'effort de réhabilitation conjugue le gain de consommation potentiel par isolation thermique aux surfaces à réhabiliter en m^2 à l'échelle du SCoT. Ces données peuvent faire partie des hypothèses testées par l'utilisateur de

l'outil lors de la construction du PADD afin d'évaluer l'impact d'une politique plus ou moins ambitieuse à l'échelle du territoire.

En l'absence de valeur spécifique au tertiaire, la même valeur qu'au poste habitat est proposée par défaut pour le gain de consommation potentiel par isolation thermique : 25 %. L'incertitude est tout aussi forte sur ce paramètre pour les raisons développées au paragraphe 4.5.4. L'utilisateur pourra *avec prudence* modifier la ligne 105 dans l'onglet « paramètres ».

Pour information, le Grenelle 1 de l'environnement inscrit une réduction globale de la consommation énergétique du parc ancien d'au moins 38 % d'ici 2020.

5.4.2 Équipement en énergies renouvelables dans les bâtiments tertiaires réhabilités

Il s'agit de prendre en compte la volonté de favoriser dans le SCoT l'usage des énergies renouvelables thermiques dans la réhabilitation du parc tertiaire existant.

Le principe de ce calcul repose sur la condition que la surface de bâtiment tertiaire, destinée à être équipée par des moyens de production d'énergie d'origine renouvelable, fait l'objet de travaux d'isolation thermique (cf. § 5.4.1). Si l'utilisateur souhaite tester la seule prise en compte d'énergies renouvelables thermiques dans la réhabilitation, il s'agit alors de renseigner précédemment un coefficient de réduction des consommations énergétiques faible mais non nul pour l'isolation thermique.

De même que pour le poste habitat, seules les énergies renouvelables thermiques (solaire thermique, bois et géothermie), sont prises en considération car elles réduisent directement à la source la consommation d'énergies fossiles des bâtiments pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire. La production d'énergies renouvelables thermiques par ces équipements viendra en substitution de l'énergie « conventionnelle » produite par le mix énergétique retenu, ce qui permet de diminuer la consommation énergétique et ainsi de réduire leurs émissions de GES.

Cette prise en compte se fait par l'application de coefficients de réduction à la consommation énergétique du parc tertiaire à réhabiliter. Ces coefficients sont identiques à ceux du poste habitat, en l'absence de données sources disponibles et spécifiques au tertiaire. Les détails des calculs de ces coefficients sont précisés au paragraphe 4.3.4. Ces coefficients sont des paramètres évolutifs. L'utilisateur pourra *avec prudence* modifier les lignes 108 à 110 dans l'onglet « paramètres ».

6. Poste Production locale d'énergie

6.1 Leviers d'actions du SCoT

Les Schémas de cohérence territoriale déterminent les conditions permettant d'assurer, dans le respect des objectifs du développement durable, la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la maîtrise de l'énergie et la production énergétique à partir de sources renouvelables (article L121-1 du Code de l'urbanisme). Pour cela ils devront prendre en compte les PCET, lorsqu'ils existent (L122-1-12). Par ailleurs, il est à noter que ces derniers sont compatibles avec les SRCAE (art. L.229-26V du Code de l'environnement).

Deux pistes sont identifiées pour favoriser la production d'énergies renouvelables à l'échelle du SCoT :

- en lien avec le développement des réseaux de chaleur :
 - le choix du mix énergétique primaire du territoire pour la production de chaleur urbaine (évolution des combustibles primaires vers des énergies renouvelables ou récupérables),
 - l'extension du réseau de chaleur urbaine (se substituant à des énergies plus émissives) ;
- en lien avec le développement d'électricité renouvelable sur le territoire :
 - le choix du développement d'énergies renouvelables (EnR) pour la production d'électricité, permettant de contribuer à la réduction des émissions de GES et aux objectifs nationaux de développement des EnR dans la production d'électricité.

6.2 Postes d'émissions générées et évitées

L'aménagement urbain d'un territoire s'accompagne d'une réflexion sur la production locale d'énergie. Dans cette partie, il s'agit donc d'une part de quantifier les émissions de gaz à effet de serre :

- générées par le réseau de production de chaleur urbaine ;
- générées ou évitées dans le cas d'une modification apportée aux combustibles utilisés pour la production de chaleur urbaine ;
- évitées par le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable du territoire.

La contribution du territoire aux objectifs de développement des énergies renouvelables issus du Grenelle sera d'autre part abordée.

L'outil calcule également et présente comme un indicateur les émissions de GES générées par le réseau de chaleur urbaine . Le résultat n'est pas inclus dans le résultat final des émissions du poste énergie pour la comparaison des scénarios afin d'éviter une pénalisation de la chaleur urbaine, en ajoutant des émissions supplémentaires dans le résultat global du scénario concerné. Les inclure exigerait d'inclure également les émissions de toutes les productions d'énergie sur le territoire. Or, les émissions générées par des infrastructures énergétiques à vocation nationale (centrale thermique, raffineries...) installées ou prévues sur le territoire ne sont pas intégrées à la réflexion en l'absence de levier d'action à l'échelle du SCoT.

6.3 Principe méthodologique du poste production locale de chaleur urbaine

La chaleur urbaine est une énergie produite et consommée sur le territoire, ce qui n'est pas le cas de la production électrique.

Pour un territoire qui possède déjà un réseau de chaleur urbaine (RCU), l'outil permet de :

- tester des scénarios d'évolution du mix énergétique pour la production de chaleur attendue du (des) réseau(x) de chaleur urbaine à l'horizon du SCoT ;
- calculer les émissions générées par la production de chaleur urbaine existant ou nouveau à l'horizon du SCoT.

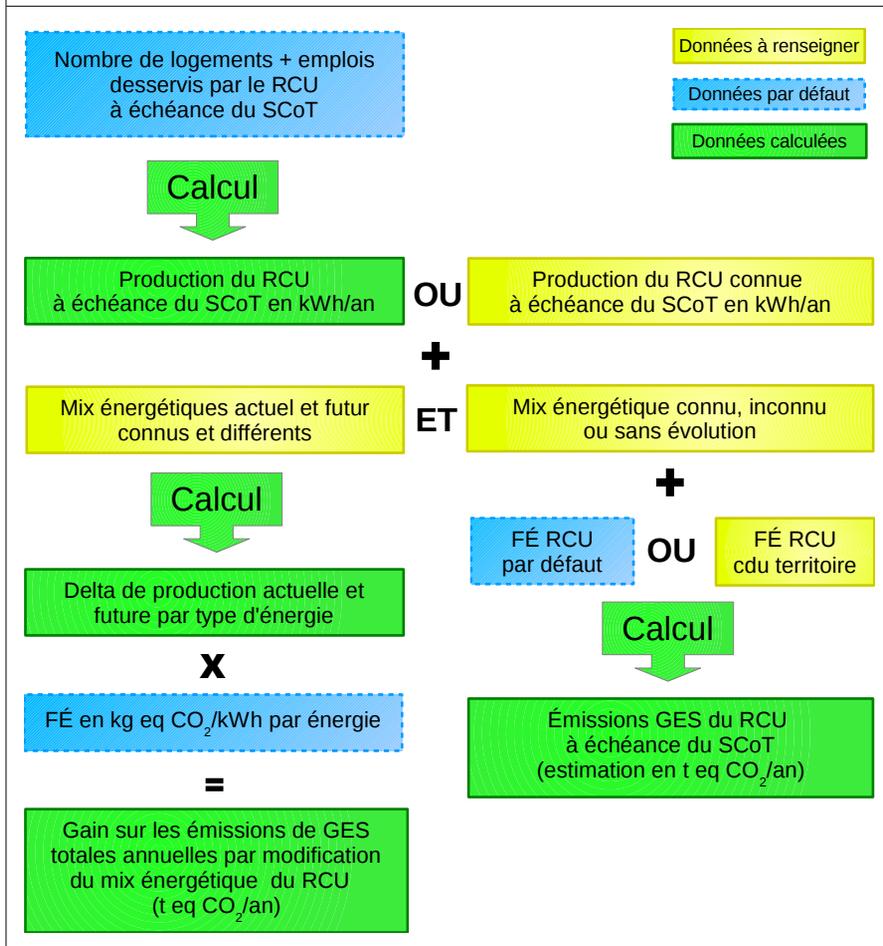
Ce dernier calcul apparaît dans le récapitulatif des résultats à titre indicatif et n'est pas intégré au résultat final pour ne pas pénaliser le développement des réseaux de chaleur urbaine.

Le calcul est basé sur la production attendue (en kWh/an) à échéance du SCoT et sur le facteur d'émission du RCU renseigné par l'utilisateur dans la partie Habitat (valeur propre au RCU local ou valeur par défaut de l'onglet « Paramètres », cf. annexe 1).

Il s'agit donc d'une estimation en ordre de grandeur des émissions de GES. L'exploitant du RCU est en mesure de communiquer les émissions de GES plus précises générées par le réseau actuel et également par le réseau à échéance du SCoT en tenant compte de son évolution.

Les gains d'émissions générés par la création d'un nouveau RCU ou l'extension du RCU existant, se substituant à une énergie plus conventionnelle, sont pris en compte au travers des évolutions du mix énergétique renseignées dans les postes habitat et tertiaire et ainsi, dans la comparaison entre scénarios pour ces postes.

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée de la prise en compte de la production de chaleur urbaine



6.3.1 Mix énergétiques actuel et futur pour la production de chaleur urbaine

Il s'agit de déterminer l'impact de l'évolution du mix énergétique sur les émissions de GES et de mettre en évidence les gains de GES qui découleraient du remplacement d'un combustible primaire par des énergies renouvelables ou récupérables.

Il s'agit de déterminer l'impact de l'évolution du mix énergétique pour la production de chaleur sur les émissions de GES et de mettre en évidence les gains de GES qui découleraient, par exemple, du remplacement d'un combustible primaire par des énergies renouvelables ou récupérables.

Les mix énergétiques primaires actuel et futur du réseau de chaleur urbaine doivent être renseignés par l'utilisateur, aucune valeur par défaut n'est proposée. Il est indispensable de *rechercher auprès du gestionnaire le mix énergétique primaire actuel du ou des réseaux, à partir d'un diagnostic de territoire ou en exploitant l'annuaire des réseaux de chaleur sur le site Internet www.viaseva.org/*. L'utilisateur choisira ensuite de retenir le mix énergétique du réseau le plus représentatif (principal) du territoire ou le mix agrégé pour l'ensemble des réseaux existants. Selon le choix, le facteur d'émission du réseau urbain renseigné en question H11 du poste habitat devra être cohérent.

L'utilisateur construira le mix énergétique futur de son territoire en fonction d'orientations d'évolution souhaitées ou d'hypothèses à tester.

À partir de ces informations, l'outil calcule les émissions découlant des évolutions du mix énergétique attendues à l'horizon du SCoT. Si ces émissions sont négatives, on parle alors de gains d'émissions de GES vis-à-vis de la situation actuelle. Si l'outil indique une valeur positive, l'évolution du mix énergétique est défavorable en termes de GES.

Les quatre énergies retenues sont les principales utilisées dans la production de chaleur en France : gaz, fioul, charbon et énergies renouvelables et récupérables. Les énergies renouvelables et récupérables incluent la biomasse, le gaz ou la chaleur issus des UIOM, des décharges, des industries, des gaz de récupération type gaz de hauts-fourneaux, des cokeries, des mines et la géothermie. La cogénération¹⁴ n'a pas été prise en compte dans le cadre de cette première version, dans le but de conserver un outil simple. On compte, par ailleurs, encore assez peu, de RCU basés sur une cogénération, en France. Dans une version ultérieure de l'outil, la cogénération pourra être prise en compte sur la base d'un coefficient de réduction des consommations d'énergies primaires du RCU, coefficient à bâtir en fonction de la technique de cogénération employée et des performances communément rencontrées (cf. BREF dans le cadre de la directive IPPC)

Ce poste peut être également « détourné » de son objectif premier, pour comparer plusieurs mix énergétiques futurs entre eux, sans tenir compte du mix actuel, qui peut ne pas être connu.

Attention : Le calcul effectué correspondra alors à une estimation des émissions du réseau de chaleur urbaine avec le mix énergétique futur et non pas à l'évolution des émissions attendues par le changement du mix énergétique. Cet exercice est à réaliser avec prudence et n'a de sens qu'en cas de zoom sur le thème « énergie » pour tester des scénarios de mix énergétiques.

¹⁴ La cogénération, production simultanée de chaleur et d'électricité, permet d'obtenir un « rendement » énergétique de l'ordre de 80 % à 90 % (source : Wikipédia), il s'agit d'un procédé figurant parmi les plus efficaces.

6.3.2 Production attendue du ou des réseaux de chaleur urbaine

Si cette donnée n'est pas connue par l'utilisateur, l'outil propose de calculer la production (en kWh) de chaleur urbaine qui sera nécessaire à l'horizon du SCoT pour l'approvisionnement :

- des logements (existants et futurs) en immeubles collectifs et individuels desservis par ce réseau de chaleur ;
- des emplois du parc tertiaire (existants et futurs) accueillis dans des bâtiments raccordés au réseau de chaleur urbaine.

Pour reconstituer la consommation annuelle (en kWh) de chaleur urbaine à l'échéance du SCoT, l'utilisateur renseigne :

- **le nombre de logements collectifs et individuels raccordés au réseau de CU à l'horizon du SCoT**, qui est croisé avec la consommation énergétique moyenne de la norme RT 2005 selon la zone climatique (en kWh / m² / an / logement) et avec les surfaces moyennes déterminées à partir du Bilan Carbone® Ademe (précisées dans le poste habitat, paragraphe 4.3.2). Le produit de ces trois données détermine la consommation totale en kWh/an des logements raccordés au réseau de CU à l'horizon du SCoT ;
- **le nombre d'emplois raccordés au réseau de CU à l'horizon du SCoT**, qui est multiplié par la consommation moyenne de chaleur urbaine par emploi pour le chauffage, la production de froid et l'eau chaude sanitaire (base des données Ceren¹⁵: 14,6 kWh / emploi / an).

La production de chaleur urbaine ainsi obtenue est croisée avec les données d'évolution du mix énergétique puis avec le facteur d'émission propre au réseau de chaleur urbaine (cf. paragraphe 4.3.5.) afin de déterminer l'impact de l'évolution du réseau de CU sur les émissions de GES.

6.4 Principe méthodologique du poste production locale d'électricité à partir d'énergies renouvelables

La production d'énergies renouvelables « électriques »¹⁶ sur le territoire se substitue à la production électrique nationale, plus émissive en GES. Ainsi, à l'horizon du SCoT, l'installation d'énergie renouvelables « électriques » permettra d'éviter des émissions de GES.

¹⁵ Centre d'Études et de Recherches Économiques sur l'Énergie.

¹⁶ Production qui contribue à atteindre l'objectif de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie française

Seules les énergies renouvelables dites « électriques » sont considérées dans cet exercice puisque envoyées directement sur le réseau d'électricité français et non pas utilisées sur place : l'éolien terrestre, l'éolien en mer, l'hydroélectricité, le solaire photovoltaïque et la biomasse.

Pour calculer l'énergie électrique produite sur le territoire à l'horizon du SCoT, l'utilisateur renseigne les puissances actuellement installées en MW et celles prévues à échéance du SCoT (et en MWh pour l'hydro-électricité) . Il n'a aucun recours possible à des valeurs par défaut. Un diagnostic Énergie de son territoire est nécessaire pour cet exercice. Les puissances en MW sont ensuite traduites en MWh par les facteurs suivants :

	Production en MWh/MW installés
Éolien terrestre	2 000
Éolien mer	2 500
Photovoltaïque	1 100
Biomasse ¹⁷	5 100

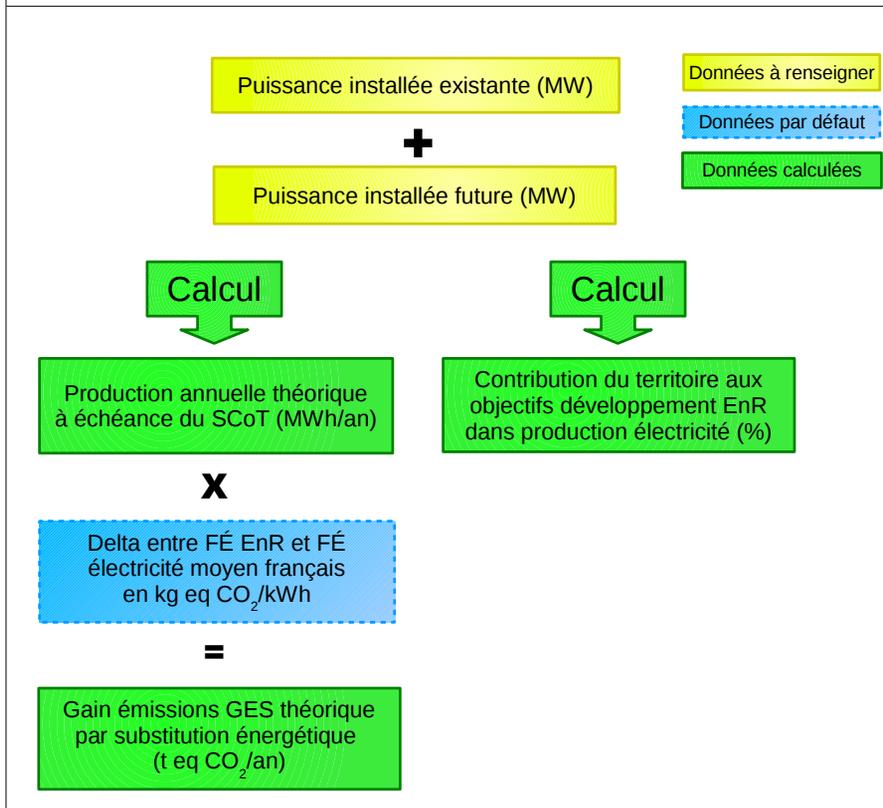
Plusieurs sources ont permis de déterminer ces facteurs, notamment :

- *Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol - l'exemple allemand*, MEEDDAT/DGEC, novembre 2007 ;
- *Programmations pluriannuelles des investissements de production d'électricité et de chaleur - Plan indicatif pluriannuel dans le domaine du gaz*, MEEDDAT, Synthèse 2009.

Enfin, les émissions de GES générées par l'installation d'énergies renouvelables à l'horizon du SCoT découlent du produit entre les puissances prévues sur le territoire en MWh avec les facteurs d'émission (en kg équivalent CO₂/kWh) des énergies renouvelables renseignés. Le gain d'émissions GES résulte de la comparaison entre les émissions de GES de la production issue de sources renouvelables ainsi calculées et les émissions générées pour un même niveau de production avec le mix énergétique français tel qu'il existe actuellement.

¹⁷ Le coefficient de conversion pour la production d'énergie électrique à partir de biomasse est bâti sur des hypothèses moyennes sur le rendement et le nombre d'heures de fonctionnement de l'installation de production. Ces éléments ont été soumis à l'Ademe. Ce coefficient est donc amené à être modifié en fonction d'hypothèses provenant de l'Ademe.

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée pour la production locale d'électricité à partir d'énergies renouvelables



Indicateur énergies renouvelables :

La somme des puissances actuellement installées en MW et des puissances prévues sur le territoire permet de calculer la contribution du territoire aux objectifs de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie française, objectifs inscrits dans la loi Grenelle. Cet indicateur tient compte des seules énergies renouvelables « électriques » du territoire et est présenté à titre informatif dans les feuilles « résultats » de l'outil. Ce sont les objectifs de production inscrits à la Programmation Pluriannuelle des Investissements de production d'électricité 2009 – 2020 qui servent de référence dans le calcul.

7. Poste Changement d'affectation des sols

7.1 Leviers d'actions du SCoT

Dans le respect des orientations définies dans le PADD, le DOO détermine les orientations générales de l'organisation de l'espace et les grands équilibres entre les espaces urbains et à urbaniser et les espaces ruraux (extrait de l'article L122-1-4).

Il définit les objectifs et les principes de la politique de l'urbanisme et de l'aménagement (article L122-1-5). Il détermine les conditions d'un développement équilibré dans l'espace rural entre l'habitat, l'activité économique et artisanale et la préservation des sites naturels, agricoles et forestiers.

Il arrête des objectifs chiffrés de consommation économe de l'espace et de lutte contre l'étalement urbain qui peuvent être ventilés par secteur géographique.

Il peut imposer préalablement à toute ouverture à l'urbanisation d'un secteur nouveau :

- l'utilisation de terrains situés en zone urbanisée ;
- la réalisation d'une étude de densification des zones déjà urbanisées.

Le DOO précise par ailleurs les modalités de protection des espaces nécessaires au maintien de la biodiversité et à la préservation ou à la remise en bon état des continuités écologiques.

Il peut définir des objectifs à atteindre en matière de maintien et de création d'espaces verts dans les zones faisant l'objet d'ouverture à l'urbanisation.

Les SCoT prennent par ailleurs en compte les schémas de cohérence écologique (article L122-1-12) et par ce biais participent à la mise en œuvre des trames vertes et bleues.

7.2 Postes d'émissions générées ou évitées

L'aménagement de zones urbaines modifie l'usage initial de ces zones, ce qui induit une modification du processus d'émission ou de stockage des gaz à effet de serre. C'est ce phénomène que tente d'appréhender l'outil dans cette partie.

Les zones à urbaniser sont implantées :

- soit sur des zones de terrain « nu » (extension urbaine), et dans ce cas les émissions prises en compte sont celles **du déstockage du carbone initialement séquestré dans les sols et par la végétation** ;

- soit sur des zones déjà artificialisées (renouvellement urbain), et dans ce cas les émissions prises en compte sont les **émissions issues de la démolition** des bâtiments en place et du **traitement des déchets** de démolition.

L'outil intègre également les émissions de GES évitées par la création de zones boisées ou d'espaces verts, cela en fonction de l'usage initial des sols.

L'outil n'intègre pas :

- les émissions dues à l'usage initial de la surface que l'urbanisation en extension permet d'éviter, telles que les émissions dues à l'agriculture ;
- les émissions dues au fonctionnement de la zone urbanisée avant renouvellement.

Ces émissions nécessiteraient, pour être prises en compte, un diagnostic des émissions de GES de la zone avant projet.

L'outil ClimAgri®, proposé par l'Ademe, est adapté aux spécificités de l'agriculture et de la forêt et conçu pour réaliser un diagnostic territorial des consommations d'énergies et des émissions de GES.

7.3 Urbanisation en extension

L'urbanisation en extension sur des zones non artificialisées conduit à deux phénomènes :

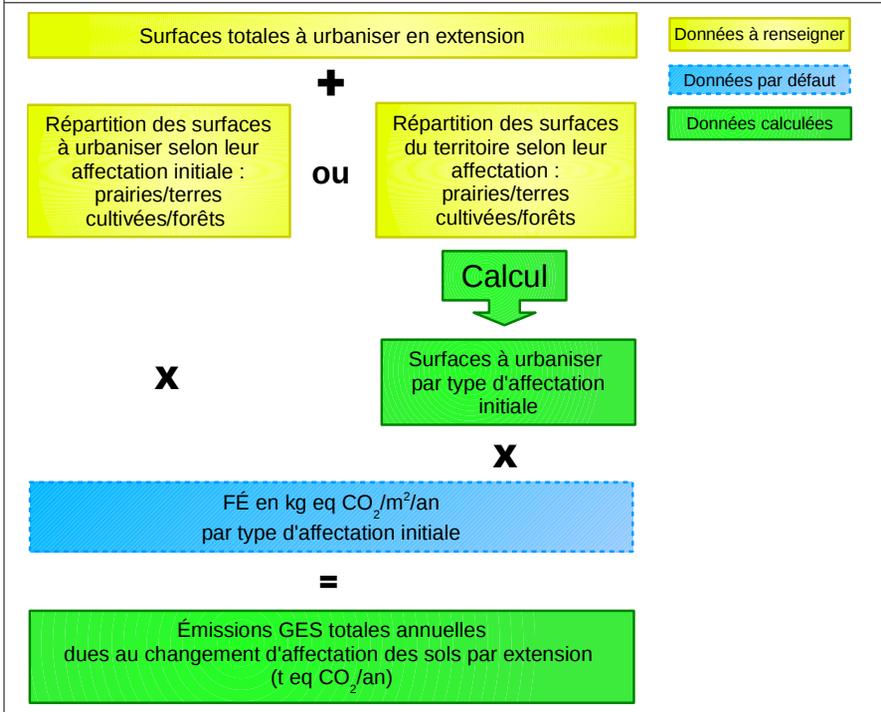
- un déstockage du carbone contenu dans les sols ;
- la suppression de puits de carbone lors du remplacement d'un écosystème qui stocke des GES, tel que la forêt, par une zone urbanisée.

Ces deux phénomènes sont évalués par l'outil à partir des données d'entrée suivantes :

- la superficie de terrain à urbaniser en extension ;
- l'affectation initiale de ces terrains (prairies, forêts, terres cultivées).

Si cette répartition n'est pas connue, l'hypothèse prise est la répartition initiale de l'ensemble du territoire du SCoT en prairies, terres agricoles et forêts, issue du diagnostic du SCoT.

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des émissions dues au changement d'affectation des sols



7.3.1 Émissions liées au déstockage du carbone contenu dans le sol

Le contenu en carbone du terrain naturel dépend du type d'écosystème présent : prairie, forêt, terre cultivée. Les contenus approximatifs en carbone (dans la végétation et dans le sol) de ces différents écosystèmes ont été estimés dans de nombreuses études, avec des résultats assez différents en termes de valeurs numériques.

Néanmoins, les conclusions générales sont les suivantes :

- les terres cultivées stockent moins de carbone que les forêts et les prairies ;
- une grande partie du carbone des écosystèmes est contenue dans le sol, notamment pour les prairies et les terres cultivées.

Pour notre calcul, les valeurs de stockage de carbone les plus représentatives des écosystèmes français ont été utilisées. Ces données proviennent de

l'Inra¹⁸ (Institut national de recherche agronomique) et de l'Inventaire forestier national (IFN) :

- forêts : 14,1 kgeqC/m² (51,7 kg eqCO₂/m²) ;
- prairies : 7,4 kgeqC/m² (27,1 kg eqCO₂/m²) ;
- terres de culture : 4,3 kgeqC/m² (15,8 kg eqCO₂/m²).

Pour les forêts, la biomasse aérienne représente 7,1 kgeqC/m², dont environ 6 kgeqC/m² de bois (1 kgeqC/m² dans la litière et la végétation basse). Or, tout le carbone contenu dans cette biomasse n'est pas restitué à l'atmosphère, notamment si le bois coupé est utilisé comme bois d'œuvre. Dans l'outil GES SCoT, comme dans la méthode Bilan Carbone®, le carbone est considéré comme stocké dans le bois si celui-ci est utilisé comme bois d'œuvre (avec une durée de résidence supérieure à 50 ans).

Si le bois coupé est utilisé comme bois d'œuvre, les 6 kgeqC/m² de bois sont considérés comme stockés et le déstockage de carbone est donc de 8 kgeqC/m². Si le bois coupé n'est pas utilisé comme bois d'œuvre, l'intégralité du contenu carbone est déstockée, soit 14,1 kgeqC/m².

Les valeurs de l'industrie du bois (données Inra entre 1984 et 1996) indiquent qu'en moyenne, le bois coupé est utilisé à 40 % comme du bois d'œuvre (stockage du carbone) et à 60 % comme du bois de feu ou du bois de trituration (déstockage du carbone).

Ces ratios d'usage moyen du bois sont retenus dans l'outil GES SCoT. Avec ces ratios, le déstockage de carbone est évalué à 11,7 kgeqC/m² ou 42,9 kgeqCO₂/m².

La quantité de carbone contenu dans les sols minéralisés est peu connue, mais elle est probablement très faible. On fera ici l'hypothèse que l'intégralité de la surface construite est minéralisée.

NB : Le déstockage de carbone contenu dans les sols ne se fait pas immédiatement lors du changement d'usage mais sur plusieurs années, voire dizaines d'années. Le calcul avec les facteurs d'émission proposés permet de déterminer les émissions cumulées sur toute la durée de déstockage. La durée d'amortissement considérée par défaut est fixée à 50 ans. En utilisant cette durée d'amortissement du projet, des émissions annuelles peuvent être déterminées pour permettre une comparaison en ordre de grandeur avec les autres postes d'émission annualisés.

¹⁸ *Stocker du carbone dans les sols agricoles de France*, Inra, 2002

7.3.2 Émissions (puits) supprimées par le changement d'affectation du sol

En-dehors du carbone contenu dans la biomasse et les sols, l'activité présente sur le terrain avant projet peut constituer un puits de carbone (forêt). Cette activité disparaissant avec le changement d'usage, il est nécessaire d'évaluer ces puits.

Un choix méthodologique a été fait de retenir le seul déstockage de carbone. La thématique « Agriculture » étant écartée, les émissions générées par les activités agricoles (culture ou élevage) supprimées par la construction urbaine ne sont donc pas retenues dans cette première version par souci de cohérence.

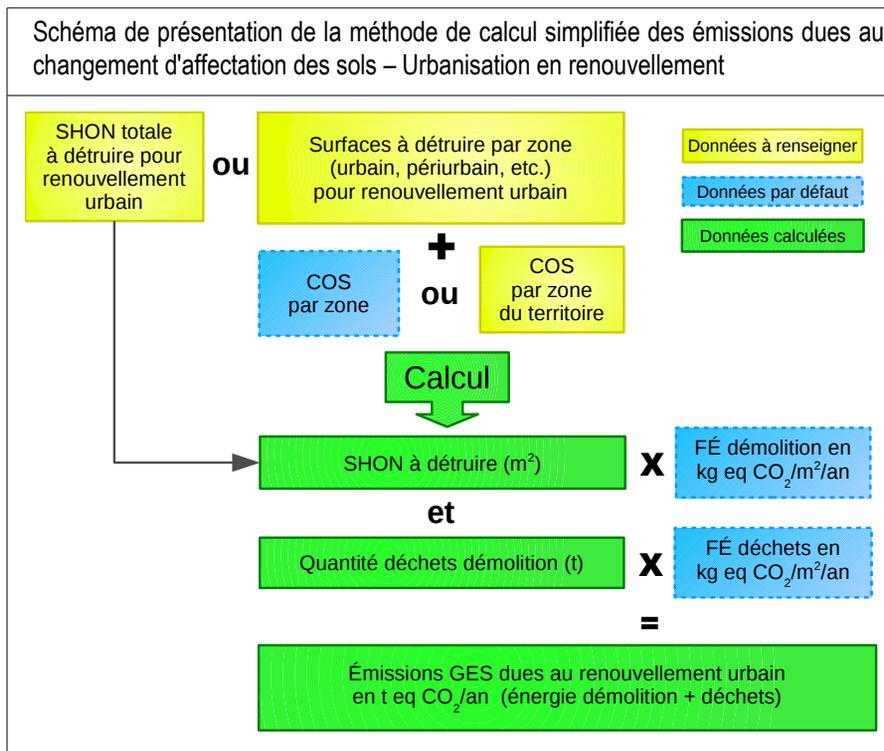
En France, jusqu'à maintenant, la forêt (sans considérer le stockage dans le bois d'œuvre) constitue globalement un puits de carbone, c'est-à-dire que les flux entrants (accroissement en volume) sont supérieurs aux flux sortants (récolte de bois, mortalité) :

- une partie de cet accroissement est due à une augmentation de la surface forestière. Toutefois, dans l'outil GES SCoT, l'entrée surface forestière est une donnée fixe au cours de la durée du SCoT et l'accroissement surfacique n'est pas pris en compte ;
- une autre est imputable à l'augmentation globale du stock de carbone par unité de surface depuis plusieurs décennies dans les forêts françaises. D'après Dupouey (Inra)¹⁹, l'accroissement en volume par unité de surface est de 1 % par an en moyenne depuis environ 30 ans. Avec un accroissement de 1 % par an sur une période de 50 ans et une teneur de base en carbone dans la biomasse aérienne de 7,1 kgeqC/m², la teneur en carbone de la biomasse aérienne au bout de 50 ans augmente d'environ de 5 kgeqC/m², soit 0,1 kgeqC/m²/an.

Le puits de carbone supprimé par le changement d'usage forêts --> zones urbanisées peut être évalué à 0,1 kgeqC/m²/an ou 0,37 kgeq-CO₂/m²/an.

¹⁹ Dupouey 2006. *La séquestration du carbone en forêt*. Colloque chimie verte : questions à la recherche » 28 février 2006.

7.4 Urbanisation en renouvellement urbain - Affectation initiale du sol : surface « déconstruite »



Deux types d'émissions sont prises en compte :

- les émissions liées à l'énergie nécessaire à la déconstruction.

Dans le document de la MIES, « mémento des décideurs », de 2003 (exemple d'une école), les émissions de la phase destruction représentent 10 % des émissions de la phase chantier. Dans l'attente d'une donnée plus robuste, ce ratio est utilisé pour les bâtiments à déconstruire. Le facteur d'émission pris en compte est celui issu du Bilan Carbone® Territoire (logements en béton), soit 12 kgeqC/m² de SHON détruite ;

- les émissions liées au traitement des déchets de construction.

Le facteur d'émission utilisé dans l'outil est le facteur d'émission Ademe pour les déchets de construction (2 t/m² de SHON détruite). Ce facteur est utilisé couplé au facteur d'émission du Bilan Carbone® Territoire (4 kgeqC/t : FE du bilan carbone pour les déchets non fermentescibles).

Le calcul s'effectue à partir de données d'entrée :

- la superficie totale à urbaniser en renouvellement qui sera effectivement détruite à l'horizon du SCoT (attention : cette surface est la surface au sol et non la SHON de bâtiments) ;
- la SHON totale détruite à l'horizon du SCoT.

Si la SHON n'est pas connue, l'outil effectue une estimation à partir de données complémentaires : la localisation des zones à urbaniser en renouvellement (pôle urbain central, pôles secondaires, périurbain, zone rurale), pour tenir compte de la densité.

Dans le cas d'un SCoT, la SHON peut être estimée à partir du COS des zones à urbaniser, en faisant l'hypothèse d'un COS moyen selon l'emplacement de la zone à urbaniser (pôle urbain central, pôles secondaires, périurbain, rural : cf. définitions chapitre 4.3.1).

Les COS de chacune des trois zones peuvent être entrés par l'utilisateur, sinon une valeur par défaut est proposée par l'outil. Les COS par défaut utilisés sont les suivants (source : diagnostic du SCoT de Bayonne) :

- pôle urbain central : 2,5
- pôles secondaires : 1,5
- périurbain : 0,5
- rural : 0,2.

Pour déterminer la SHON, l'utilisateur de l'outil peut également travailler à partir d'une hypothèse basée sur des opérations de renouvellement urbain déjà programmées, estimer la surface de bâtiments détruits par hectare de zone en renouvellement et supposer que le ratio sera le même pour les opérations à venir.

Les émissions totales sont réparties sur une durée d'amortissement de 50 ans pour obtenir des émissions annuelles.

NB : les émissions d'utilisation des bâtiments avant l'opération de renouvellement ne sont pas prises en compte dans cet outil. Cette évaluation nécessite la réalisation d'une étude relativement complexe, intégrant des données d'entrée assez fines, notamment l'âge du bâti à détruire, ce qui alourdirait considérablement la démarche. D'autres outils peuvent être utilisés pour répondre à cette question tel que l'outil GES OpAm mis en cohérence avec GES PRU élaboré par l'Anru.

7.5 Création de zones boisées ou d'espaces verts

Le calcul réalisé ici consiste à évaluer les gains d'émissions GES liés d'une part à l'augmentation du stockage du carbone dans les sols lors du changement d'usage du sol vers une surface boisée ou un espace vert, et d'autre part au stockage du carbone dans la biomasse dans le cas d'une forêt.

7.5.1 Création de zones boisées

Le gain dépend de l'usage initial du sol : on ne « gagne » pas la même quantité de gaz à effet de serre en plantant une forêt à la place d'une terre agricole, d'une prairie ou d'une zone artificialisée.

Le stockage du carbone par la biomasse aérienne et par les sols a été développé au chapitre 7.3.1 relatif aux émissions liées au déstockage du carbone contenu dans le sol et les parties aériennes.

Le stockage du carbone par la biomasse aérienne est évalué à $0,1 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$.

Le carbone stocké dans les prairies et les terres de culture peut être considéré comme intégralement contenu dans le sol. La teneur en carbone des sols de ces écosystèmes correspond donc aux données Inra et IFN présentés au chapitre 7.3.1 :

- prairies : $7,4 \text{ kgeqC/m}^2$;
- terres de culture : $4,3 \text{ kgeqC/m}^2$.

En revanche, le carbone des forêts se répartit en une partie aérienne (le bois, la litière et la végétation basse) de $7,1 \text{ kgeqC/m}^2$ et une partie contenue dans le sol de 7 kgeqC/m^2 .

Le stockage du carbone dans le sol ne s'effectue pas immédiatement. Pour une forêt, le gain en carbone du sol se fait sur environ une centaine d'années (données Inra²⁰).

En fonction de l'occupation initiale du sol sur lequel la forêt est plantée, le gain en carbone est le suivant :

- si la zone boisée vient en remplacement d'une zone urbanisée, la zone urbanisée est considérée comme entièrement minérale. Elle ne stocke donc pas de carbone. Le gain est donc de :
 - $0,1 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$ pour le stockage dans la biomasse,
 - $0,07 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$ pour le stockage dans les sols des forêts, soit $0,17 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$ ou $0,62 \text{ kgeqCO}_2/\text{m}^2/\text{an}$;

²⁰ Stocker du carbone dans les sols agricoles de France, Inra, 2002

- si la forêt vient en remplacement d'une zone agricole, le gain provient du stockage dans le bois ($0,1 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$) et de la différence de stockage des sols ($0,027 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$), répartis sur 100 ans, soit $0,127 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$ ou $0,47 \text{ kgeqCO}_2/\text{m}^2/\text{an}$;
- si la forêt vient en remplacement d'une prairie, le gain provient du stockage dans le bois ($0,1 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$) et de la différence de stockage des sols ($0,004 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$), répartis sur 100 ans, soit $0,1 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$ ou $0,37 \text{ kgeqCO}_2/\text{m}^2/\text{an}$.

7.5.2 Création d'espaces verts

La création d'espaces verts permet de stocker du carbone dans le sol. Dans ce cas également, les valeurs de stockage sont différentes en fonction de l'usage initial du sol.

Pour mémoire, les valeurs de teneur en carbone des écosystèmes français utilisées ici sont de :

- $7,4 \text{ kgeqC/m}^2$ pour les prairies ;
- $4,3 \text{ kgeqC/m}^2$ pour les terres de culture.

La quantité de carbone contenue dans le sol d'un espace vert est considérée à mi-chemin entre ces deux valeurs, soit $5,9 \text{ kgeqC/m}^2$.

Le stockage du carbone dans le sol d'un espace vert ne se fait pas immédiatement. Il s'effectue très progressivement sur environ une soixantaine d'années (données Inra²¹).

Ainsi, en fonction de l'occupation initiale du sol sur lequel l'espace vert est créé, la gain en carbone est le suivant :

- si la zone vient en remplacement d'une zone urbanisée, la zone urbanisée est considérée comme entièrement minérale. Elle ne stocke donc pas de carbone.

Le gain est donc de $0,1 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$ ou $0,37 \text{ kgeqCO}_2/\text{m}^2/\text{an}$;

- si la zone vient en remplacement d'une zone agricole, le gain provient de l'augmentation du carbone du sol, soit $1,6 \text{ kgeqC/m}^2$, à répartir sur soixante ans, soit $0,03 \text{ kgeqC/m}^2/\text{an}$ ou $0,11 \text{ kgeqCO}_2/\text{m}^2/\text{an}$.

Pour le cas d'un remplacement d'une prairie par un espace vert, le gain d'émissions GES est nul, les espaces verts étant plus pauvres en carbone que les prairies.

²¹ *Stocker du carbone dans les sols agricoles de France*, Inra, 2002

7.6 Synthèse des facteurs d'émission pour le changement d'usage des sols

Facteurs d'émission Changement d'usage des sols			
FE - forêts/déstockage	42,9 kg éq.CO ₂ / m ² / 50 ans	Déstockage de carbone de la forêt (biomasse aérienne + contenu carbone existant des sols) qui est supprimé par la coupe de la forêt afin d'urbaniser	Institut national de recherche agronomique + Inventaire forestier national + Bilan Carbone® Ademe + MIES 2003 ²²
FE - forêts/puits supprimés	0,37 kg éq.CO ₂ /m ² /an	Stockage "futur" annuel supprimé par la disparition de la forêt	
FE - prairies	27,1 kg éq.CO ₂ /m ² / 50 ans		
FE - élevage/émissions évitées	0 kg éq.CO ₂ / m ² /an	Ne tient pas compte du poste agricole	
FE - terres cultivées	15,8 kg éq.CO ₂ /m ² / 50 ans	Déstockage de "l'existant"	
FE - terres cultivées /émissions évitées	0 kg éq.CO ₂ / m ² /an	Ne tient pas compte du poste agricole	
FE - zones urbaines > zones boisées	0,62 kgeqCO ₂ /m ² /an	Stockage par la biomasse aérienne et le sol boisé (puits de carbone)	
FE - prairies > zones boisées	0,37 kgeqCO ₂ /m ² /an	Stockage par la biomasse aérienne et le sol boisé sans prise en compte des émissions agricoles (puits de carbone)	
FE - terres cultivées > zones boisées	0,47 kgeqCO ₂ /m ² /an	Idem (puits de carbone)	
FE - zones urbaines > espaces verts	0,37 kgeqCO ₂ /m ² /an	Stockage dans le sol (puits de carbone)	
FE - terres cultivées > espaces verts	0,11 kgeqCO ₂ /m ² /an	Stockage dans le sol (puits de carbone)	
FE - prairies > espaces verts	0 kgeqCO ₂ /m ² /an	Nul car espaces verts plus pauvres en carbone que les prairies	
FE déchets inertes	14,7 kgeqCO ₂ / t /50 ans	Émissions liées au traitement des déchets de déconstruction	
FE déconstruction bâtiment	44 kgeqCO ₂ /m ² SHON détruite/50 ans	Émissions liées à l'énergie nécessaire à la déconstruction	

²² Memento des décideurs, Mies 2003.

8. Poste Déplacements

8.1 Leviers d'actions

Conformément à l'article L 121-1, le SCoT détermine les conditions permettant de diminuer les obligations de déplacements et de développer les transports collectifs.

Le SCoT poursuit les deux objectifs suivants :

- assurer une cohérence du développement urbain avec le système de déplacements ;
- développer l'offre de transports au service d'un développement urbain maîtrisé.

Afin de s'inscrire dans ces objectifs, le DOO précise les conditions permettant de favoriser le développement de l'urbanisation prioritaire dans les secteurs bien desservis par les transports collectifs ainsi que celles permettant le désenclavement par transport collectif des secteurs urbanisés qui le nécessitent. Il peut déterminer des secteurs dans lesquels l'ouverture de nouvelles zones à l'urbanisation est subordonnée à leur desserte par les transports collectifs.

Le DOO peut, moyennant justification, imposer une densité minimale dans des secteurs proches des TC existants ou programmés (L. 122-1-5 VIII et IX).

Le DOO peut définir des obligations pour la réalisation d'aires de stationnement, en fonction de la desserte en TC : obligations minimales ou maximales pour les véhicules motorisés, obligations minimales pour les véhicules non motorisés (non applicable au PLU intégrant le PDU) (L. 122-1-8).

En matière d'urbanisme commercial, le document d'aménagement commercial (DAC) est intégré au document d'orientation et d'objectifs.

Le DOO peut subordonner l'ouverture ou l'extension des zones d'aménagement commercial délimitées par le DAC à certaines conditions, non limitativement énumérées, relatives :

- à la desserte en TC ;
- aux conditions de stationnement ;
- aux conditions de livraison des marchandises ;
- au respect de normes environnementales.

Le PDU et le PLU doivent être compatibles avec le DOO du SCoT (article L. 122-1-15).

L'outil permet d'évaluer l'impact sur les émissions de GES :

- de la localisation et de la desserte des zones résidentielles, de l'emploi, des zones commerciales... ;
- des déplacements touristiques ;
- de la rationalisation de l'organisation du système logistique.

8.2 Principe méthodologique du poste déplacements

Cette partie traite de façon très distincte deux aspects des déplacements sur lesquels le SCoT peut jouer :

- d'une part, les émissions générées par les déplacements de la population nouvelle à accueillir. Ces émissions varient d'un scénario à l'autre selon les différentes stratégies résidentielles adoptées par le SCoT. Il est considéré que les déplacements en centres urbains sont plus courts, plus souvent réalisés à pied ou en transports collectifs et que les déplacements effectués par les périurbains sont plus longs et plus souvent réalisés en voiture, d'où un impact carbone nettement supérieur ;
- d'autre part, les émissions évitées par les orientations du SCoT favorisant le report modal ou la réduction des distances parcourues notamment pour se rendre au travail ou dans les grandes zones commerciales. Les gains d'émissions calculés par l'outil découlent alors :
 - de la mobilité résidentielle interne des habitants actuels du SCoT (renforcement de la population dans certaines zones du territoire au détriment d'autres zones),
 - du rapprochement entre lieux de résidence et d'emplois et entre lieux de résidence et grandes zones commerciales,
 - du report modal des déplacements vers le travail au profit des modes alternatifs à la voiture,
 - du report modal lié à la mise en service de lignes de TCSP (transports collectifs en site propre : métro, tramway ou bus à haut niveau de service),
 - de la réduction du trafic de marchandises par rationalisation de la logistique urbaine (organisation de tournées, meilleure organisation des sites logistiques...). L'outil, de façon simplifiée, propose une prise en compte de ces effets,
 - du report modal et de la rationalisation des déplacements touristiques. Une approche de calcul simplifiée est retenue ici, permettant de tester les mesures visant à réduire l'usage automobile ou les distances parcourues.

8.2.1 Enquêtes déplacements

Les paramètres proposés dans l'outil SCoT pour la partie déplacements s'appuient sur l'exploitation des enquêtes déplacements. Ils sont proposés par défaut et à titre indicatif dans les annexes des guides technique et d'utilisateur.

Ces enquêtes sont menées à deux échelles territoriales :

- L'enquête nationale transports déplacements²³ couvre le territoire national complet et concerne la mobilité locale comme la mobilité longue distance. Elle a été utilisée ici notamment pour fournir des valeurs références de budgets distances, indicateur utilisé pour reconstituer les distances totales parcourues par la population nouvelle du SCoT.

Ce budget distance couvre ainsi tous les déplacements réalisés à moins de 80 km à vol d'oiseau du domicile.

En moyenne nationale, le budget distance total par habitant est de 25 km, dont 21 km parcourus en voiture, 3 km en transports collectifs et 1 km en modes doux (marche et vélo). Les valeurs par type de territoire en France sont présentées en annexe 3 du guide d'utilisateur et repris en annexe 4 de ce présent guide.

- Les enquêtes ménages déplacements (EMD)²⁴, menées depuis les années 1970 dans les agglomérations françaises, selon une méthodologie constante et strictement encadrée, permettent de mesurer et d'analyser la mobilité urbaine des résidents de ces zones. Sont notamment connus l'ensemble des déplacements de semaine réalisés par la population, les motifs, origines et destinations des déplacements et les modes de transport utilisés. Sont aussi localisés les lieux de résidence et les lieux de travail. De nombreuses autres données permettent de croiser les pratiques de mobilité avec des variables démographiques et socio-économiques (taille et motorisation des ménages, âge, sexe, profession et catégorie socioprofessionnelle (PCS), occupation principale des individus, etc.).

Les EMD permettent ainsi notamment de mesurer les écarts de mobilité des habitants d'un territoire selon leur localisation résidentielle.

De nombreuses EMD ont été analysées afin de caler des paramètres moyens applicables pour tous les territoires selon la taille de l'agglomération : grande ou moyenne.

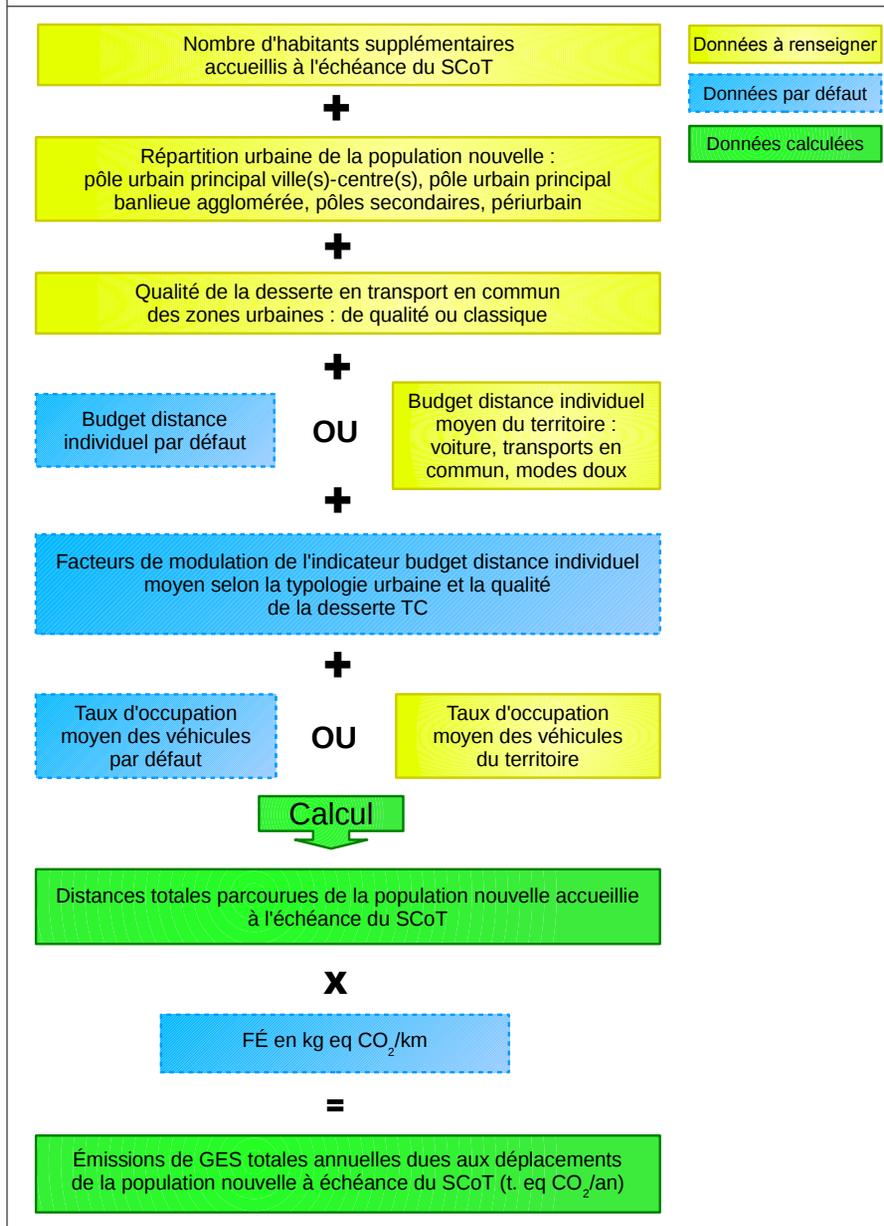
²³ *Présentation de l'enquête Nationale des Transports et Déplacements (ENTD). Mobilités à longue distance*, fiche Setra, avril 2010

²⁴ *Enquête ménage déplacements « standard CERTU » Guide méthodologique*, Certu 2008.

8.2.2 Déplacements de la population nouvelle

Le calcul réalisé ici consiste à évaluer les émissions de GES générées par la population nouvelle à accueillir sur le territoire du SCoT selon les différents scénarios de localisation résidentielle.

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des émissions GES générées par les déplacements des populations nouvelles



- **Répartition de la population sur le territoire**

Le SCoT propose des stratégies de localisation visant à minimiser les émissions de GES. Il s'agit notamment de favoriser les déplacements de courte distance par une mixité fonctionnelle importante et d'encourager, par des localisations adaptées, l'usage des réseaux de transports collectifs actuels ou futurs. À partir de ces éléments, il s'agit de préciser la répartition de la population par typologie de territoires selon la qualité de desserte en transport en commun (TC).

La population nouvelle à accueillir est ventilée selon une armature urbaine qui se décompose en 4 types de zones, souvent définies dans les SCoT avec une terminologie différente :

- le pôle urbain central, décomposé ici en sa ou ses villes centres et sa banlieue ;
- les pôles secondaires ;
- le périurbain et l'espace rural.

Cette terminologie, pouvant différer d'un territoire à l'autre, reprend les définitions des différentes zones de territoires adoptées pour le calcul des autres postes d'émission de l'outil et précisées dans le poste habitat au paragraphe 4.3.1.

La qualité de la desserte en transport en commun (TC) s'apprécie selon les critères locaux du territoire du SCoT considéré. La desserte TC est, de façon simplifiée, classée en deux types de zones, qui peuvent varier d'une agglomération à l'autre :

- la desserte de qualité qui sera, dans une grande agglomération, constituée par les lignes de TCSP (métro, tramway, bus à haut niveau de service) ; dans une agglomération de taille moyenne par les lignes fortes du réseau de bus, proches du haut niveau de service ;
- la desserte classique, constituée par les lignes de bus ou d'autocar de fréquence moyenne ou faible et d'amplitude horaire limitée.

Ces deux niveaux sont relatifs, il s'agit d'identifier les zones du territoire les mieux desservies, comparativement au reste du territoire, et non à des standards de qualité de desserte nationaux.

L'outil propose un double choix de la répartition de la population sur le territoire selon l'armature urbaine uniquement (typologie simplifiée) ou selon l'armature combinée à la desserte TC.

Pôle urbain principal ville(s)-centre(s)	Desserte TC de qualité
	Desserte TC classique
Pôle urbain principal banlieue agglomérée	Desserte TC de qualité
	Desserte TC classique
Pôles secondaires	Desserte TC de qualité
	Desserte TC classique
Périurbain	Desserte TC de qualité
	Desserte TC classique

• **Distances totales parcourues par les habitants du territoire**

Les distances totales parcourues par les habitants du territoire sont reconstituées en croisant les données de répartition de la population sur le territoire avec les paramètres de mobilité moyenne du territoire. Les paramètres de mobilité moyenne du territoire désignent les **indicateurs de budgets distances individuels** moyens, définis comme la somme des kilomètres parcourus par jour en moyenne par chaque habitant ainsi que le taux d'occupation moyen des véhicules.

Par défaut, dans l'outil, les paramètres de mobilité moyens français sont les suivants (source : *Enquête Nationale Transports et Déplacements 2007/2008 – Insee/MEEDDM*) :

Budgets distances individuels moyens	Mobilité totale (km/jour/habitant)	25
	Mobilité voiture (km/jour/habitant)	21
	Mobilité TC (km/jour/habitant)	3
	Mobilité modes doux (km/jour/habitant)	1
	Taux d'occupation moyen des véhicules	1,3

La décomposition par mode retenu est simplifiée ainsi :

- la voiture particulière : budget total à remplir, modes conducteur et passager additionnés ;
- les transports collectifs : dans leur ensemble, modes urbains (métro, tramway, bus) comme interurbains (car et train) ;
- les modes doux : marche à pied et vélo.

La mobilité en deux-roues motorisés restant faible, elle n'est pas dissociée, mais intégrée à celle des voitures particulières (facteurs d'émission GES assez proches).

L'utilisateur peut renseigner un **taux d'occupation moyen sur son territoire**, ce qui permet notamment de tester une augmentation de celui-ci, par exemple par une pratique plus large du covoiturage.

Autant que possible, l'utilisateur adaptera également les valeurs de **budgets distances individuels** moyennes selon la composition du territoire du SCoT : un SCoT fortement urbain d'une grande agglomération se rapprochera des paramètres « Moyenne aires urbaines de plus de 100 000 hab. » par exemple. L'annexe 4 propose un tableau fournissant ces paramètres de mobilité pour 10 typologies de territoires en France croisant la notion d'aires urbaines avec la taille de ces mêmes aires.

Sur le territoire du SCoT, les budgets distances individuels varient également selon la zone de résidence autour de la valeur moyenne de l'agglomération. En effet, ces valeurs sont fortement évolutives d'un périmètre SCoT à un autre, notamment en fonction de :

- la taille du périmètre : sur un périmètre large, les distances peuvent être plus longues que sur un territoire restreint ;
- la forme de l'agglomération ;
- la qualité du réseau de transports collectifs : ce paramètre joue beaucoup sur la répartition modale des budgets distances ;
- d'autres paramètres plus ou moins déterminants, tels que la spécialisation des zones d'emplois, le coût du foncier, mais qui ne sont pas pris en compte dans l'outil.

L'outil propose des valeurs de modulation de cet **indicateur de budget distance individuel** moyen pour tenir compte des différentes typologies urbaines et de la qualité de desserte en transport en commun du territoire du SCoT .

Le tableau ci-après liste les facteurs de modulation de l'indicateur des budgets distances individuels moyens selon la typologie urbaine et la qualité de la desserte TC, retenu dans l'outil :

	VP	TC	MD
Pôle urbain principal ville-centre	70 %	120 %	130 %
PU Ville Centre/TC performant	60 %	144 %	143 %
PU Ville Centre/TC moins performant	81 %	84 %	111 %
Pôle urbain principal banlieue agglomérée	105 %	90 %	80 %
PU Banlieue/TC performant	100 %	117 %	88 %
PU Banlieue/TC moins performant	110 %	72 %	76 %
Pôles secondaires	130 %	100 %	110 %
P sec/TC performant	124 %	140 %	121 %
P sec/TC moins performant	137 %	80 %	105 %
Périurbain	160 %	65 %	60 %
Péri/TC performant	158 %	78 %	66 %
Péri/TC moins performant	162 %	59 %	57 %

Ces paramètres peuvent être modifiés *avec prudence* par un utilisateur averti disposant d'une enquête ménage déplacement (EMD) dans l'onglet « paramètres déplacements », lignes 9 à 31.

• **Émissions GES générées par la population nouvelle**

Une fois la répartition de la population et les mobilités moyennes renseignées, le calcul des distances totales parcourues se fait par multiplication pour chaque zone de la population par les budgets distances par mode (VP, TC et modes doux), modulés selon la typologie urbaine et la qualité de desserte TC.

Le passage aux émissions de GES s'exécute alors avec les facteurs d'émission suivants :

- voiture particulière : 203g-éq.CO₂/km, valeur moyenne retenue dans l'outil Bilan Carbone® de l'Ademe. Il s'agit d'une valeur par kilomètre parcouru par un véhicule, prenant donc déjà en compte le taux d'occupation moyen des véhicules rempli par l'utilisateur ;
- transports collectifs : facteur d'émission variable d'une agglomération à l'autre selon le type de transports collectifs majoritairement utilisé. Le facteur d'émission des transports collectifs est beaucoup plus faible pour le métro et le tramway que pour le bus. Par mode, les facteurs d'émission retenus dans l'étude « *Efficacités énergétique et environnemen-*

« tale des modes de transport »²⁵, réalisée par Deloitte pour l'Ademe, sont les suivants (prise en compte, comme dans le Bilan Carbone®, des émissions d'utilisation et de production d'énergie) :

- bus de province : 132 g éq.CO₂ /km,
- métro/tramway : 3 g éq.CO₂ /km.

Ainsi, dans une agglomération dont 25 % des voy*km sont parcourus sur le réseau de tramway et le reste sur le réseau de bus, le facteur d'émission pour les transports collectifs sera de 100 g éq.CO₂ /km. Si les proportions sont inversées, le facteur d'émission sera de 35 g éq. O₂ /km.

L'outil construit automatiquement le facteur d'émission adéquat en fonction des renseignements entrés par l'utilisateur aux deux dernières questions de l'outil dans « autres données sur les déplacements » concernant :

- types de transports collectifs réguliers qui desservent le périmètre du SCoT : [métro ou tramway et bus] ou [bus uniquement] ;
- part de trafic voyageurs TC réalisée par les TCSP électriques et par les bus (en % voy.*km).

L'annexe 5 fournit les valeurs de répartition bus/TCSP pour des agglomérations françaises équipées d'une ou plusieurs lignes de transports collectifs en site propre.

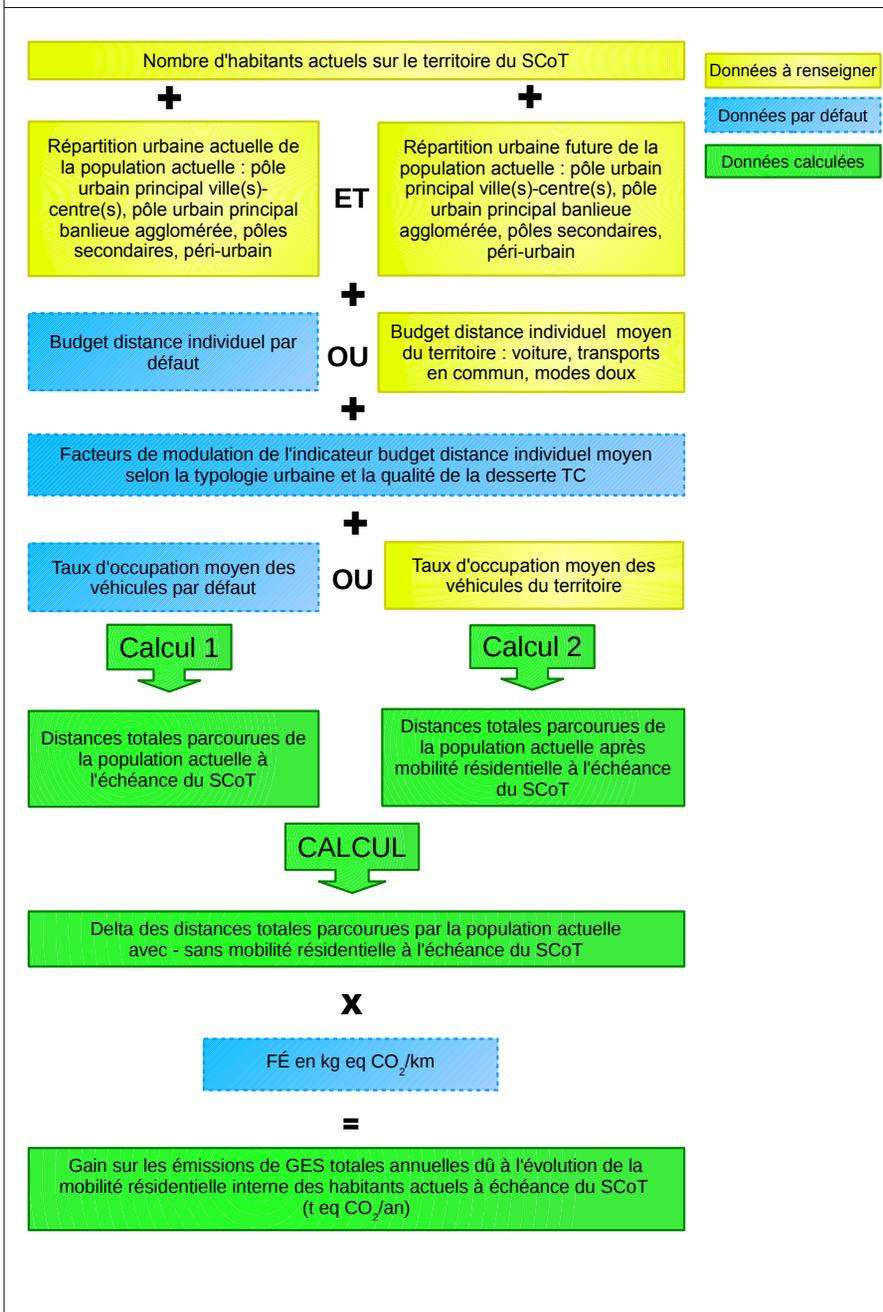
8.2.3 Effets de l'évolution de la mobilité résidentielle interne de la population actuelle du périmètre SCoT

Le SCoT peut mettre en place des mesures visant à orienter la mobilité résidentielle de ses habitants vers des zones de moindre dépendance automobile, comme il le fait pour les populations nouvelles à accueillir.

L'outil permet ainsi de mesurer l'effet des mobilités résidentielles internes, en calculant deux scénarios de répartition de la population actuelle : la situation présente à l'échéance de diagnostic du SCoT et la situation future à l'échéance de planification.

²⁵ *Efficacité énergétique et environnementale des modes de transports*. Ademe 2008

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des gains d'émissions découlant des évolutions de la mobilité résidentielle interne des habitants actuels du SCoT



L'approche est la même que pour la population nouvelle, l'utilisateur devant répartir la population actuelle en situations présente et future selon le découpage proposé. Dans un souci de simplification pour l'utilisateur, seul le découpage morphologique simple est proposé dans cette partie :

Pôle urbain principal / Ville(s)-centre(s)
Pôle urbain principal / banlieue agglomérée
Pôles secondaires
Périurbain

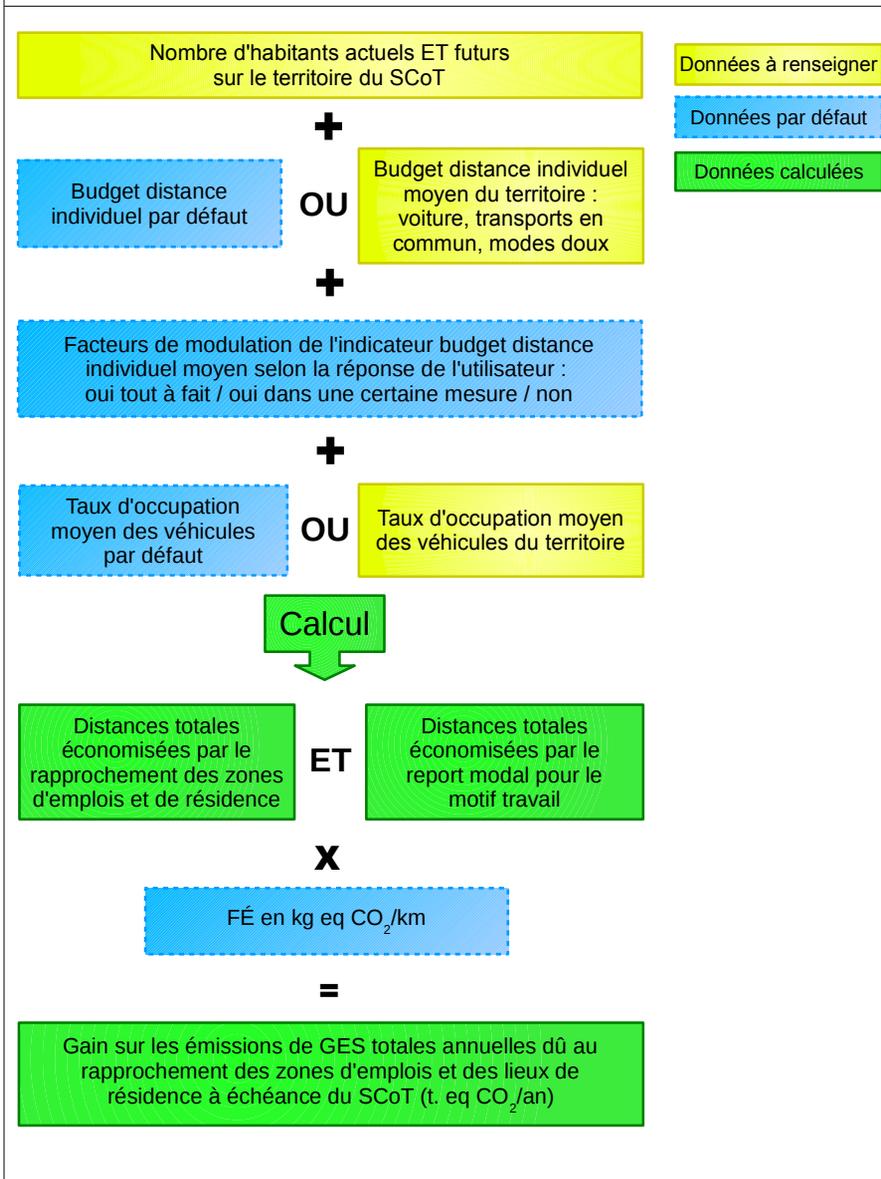
Les données des deux scénarios de répartition sont croisées avec les budgets distances par mode (VP, TC et modes doux) modulés selon la typologie urbaine afin d'obtenir les distances totales parcourues par la population actuelle avec et sans les évolutions de la mobilité résidentielle interne.

Le passage au gain d'émissions de GES se fait alors en appliquant les facteurs d'émission précédemment présentés à la différence des distances totales parcourues.

8.2.4 Effets du rapprochement zones d'emplois / lieux de résidence

Les SCoT donnent de grandes orientations sur la localisation future de nouvelles zones d'emplois sur le territoire afin de favoriser le rapprochement des zones d'emplois et des lieux de résidence et ainsi favoriser la mixité emplois/logements en limitant notamment la construction de zones mono-fonctions, telles des zones d'activités péri-urbaines sans logement, ou des zones résidentielles éloignées des pôles d'emplois.

Schéma de présentation de la méthode de calcul simplifiée des gains d'émissions découlant du rapprochement des zones d'emplois et de résidences



L'outil propose une traduction simplifiée de cette politique de planification en posant deux questions à l'utilisateur, qui permettent de faire varier les paramètres moyens des budgets distances individuels du motif travail, selon trois niveaux, plus ou moins forts, comme ci-après :

- si le SCoT prévoit des mesures favorisant le rapprochement zones d'emplois - lieux de résidence :

Facteurs de modulation de l'indicateur de budget distance individuel moyen	VP	TC	MD
Oui, tout à fait	85 %	85 %	70 %
Oui, dans une certaine mesure	95 %	95 %	100 %
Non	100 %	100 %	100 %

- si le SCoT prévoit des mesures améliorant l'accès aux zones d'emplois par les modes de transports collectifs (ou de localiser les nouveaux pôles d'emplois et zones résidentielles à proximité des dessertes de transports collectifs existantes) :

Facteurs de modulation de l'indicateur de budget distance individuel moyen	VP	TC	MD
Oui, tout à fait	85 %	200%	100%
Oui, dans une certaine mesure	95 %	150%	100 %
Non	100 %	100 %	100 %

Pour ces deux types de mesures et en fonction des réponses de l'utilisateur, l'outil recalcule automatiquement la mobilité moyenne (budgets distances individuels modulés pour le motif travail) en intégrant les facteurs ci-dessus.

Ces paramètres de variation autour de la moyenne sont estimés de façon empirique et permettent surtout de tester les influences relatives de différentes stratégies de réduction des émissions de GES.

Les paramètres de mobilité moyenne pour le motif travail sont proposés par défaut dans l'outil (cf. tableau ci-dessous). Ils sont déterminés à partir des budgets distances individuels moyens précisés au paragraphe 8.2.2, auxquels est appliqué un taux de réduction pour tenir compte du seul motif travail.

	Réduction en km/jour/habitant		Taux de réduction	
	Budgets distances individuels moyens (motif travail)	Mobilité totale motif travail (km/jour/hab)	4,5	30 %
Mobilité voiture		4,1	90 %	de la mobilité totale motif travail
Mobilité TC		0,3	7 %	
Mobilité modes doux		0,1	3 %	
Taux d'occupation des véhicules (nombre de personne)		1,1	--	

Ces ratios sont déterminés par exploitation des enquêtes ménages déplacements.

Le croisement de ces paramètres de mobilité avec le nombre d'habitants à l'échéance du SCoT (actuels et futurs) permet de déterminer :

- les distances économisées par le rapprochement des zones d'emplois et de résidence ;
- les distances économisées par le report modal pour le motif travail.

Le passage au gain d'émissions de GES se fait alors en appliquant les facteurs d'émission précédemment présentés.

8.2.5 Effets des rapprochements zones commerciales (nouvelles ou en extension) / lieux de résidence

L'approche est ici la même que pour les zones d'emplois. L'outil propose un calcul simplifié permettant de mesurer l'impact des mesures facilitant l'accès aux hypermarchés et grandes zones commerciales actuels ou futurs dans des distances plus courtes et par des modes de transport alternatifs à la voiture :

- en favorisant les commerces de proximité ;
- en améliorant la desserte en transport en commun ;
- en travaillant sur la localisation d'extension des zones commerciales périphériques à proximité des dessertes de transports collectifs existantes ou futures.

Comme pour les zones d'emplois, des paramètres empiriques faisant varier la mobilité moyenne pour le motif hypermarchés sont proposés par défaut :

Facteurs de modulation de l'indicateur de budget distance individuel moyen	VP	TC	MD
Oui, tout à fait	85 %	200 %	100 %
Oui, dans une certaine mesure	95 %	150 %	100 %
Non	100 %	100 %	100 %

Les paramètres de mobilité moyenne pour le motif hypermarchés sont proposés par défaut dans l'outil (cf. tableau ci-dessous). Ils sont déterminés à partir des budgets distances individuels moyens précisés au paragraphe 8.2.2, auxquels est appliqué un taux de réduction.

			Taux de réduction	
Budgets distances individuels moyens (motif travail)	Mobilité totale (km/jour/habitant) motif hypermarchés	2,3	15 %	de la mobilité totale
	Mobilité voiture (km/jour/habitant)	2	90 %	de la mobilité totale hypermarchés
	Mobilité TC (km/jour/habitant)	0,2	8 %	
	Mobilité modes doux (km/jour/habitant)	0,05	2 %	
Taux d'occupation moyen des véhicules		1,3	--	

Ces ratios sont déterminés par exploitation des enquêtes ménages déplacements.

Le croisement des données de populations à l'échéance du SCoT avec les paramètres de mobilité ci-dessus permet de calculer les distances économisées par le rapprochement des hypermarchés et des zones de résidence. Le passage au gain d'émissions de GES se fait alors en appliquant les facteurs d'émission précédemment présentés.

8.2.6 Effets de la mise en service de lignes de TCSP

Le SCoT peut proposer la réalisation de grandes infrastructures de transports collectifs en site propre (TCSP) ou reprendre les projets inscrits au Plan de Déplacements Urbains (PDU) s'il existe.

L'outil propose alors de mesurer les effets de la mise en service de lignes de TCSP sur le report modal des populations concernées, qui se traduit ensuite en gain d'émissions de GES.

La méthode proposée s'appuie sur la note « *Méthodologie pour l'évaluation de l'impact énergie / CO₂ des projets de TCSP* », réalisée en 2008 par le Certu pour l'Ademe.

Cette note propose notamment des valeurs de cadrage de report modal variant selon la taille de l'aire urbaine et le type de TCSP mis en service.

Le calcul nécessite d'estimer la clientèle future de(s) ligne(s) mise(s) en service, en distinguant les lignes de TCSP (transport en commun en site propre -métro/tramway-) alimentées en électricité des lignes de bus à haut niveau de service (BHNS) alimentées par moteur thermique. On en déduit le gain CO₂ lié au report des anciens automobilistes vers les transports collectifs.

L'utilisateur trouvera en annexe 6 la note méthodologique complète qui l'aidera à déterminer la valeur de report modal à entrer dans l'outil.

8.2.7 Transport de marchandises lié à la logistique urbaine

Le SCoT peut mettre en place des mesures visant à réduire les distances parcourues par les poids lourds ou véhicules utilitaires légers livrant les commerces et autres services de l'agglomération, en améliorant l'organisation de la logistique urbaine.

L'outil propose de tester les effets de ces mesures sur les émissions globales de GES du SCoT, par l'application d'un facteur de baisse de ces émissions selon trois niveaux de réponse :

- fort (réponse : oui, tout à fait) : réduction de 15 % ;
- modéré (réponse : oui, dans une certaine mesure) : réduction de 5 % ;
- non : pas de réduction.

Les émissions peuvent être estimées de plusieurs façons :

- par un ratio appliqué aux émissions des déplacements des résidents ;
- par un calcul à partir des emplois du SCoT (approche FRETURB, modèle de simulation du transport de marchandises de la logistique urbaine).

Cette deuxième approche est retenue.

Un modèle très simplifié, tiré d'observations réalisées sur des agglomérations ayant un modèle complet de simulation du transport de marchandises en ville, a été construit.

Il permet d'estimer approximativement les flux à partir de la taille de l'agglomération (S) et du nombre d'emplois, par la formule suivante :

$$\text{Flux (véh * km)} = 0,3 * \text{racine (S)} * \text{nombre d'emplois}$$

Le facteur d'émission utilisé provient d'un tableau de facteurs d'émission agrégés construit par l'Inrets d'après la méthodologie COPERT III des émissions du transport routier. Il est égal à 661 g/km.

8.2.8 Déplacements touristiques

Ces questions concernent essentiellement les territoires fortement touristiques.

L'approche retenue est assez générale, car fortement variable d'un territoire à l'autre et similaire à celle du transport de marchandises : si le SCoT prend des mesures visant à réduire l'usage automobile pour les déplacements touristiques au sein de son périmètre, l'outil affecte un facteur de réduction à ce poste d'émission. Ce facteur est estimé selon trois niveaux de réponse qualifiant la maîtrise des déplacements touristiques :

- fort (réponse : oui, tout à fait) : réduction de 15 % ;
- modéré (réponse : oui, dans une certaine mesure) : réduction de 5 % ;
- non : pas de réduction.

Le calcul est réalisé à partir de l'estimation de la part de trafic liée aux déplacements touristiques comparativement aux déplacements quotidiens des résidents. Cette estimation est réalisée par l'utilisateur, compte tenu de la spécificité de chaque territoire en matière de tourisme.

9. Personnes à contacter

S'agissant d'un domaine nouveau, le Certu est particulièrement intéressé par les retours d'expérience d'utilisateurs qui engagent une évaluation de leurs scénarios d'aménagement en matière de GES ainsi que par les questions qui peuvent apparaître lors de la mise en place de la démarche.

Pour ce faire, vous pouvez nous adresser vos courriels à l'adresse suivante :

esi.certu@developpement-durable.gouv.fr

10. Abréviations

Ademe :	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
ANRU :	Agence nationale pour la rénovation urbaine
Ceren :	Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie
Certu :	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
Cete :	Centre d'études techniques de l'Équipement
CGDD :	Conseil général du développement durable
CGEDD :	Conseil général environnement et développement durable
DDT (ex-DDEA) :	Direction départementale des territoires
DGALN :	Direction générale de l'aménagement du logement et de la nature
DGEC :	Direction générale de l'énergie et du climat
Dreal :	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EPCI :	Établissement public de coopération intercommunale
Insee :	Institut national de la statistique et des études économiques
MEDDTL :	Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement
RTE :	Réseau de transport d'électricité
SER :	Syndicat des énergies renouvelables
BHNS :	Bus à haut niveau de service
COS :	Coefficient d'occupation du sol
ECS :	Eau chaude sanitaire
EMD :	Enquête ménage déplacements
FE :	Facteurs d'émissions
GES :	Gaz à effet de serre
MD :	Modes doux
NES :	Nomenclature économique de synthèse. Cette nomenclature est utilisée par l'Insee
RT :	Réglementation thermique
SAU :	Superficie agricole utilisée
SCoT :	Schéma de cohérence territoriale
SHON :	Surface hors œuvre nette
STH :	Superficie toujours en herbe
TC :	Transport en commun
TCSP :	Transports collectifs en site propre
UIOM :	Unité d'incinération des ordures ménagères

11. Annexes

ANNEXE 1 : Facteurs d'émission de GES SCoT et sources

ANNEXE 2 : Mix énergétiques actuel et futur par département

ANNEXE 3 : Consommation de chauffage, froid, eau chaude sanitaire et auxiliaire du tertiaire neuf en kWh d'énergie primaire / m²

ANNEXE 4 : Paramètres de mobilité / budget distance

ANNEXE 5 : Valeurs de répartition sur les réseaux TC d'agglomérations françaises

ANNEXE 6 : « Méthodologie pour l'évaluation de l'impact énergie / CO₂ des projets de TCSP » réalisée en 2008 par le Certu pour l'Ademe

ANNEXE 7 : Définitions Insee et Orha

ANNEXE 1 : Facteurs d'émission de GES SCoT et sources

	Unité	facteur d'émission (kg équ.CO ₂ / unité)	Source
Facteur d'émission de l'énergie			
Gaz	kWh	0,23121	Bilan Carbone® Ademe
Fioul	kWh	0,30094	
Électricité	kWh	0,08441	
Réseau de chaleur	kWh	cf. tableau suivant	
Charbon	kWh	0,41471	
Enr et récupérable = biomasse (plaquette forestière)	kWh	0,01468	
Éolien terrestre onshore	kWh	0,00734	
Éolien en mer offshore		0,00734	
Hydroélectricité	kWh	0,004	www.manicore.com
Électricité photovoltaïque	kWh	0,05505	Bilan Carbone® Ademe
Électricité moyenne France	kWh	0,08441	
Facteur d'émission changement d'usage des sols			
FE - forêts	m ²	42,9	Institut National de Recherche Agronomique + Inventaire Forestier National + Bilan Carbone® Ademe
FE - forêts/puits supprimé	m ² /an	0,37	
FE - prairies	m ²	27,1	
FE - élevage/émissions évitées	m ² /an		
FE - terres cultivées	m ²	15,8	
FE - terres cultivées/émissions évitées	m ² /an		
Zones urbaines > zones boisées	m ² /an	0,62	
Prairies > zones boisées	m ² /an	0,37	
Terres cultivées > zones boisées	m ² /an	0,47	
Zones urbaines > espaces verts	m ² /an	0,37	
Terres cultivées > espaces verts	m ² /an	0,11	
Prairies > espaces verts	m ² /an	Non connu	

Facteur d'émission déchets / déconstruction			
Déchets inertes	tonne	14,67	Bilan Carbone® Ademe
Déconstruction bâtiment	m ² SHON démoli	44,00	MIES « <i>Mémento des décideurs</i> », 2003 + Bilan Carbone® Ademe
Facteur d'émission transport			
Moyenne « véhicules particuliers » France	km	0,203	Bilan Carbone® Ademe
Moyenne poids lourds	km	0,661	
TCSP électriques (métro-tramway)	km	0,003	« <i>Efficacités énergétique et environnementale des modes de transport</i> », rapport Deloitte pour l'Ademe
Bus Haut Niveau de Service (BHNS)	km	0,084	
Bus	km	0,132	
Modes doux	km	0	

Facteurs d'émission de la chaleur urbaine

Source initiale : Bilan Carbone® Ademe et annexe de l'arrêté du 18 décembre 2007 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine

<i>Département</i>	<i>FE en kg équ. CO₂ par kWh</i>	<i>Source</i>
Ain	0,286	FE moyen
Aisne	0,252	FE moyen
Allier	0,350	FE Montluçon - Réseau de Fontbouillant
Alpes-de-Haute-Provence	0,198	FE moyen français
Alpes-Maritimes	0,100	FE moyen
Ardèche	0,198	FE moyen français
Ardennes	0,223	FE moyen
Ariège	0,198	FE moyen français
Aube	0,200	FE moyen
Aude	0,198	FE moyen français
Aveyron	0,355	FE Decazeville - Réseau de Decazeville
Bas-Rhin	0,205	FE moyen
Bouches-du-Rhône	0,231	FE moyen
Calvados	0,113	FE moyen
Cantal	0,198	FE moyen français
Charente	0,198	FE moyen français
Charente-Maritime	0,075	FE moyen
Cher	0,337	FE moyen
Corrèze	0,198	FE moyen français
Corse	0,198	FE moyen français
Côte-d'Or	0,230	FE moyen
Côtes-d'Armor	0,200	FE moyen français
Creuse	0,020	FE Bourgneuf - Réseau de Bourgneuf
Deux- Sèvres	0,198	FE moyen français

Dordogne	0,198	FE moyen français
Doubs	0,165	FE moyen
Drôme	0,148	FE moyen
Essonne	0,202	FE moyen
Eure	0,266	FE Evreux - ZUP de Saint-André
Eure-et-loi	0,209	FE moyen
Finistère	0,032	FE Brest - Chauffage urbain de Brest
Gard	0,308	FE Nîmes - Chauffage urbain de Nîmes, réseau ouest
Gers	0,198	FE moyen français
Gironde	0,201	FE moyen
Haut-Rhin	0,228	FE moyen
Haute-Garonne	0,092	FE moyen
Haute-Loire	0,198	FE moyen français
Haute-Marne	0,218	FE moyen
Haute-Saône	0,038	FE Gray - ZUP des Capucins
Haute-Vienne	0,194	FE moyen
Hautes-Alpes	0,198	FE moyen français
Hautes-Pyrénées	0,198	FE moyen français
Haute-Savoie	0,192	FE moyen
Hauts-de-Seine	0,200	FE moyen
Hérault	0,198	FE moyen français
Ille-et-Vilaine	0,187	FE moyen
Indre	0,108	FE Châteauroux - Géothermie du quartier Saint-Jean
Indre-et-Loire	0,218	FE moyen
Isère	0,110	FE moyen
Jura	0,198	FE moyen français
Landes	0,111	FE moyen
Loir-et-Cher	0,261	FE Blois - Réseau de la ZUP de Blois
Loire	0,243	FE moyen
Loire-Atlantique	0,140	FE moyen
Loiret	0,275	FE moyen

Lot	0,198	FE moyen français
Lot-et-Garonne	0,198	FE moyen français
Lozère	0,198	FE moyen français
Maine-et-Loire	0,212	FE Angers - ZUP Jeanne-d'Arc
Manche	0,234	FE moyen
Marne	0,120	FE moyen
Mayenne	0,236	FE Laval - ZUP de Nicolas
Meurthe-et-Moselle	0,253	FE moyen
Meuse	0,182	FE moyen
Morbihan	0,198	FE moyen français
Moselle	0,219	FE moyen
Nièvre	0,198	FE moyen français
Nord	0,219	FE moyen
Orne	0,208	FE moyen
Paris	0,064	FE moyen
Pas-de-Calais	0,226	FE moyen
Picardie	0,260	FE moyen
Puy-de-Dôme	0,217	FE moyen
Pyrénées-Atlantiques	0,198	FE moyen français
Pyrénées-Orientales	0,198	FE moyen français
Rhône	0,194	FE moyen
Saône-et-Loire	0,210	FE moyen
Sarthe	0,235	FE moyen
Savoie	0,279	FE Chambéry - Chauffage urbain Bissy et Croix-Rouge
Seine-Maritime	0,260	FE moyen
Seine-et-Marne	0,182	FE moyen
Seine-Saint-Denis	0,183	FE moyen
Somme	0,145	FE moyen
Tarn	0,198	FE moyen français
Tarn-et-Garonne	0,198	FE moyen français
Territoire de Belfort	0,193	FE Belfort - ZUP 31 457
Val-de-Marne	0,127	FE moyen

Val-d'Oise	0,199	FE moyen
Var	0,198	FE moyen français
Vaucluse	0,219	FE Avignon - Le Triennal
Vendée	0,189	FE La Roche-sur-Yon - ZAD de La Roche-sur-Yon
Vienne	0,062	FE Poitiers - ZUP des Couronneries
Vosges	0,231	FE moyen
Yonne	0,222	FE moyen
Yvelines	0,185	FE moyen

ANNEXE 2 : Mix énergétiques actuel et futur par département

	Mix énergétique EXISTANT par département <i>source : base de données régionales Pégase, DGEC, 2002</i>					Mix énergétique FUTUR par département <i>Sources et détails méthodologiques dans le guide technique</i>		
	% Gaz	% Fioul	% Électricité	% chaleur urbaine	% bois énergie	% Gaz	% Électricité	% Chaleur urbaine
01 - Ain	18 %	23 %	51 %	3 %	5 %	44 %	44 %	12 %
02 - Aisne	20 %	17 %	52 %	1 %	9 %	46 %	46 %	9 %
03 - Allier	18 %	19 %	47 %	1 %	15 %	45 %	45 %	10 %
04 - Alpes-de-Haute-Provence	15 %	17 %	62 %	1 %	5 %	46 %	46 %	8 %
05 - Hautes-Alpes	18 %	23 %	51 %	3 %	5 %	44 %	44 %	12 %
06 - Alpes-Maritimes	23 %	17 %	43 %	2 %	14 %	45 %	45 %	11 %
07 - Ardèche	17 %	15 %	55 %	1 %	13 %	46 %	46 %	7 %
08 - Ardennes	23 %	17 %	43 %	2 %	14 %	45 %	45 %	11 %
09 - Ariège	14 %	18 %	62 %	0 %	7 %	46 %	46 %	8 %
10 - Aube	17 %	15 %	55 %	1 %	13 %	46 %	46 %	7 %
11 - Aude	22 %	25 %	45 %	2 %	6 %	43 %	43 %	13 %
12 - Aveyron	20 %	18 %	46 %	2 %	13 %	45 %	45 %	11 %
13 - Bouches-du-Rhône	15 %	17 %	62 %	1 %	5 %	46 %	46 %	8 %
14 - Calvados	14 %	22 %	50 %	1 %	13 %	44 %	44 %	11 %
15 - Cantal	18 %	19 %	47 %	1 %	15 %	45 %	45 %	10 %
16 - Charente	13 %	24 %	51 %	1 %	11 %	44 %	44 %	12 %
17 - Charente-Maritime	13 %	24 %	51 %	1 %	11 %	44 %	44 %	12 %
18 - Cher	18 %	22 %	49 %	2 %	9 %	44 %	44 %	12 %
19 - Corrèze	15 %	14 %	49 %	1 %	20 %	46 %	46 %	8 %
20 - Corse	5 %	25 %	58 %	0 %	13 %	44 %	44 %	11 %
21 - Côte-d'Or	20 %	18 %	46 %	2 %	13 %	45 %	45 %	11 %
22 - Côtes-d'Armor	12 %	24 %	57 %	1 %	7 %	45 %	45 %	11 %
23 - Creuse	15 %	14 %	49 %	1 %	20 %	46 %	46 %	8 %
24 - Dordogne	18 %	23 %	51 %	3 %	5 %	44 %	44 %	12 %
25 - Doubs	13 %	24 %	51 %	1 %	11 %	44 %	44 %	12 %
26 - Drôme	17 %	22 %	48 %	0 %	12 %	45 %	45 %	11 %
27 - Eure	14 %	21 %	44 %	2 %	19 %	44 %	44 %	13 %
28 - Eure-et-Loir	17 %	19 %	56 %	1 %	8 %	45 %	45 %	9 %
29 - Finistère	18 %	23 %	51 %	3 %	5 %	44 %	44 %	12 %
30 - Gard	29 %	10 %	54 %	6 %	1 %	45 %	45 %	10 %
31 - Haute-Garonne	22 %	18 %	50 %	2 %	8 %	45 %	45 %	10 %
32 - Gers	18 %	22 %	49 %	2 %	9 %	44 %	44 %	12 %
33 - Gironde	14 %	18 %	62 %	0 %	7 %	46 %	46 %	8 %
34 - Hérault	17 %	15 %	55 %	1 %	13 %	46 %	46 %	7 %
35 - Ille-et-Vilaine	30 %	14 %	47 %	1 %	4 %	46 %	46 %	7 %
36 - Indre	12 %	24 %	57 %	1 %	7 %	45 %	45 %	11 %
37 - Indre-et-Loire	17 %	15 %	55 %	1 %	13 %	46 %	46 %	7 %
38 - Isère	18 %	22 %	49 %	2 %	9 %	44 %	44 %	12 %
39 - Jura	14 %	22 %	50 %	1 %	13 %	44 %	44 %	11 %
40 - Landes	17 %	22 %	48 %	0 %	12 %	45 %	45 %	11 %
41 - Loir-et-Cher	29 %	10 %	54 %	6 %	1 %	45 %	45 %	10 %
42 - Loire	15 %	17 %	62 %	1 %	5 %	46 %	46 %	8 %
43 - Haute-Loire	12 %	24 %	57 %	1 %	7 %	45 %	45 %	11 %
44 - Loire-Atlantique	13 %	24 %	51 %	1 %	11 %	44 %	44 %	12 %
45 - Loiret	17 %	22 %	48 %	0 %	12 %	45 %	45 %	11 %
46 - Lot	22 %	25 %	45 %	2 %	6 %	43 %	43 %	13 %
47 - Lot-et-Garonne	17 %	15 %	55 %	1 %	13 %	46 %	46 %	7 %
48 - Lozère	18 %	19 %	47 %	1 %	15 %	45 %	45 %	10 %
49 - Maine-et-Loire	23 %	17 %	43 %	2 %	14 %	45 %	45 %	11 %
50 - Manche	14 %	21 %	44 %	2 %	19 %	44 %	44 %	13 %
51 - Marne	18 %	23 %	51 %	3 %	5 %	44 %	44 %	12 %
52 - Haute-Marne	15 %	14 %	49 %	1 %	20 %	46 %	46 %	8 %
53 - Mayenne	15 %	17 %	62 %	1 %	5 %	46 %	46 %	8 %
54 - Meurthe-et-Moselle	29 %	10 %	54 %	6 %	1 %	45 %	45 %	10 %

	Mix énergétique EXISTANT par département <i>source : base de données régionales Pégase, DGEC, 2002</i>					Mix énergétique FUTUR par département <i>Sources et détails méthodologiques dans le guide technique</i>		
	% Gaz	% Fioul	% Électricité	% chaleur urbaine	% bois énergie	% Gaz	% Électricité	% Chaleur urbaine
55 - Meuse	14 %	18 %	62 %	0 %	7 %	46 %	46 %	8 %
56 - Morbihan	12 %	24 %	57 %	1 %	7 %	45 %	45 %	11 %
57 - Moselle	18 %	22 %	49 %	2 %	9 %	44 %	44 %	12 %
58 - Nièvre	18 %	22 %	49 %	2 %	9 %	44 %	44 %	12 %
59 - Nord	18 %	23 %	51 %	3 %	5 %	44 %	44 %	12 %
64 - Pyrénées-Atlantiques	18 %	22 %	49 %	2 %	9 %	44 %	44 %	12 %
65 - Hautes-Pyrénées	17 %	15 %	55 %	1 %	13 %	46 %	46 %	7 %
66 - Pyrénées-Orientales	17 %	22 %	48 %	0 %	12 %	45 %	45 %	11 %
67 - Bas-Rhin	14 %	18 %	62 %	0 %	7 %	46 %	46 %	8 %
68 - Haut-Rhin	17 %	19 %	56 %	1 %	8 %	45 %	45 %	9 %
69 - Rhône	14 %	22 %	50 %	1 %	13 %	44 %	44 %	11 %
70 - Haute-Saône	23 %	17 %	43 %	2 %	14 %	45 %	45 %	11 %
71 - Saône-et-Loire	14 %	18 %	62 %	0 %	7 %	46 %	46 %	8 %
72 - Sarthe	17 %	19 %	56 %	1 %	8 %	45 %	45 %	9 %
73 - Savoie	26 %	21 %	41 %	2 %	8 %	44 %	44 %	12 %
74 - Haute-Savoie	26 %	21 %	41 %	2 %	8 %	44 %	44 %	12 %
75 - Paris	26 %	21 %	41 %	2 %	8 %	44 %	44 %	12 %
76 - Seine-Maritime	20 %	17 %	52 %	1 %	9 %	46 %	46 %	9 %
77 - Seine-et-Marne	29 %	10 %	54 %	6 %	1 %	45 %	45 %	10 %
78 - Yvelines	30 %	14 %	47 %	1 %	4 %	46 %	46 %	7 %
79 - Deux-Sèvres	18 %	19 %	47 %	1 %	15 %	45 %	45 %	10 %
80 - Somme	20 %	18 %	46 %	2 %	13 %	45 %	45 %	11 %
81 - Tarn	18 %	23 %	51 %	3 %	5 %	44 %	44 %	12 %
82 - Tarn-et-Garonne	26 %	21 %	41 %	2 %	8 %	44 %	44 %	12 %
83 - Var	29 %	10 %	54 %	6 %	1 %	45 %	45 %	10 %
84 - Vaucluse	22 %	18 %	50 %	2 %	8 %	45 %	45 %	10 %
85 - Vendée	29 %	10 %	54 %	6 %	1 %	45 %	45 %	10 %
86 - Vienne	15 %	17 %	62 %	1 %	5 %	46 %	46 %	8 %
87 - Haute-Vienne	20 %	18 %	46 %	2 %	13 %	45 %	45 %	11 %
88 - Vosges	29 %	10 %	54 %	6 %	1 %	45 %	45 %	10 %
89 - Yonne	20 %	17 %	52 %	1 %	9 %	46 %	46 %	9 %
90 - Territoire de Belfort	17 %	15 %	55 %	1 %	13 %	46 %	46 %	7 %
91 - Essonne	17 %	15 %	55 %	1 %	13 %	46 %	46 %	7 %
92 - Hauts-de-Seine	14 %	21 %	44 %	2 %	19 %	44 %	44 %	13 %
93 - Seine-Saint-Denis	29 %	10 %	54 %	6 %	1 %	45 %	45 %	10 %
94 - Val-de-Marne	15 %	17 %	62 %	1 %	5 %	46 %	46 %	8 %
95 - Val-d'Oise	17 %	19 %	56 %	1 %	8 %	45 %	45 %	9 %

ANNEXE 3 : Consommation de chauffage, froid, eau chaude sanitaire et auxiliaire du tertiaire neuf en kWh d'énergie primaire / m²

Département	Zone climatique	Consommation bureaux et enseignement RT2012 moy. kWhEP/m ²	Consommation autres branches du tertiaire RT2005 moy. kWhEP/m ²
01 - Ain	H1c	75	95
02 - Aisne	H1a	75	95
03 - Allier	H1c	75	95
04 - Alpes-de-Haute-Provence	H2d	57	75
05 - Hautes-Alpes	H3	57	52,5
06 - Alpes-Maritimes	H2d	57	75
07 - Ardèche	H1b	81	95
08 - Ardennes	H2c	63	75
09 - Ariège	H1b	81	95
10 - Aube	H3	57	52,5
11 - Aude	H2c	63	75
12 - Aveyron	H1b	81	95
13 - Bouches-du-Rhône	H3	57	52,5
14 - Calvados	H1a	75	95
15 - Cantal	H1c	75	95
16 - Charente	H2b	69	75
17 - Charente-Maritime	H2b	69	75
18 - Cher	H2b	69	75
19 - Corrèze	H1c	75	95
20 - Corse	H3	57	52,5
21 - Côte-d'Or	H1c	75	75
22 - Côtes-d'Armor	H2a	75	95
23 - Creuse	H1c	75	95
24 - Dordogne	H2b	69	75
25 - Doubs	H2c	63	75
26 - Drôme	H1c	75	95
27 - Eure	H2d	57	75
28 - Eure-et-Loir	H1a	75	95
29 - Finistère	H1a	75	95
30 - Gard	H1a	75	95
31 - Haute-Garonne	H2a	75	75
32 - Gers	H3	57	52,5
33 - Gironde	H2c	63	75
34 - Hérault	H2c	63	75
35 - Ille-et-Vilaine	H1b	81	95
36 - Indre	H2c	63	75
37 - Indre-et-Loire	H1c	75	95
38 - Isère	H1b	81	95
39 - Jura	H1b	81	95
40 - Landes	H1c	75	95
41 - Loir-et-Cher	H1c	75	95
42 - Loire	H1c	75	95
43 - Haute-Loire	H2c	63	75
44 - Loire-Atlantique	H1a	75	95
45 - Loiret	H3	57	52,5
46 - Lot	H2a	75	75
47 - Lot-et-Garonne	H2b	69	75
48 - Lozère	H2b	69	75
49 - Maine-et-Loire	H1c	75	95

Département	Zone climatique	Consommation bureaux et enseignement RT2012 moy. kWhEP/m ²	Consommation autres branches du tertiaire RT2005 moy. kWhEP/m ²
50 - Manche	H1c	75	95
51 - Marne	H2c	63	75
52 - Haute-Marne	H2b	69	75
53 - Mayenne	H1c	75	95
54 - Meurthe-et-Moselle	H2b	69	75
55 - Meuse	H1b	81	95
56 - Morbihan	H2c	63	75
57 - Moselle	H2c	63	75
58 - Nièvre	H2d	57	75
59 - Nord	H2b	69	75
60 - Oise	H2a	75	75
61 - Orne	H1b	81	95
62 - Pas-de-Calais	H2b	69	75
63 - Puy-de-Dôme	H1b	81	95
64 - Pyrénées-Atlantiques	H1b	81	95
65 - Hautes-Pyrénées	H2a	75	75
66 - Pyrénées-Orientales	H1b	81	95
67 - Bas-Rhin	H1b	81	95
68 - Haut-Rhin	H1a	75	95
69 - Rhône	H1a	75	95
70 - Haute-Saône	H1a	75	95
71 - Saône-et-Loire	H1a	75	95
72 - Sarthe	H1a	75	95
73 - Savoie	H1c	75	95
74 - Haute-Savoie	H2c	63	75
75 - Paris	H3	57	52,5
76 - Seine-Maritime	H1c	75	95
77 - Seine-et-Marne	H1c	75	95
78 - Yvelines	H2b	69	75
79 - Deux-Sèvres	H1c	75	95
80 - Somme	H1a	75	95
81 - Tarn	H1a	75	95
82 - Tarn-et-Garonne	H1a	75	95
83 - Var	H1a	75	95
84 - Vaucluse	H2c	63	75
85 - Vendée	H2c	63	75
86 - Vienne	H1b	81	95
87 - Haute-Vienne	H1a	75	95
88 - Vosges	H1a	75	95
89 - Yonne	H3	57	52,5
90 - Territoire de Belfort	H2d	57	75
91 - Essonne	H2b	69	75
92 - Hauts-de-Seine	H2b	69	75
93 - Seine-Saint-Denis	H1b	81	95
94 - Val-de-Marne	H1b	81	95
95 - Val-d'Oise	H1a	75	95

ANNEXE 4 : Paramètres de mobilité / budget distance

Source : *Enquête Nationale Transports Déplacements 2007/2008* -
MEEDDM / Insee / INRETS

		Voiture particulière	Transport en commun	Modes doux	Total
Aire urbaine de Paris	Paris	5	8	2	15
	Banlieue	14	7	1	22
	Commune polarisée	31	6	1	38
Moyenne aire urbaine de Paris		14	7	1	22
Aires urbaines de plus de 100 000 habitants	Centre pôle urbain	13	2	1	16
	Banlieue pôle urbain	21	2	1	24
	Commune polarisée	30	2	1	33
Moyenne aires urbaines de plus de 100 000 hab.		20	2	1	23
Aires urbaines de moins de 100 000 habitants	Pôle urbain	22	2	1	25
	Commune polarisée	26	2	1	29
Moyenne aires urbaines de moins de 100 000 hab.		23	2	1	26
Communes multipolarisées		30	2	1	33
Espace rural	Pôle d'emploi	21	1	1	23
	Reste espace rural	28	2	1	31
Moyenne espace rural		26	2	1	29
Moyenne nationale		21	3	1	25

ANNEXE 5 : Valeurs de répartition sur les réseaux TC d'agglomérations françaises

Source : *Panorama des villes à transports publics guidés, situation 2005 - Certu & Cete de Lyon* (décembre 2007)

Agglomération	Part TCSP (transport en commun en site propre) électrique	Part bus
Lille	69 %	31 %
Lyon	61 %	39 %
Marseille	48 %	52 %
Toulouse	46 %	54 %
Rennes	45 %	55 %
Nantes	57 %	43 %
Rouen	56 %	44 %
Strasbourg	55 %	45 %
Montpellier	54 %	46 %
Bordeaux	49 %	51 %
Orléans	49 %	51 %
Grenoble	48 %	52 %
Saint-Étienne	37 %	63 %
Caen	46 %	54 %
Nancy	39 %	61 %

ANNEXE 6 : « Méthodologie pour l'évaluation de l'impact énergie / CO₂ des projets de TCSP » réalisée en 2008 par le Certu pour l'Ademe



METHODOLOGIE POUR L'EVALUATION DE L'IMPACT ENERGIE / CO₂ DES PROJETS DE TCSP

Préambule

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement le problème de l'évaluation de l'impact énergie / CO₂ de nouveaux projets de transports en commun en site propre (métros, trams, bus à haut niveau de service ...) a été posé.

La présente note résulte du travail de l'Observatoire Energie Environnement des Transports qui a réuni des représentants de l'ADEME, du CERTU, du GART, de la Direction générale des infrastructures, des transports et de la Mer et des principaux opérateurs de transport public. Elle propose une première version d'une méthodologie d'évaluation de l'impact carbone de la mise en place d'un transport en commun en site propre (TCSP) ou d'un bus à haut niveau de service (BHNS).

Il convient tout d'abord de souligner que l'impact global devrait en toute rigueur comprendre deux termes distincts celui de la construction du site propre et celui du service mis en place sur cette infrastructure.

En première analyse, compte tenu de la durée de vie du service potentiel mis en place sur l'infrastructure le deuxième terme est très prépondérant sur le premier. On propose donc dans un premier temps de se limiter à son évaluation. C'est en effet la notion de service mise en place (au sens structuration du territoire et attractivité du service pour les usagers) qui régit au premier ordre la décision publique. En outre, il convient de souligner que cette évaluation pose des problèmes méthodologique plus complexe que celle posée par la construction (et d'ailleurs son entretien).

Le transfert modal comme paramètre directeur de l'impact énergie / CO₂

Ce qui fonde la pertinence de la décision en matière d'impact énergie / CO₂ est la capacité d'un nouveau service de mobilité urbain ou périurbain, permis par la mise en place d'un TCSP, à générer un transfert modal significatif de la voiture particulière, moins efficace énergétiquement et plus émettrice de CO₂, vers le transport en commun en site propre.

Le tableau ci-après donne quelques valeurs moyennes de référence pour les différents modes tant en énergie primaire (production d'énergie comprise) et finale (consommation de traction uniquement) qu'en émission de CO₂.

mode	type de liaison	Efficacité de la phase d'utilisation (gep/voy*km)	Efficacité énergétique globale (gep/voy*km)	Emissions phase utilisation (g CO2/voy*km)	Emissions utilisation + production énergie (g CO2/voy*km)
Voitures particulières	Urbain *	56	65	174	206
	Périurbain*	44	51	136	162
2 Roues motorisés	urbain	36	41	110	129
	périurbain	26	30	79	93
BUS	Bus RATP	32	38	101	120
	Bus IdF Hors RATP	38	44	117	140
	Province	35	41	111	132
	moyenne	35	41	109	130
	TCSP**	22	26	70	84
TCSP fer***	Métro ancien	7	18	0	4
	Métro moderne	5	14	0	3
	tramway	6	15	0	3
	RER	7	17	0	4
	Transilien	10	27	1	12

* taux de remplissage moyen 1,25 (SESP 1994);** selon RATP, vitesse de circulation améliorée, taux occupation améliorée;*** Données IdF uniquement, facteur d'émissions de la production de l'électricité EDF 2005 : 48 g CO₂/kWh

Source : étude Deloitte pour ADEME (données 2005), 2007.

L'impact énergie / CO₂ sera donc fonction du différentiel de service rendu entre les modes.

Quelle approche pour l'évaluation des possibilités de transfert modal ?

Il faut noter que l'approche méthodologique proposée pour « l'impact énergie / CO₂ » peut s'appliquer également pour le calcul des impacts en termes d'émissions de polluants locaux, avec toutefois une incertitude plus forte liée aux émissions moins bien connues des différents véhicules selon leurs conditions de circulation.

Principes d'évaluation

Il est proposé ci-dessous le déroulement type d'une estimation du report modal.

Première étape : la connaissance des déplacements concernés par le projet

La première étape est l'examen des déplacements sur l'agglomération. Il n'est pas défini de périmètre fixe *a priori*, le maître d'ouvrage doit proposer un périmètre d'évaluation qui lui semble pertinent en fonction des actions entreprises : construction de TCSP uniquement, restructuration de réseau... A titre d'exemple, dans le premier cas, une analyse de déplacements sur un périmètre de « bande de 500m de part et d'autre du TCSP » peut être suffisant, dans le second, le périmètre d'évaluation semble devoir être étendu au PTU.

Il s'agit tout d'abord de déterminer le volume de déplacements (voyageur*km), par origine/destination si possible, et leur répartition modale (en %) avant mise en place du projet de TCSP.

Les sources potentielles sont la déclaration d'utilité publique (DUP), le plan de déplacement urbain (PDU) et l'enquête ménage/déplacement. Cela peut être utilement complété par les enquêtes de clientèle des opérateurs de transports dans certains cas.

Pour établir la valeur de report modal proposée, l'estimation doit se baser au minimum sur les éléments, extraits du dossier d'évaluation *a priori*, suivants :

- une description de l'agglomération et de son système de transport, notamment la part modale des transports collectifs, et les différents trafics par mode en voyageur*km ;
- les évolutions récentes des principales données socio-économiques et les éventuels projets structurants à venir de l'agglomération ;
- une description du territoire considéré : population, emplois, infrastructures ;
- une description des flux de voyageurs avant projet : trafic origine/destination sur l'itinéraire considéré ; nature du trafic (trafic des voitures particulières, trafic des poids lourds, trafic de transit, trafic d'échange) ; temps de parcours moyen en voiture particulière (VP) et transports collectifs (TC), interconnexions avec le réseau TC existant quand cela a du sens ;
- une description du projet de TCSP : longueur, capacité, fréquence, amplitude horaire ;
- les gains escomptés par la mise en place du site propre : gain de temps, de fréquence, de confort.

Ces éléments sont issus du dossier d'évaluation socio-économique *a priori*.

A partir de ces données, si le maître d'ouvrage dispose de moyens techniques au sein de ses services, il peut mener une analyse en terme temps total prévisible de déplacement¹. Cet établissement de cartes isochrones par mode permet une évaluation des temps comparatifs de déplacement selon les différents modes utilisables : voiture, modes doux, TCSP ; et donc un potentiel de report modal.

Deuxième étape : évaluer les fonctions de transfert modal

A partir de l'ensemble de ces éléments, une évaluation du taux de transfert VP=> TC peut être faite selon différents critères.

1) L'estimation du report modal dans l'évaluation *a priori* du projet de TCSP

L'estimation du report modal *a priori* du projet est menée par la collectivité lors de l'évaluation *a priori* de son projet de TCSP. Le choix de la méthode d'estimation du report modal est laissé à la collectivité.

En termes méthodologiques, des préconisations sur ces enquêtes et un questionnaire type sont proposés dans l'ouvrage du Certu (1997) : « Indicateur transport pour l'analyse et le suivi des opérations » (p48-56).

Suivant la nature des projets et le niveau d'expertise mis en œuvre, l'estimation peut être faite en se basant soit sur des raisonnements par analogie, soit à l'aide de résultats de modélisations, soit sur des valeurs par défaut proposées dans la **note spécifique (Valeur de report modal par défaut)**. En effet, certains éléments peuvent être indisponibles.

¹ Le temps total de déplacement doit comprendre :

- Pour le TCSP : les temps de pré et post acheminement jusqu'au TCSP et le temps d'attente moyen de prise du mode (fonction de la fréquence de la desserte)
- Pour la voiture : le temps de trajet augmenté d'un temps moyen de recherche de place de stationnement.

Des valeurs de ce taux de transfert sont donc proposées (suite à une analyse de bilan LOTI, de résultats d'enquêtes ménages, une concertation avec les grands opérateurs de TC...) par taille d'agglomération, ces valeurs sont considérées par défaut et le maître d'ouvrage peut proposer et argumenter un ajustement supérieur ou inférieur.

2) L'estimation du report modal dans l'évaluation *a posteriori* du projet de TCSP

L'estimation *a posteriori* du report modal se base obligatoirement sur l'exploitation d'enquêtes sur le réseau de transports publics urbains.

En plus de l'analyse des chiffres de fréquentations des lignes avant et après projet, les enquêtes de clientèle permettent de déterminer la part du report modal dans l'augmentation de la clientèle TC. Les usagers de la ligne renseignent leur pratique de déplacement avant et après la mise en place du projet. Le pourcentage d'usagers passant d'un déplacement en voiture particulière à un déplacement en transport collectif est ainsi estimé. L'origine et la destination des trajets étant déterminées dans ces enquêtes, une estimation des voyageurs*km utilisant la ligne de TCSP et anciens utilisateurs de voitures particulières est donnée par redressement statistique. Cette donnée permettra ensuite de calculer les gains énergétiques et d'émissions de CO₂.

En termes méthodologiques, des préconisations sur ces enquêtes et un questionnaire type sont proposés dans l'ouvrage du Certu (1997) : « Indicateur transport pour l'analyse et le suivi des opérations » (p48-56). Ces recommandations peuvent servir de référence.

Troisième étape : évaluation des gains énergie/ CO₂ liés au report modal

A partir des matrices zones d'origine / zones de destination, il est alors possible d'évaluer l'impact énergie / CO₂ (ou pollution locale avec les réserves évoquées précédemment) :

$$E_{TC} = V_{TC} * d_{TC} * e_{TC}$$

$$E_{VP} = d_{VP} * e_{VP}$$

$$G = E_{VP} - E_{TC}$$

Si l'évaluation est réalisée pour plusieurs origine/destination, l'algorithme devra être repris pour chaque origine/destination différente.

Où :

E_{TC} représente les consommations ou émissions du TCSP, liées aux utilisateurs du TCSP anciennement utilisateurs de VP

V_{TC} est la part des « voyageur TCSP » provenant des « VP » en %

d_{TC} est la somme des distances parcourues par les voyageurs utilisant le TCSP en voyageur*km.

e_{TC} est l'efficacité énergétique ou en terme de CO₂² du TCSP concerné en gep/voy*km ou g CO₂/voy*km

² Pour le mode ferroviaire électrique, les émissions de CO₂ dépendent fortement des moyens futurs de production de l'électricité utilisée. Des études sont en cours entre RTE et l'ADEME, sur ce point, la

E_{vp} représente les consommations ou émissions des VP, liées aux utilisateurs du TCSP anciennement utilisateurs de VP

D_{vp} est la somme des distances parcourues par les anciens utilisateurs de VP, utilisant le TCSP ensuite, en voyageur*km.

E_{vp} est l'efficacité énergétique ou en terme de CO₂ du VP en milieu concerné (urbain, périurbain) en gep/voy*km ou g CO₂/voy*km

G constitue le gain **énergie ou CO₂** lié au report modal du VP vers le TCSP.

France étant dans une situation particulière par rapports aux autres pays européens. Au pire, un contenu CO₂/kWh européen peut être proposé pour voir le différentiel même avec un mix de production plus carboné.

Annexe : Valeur de report modal par défaut pour l'évaluation des projet de TCSP

Dans le cadre de la méthodologie proposée pour l'évaluation de l'impact carbone des projets de TCSP, la présente annexe vise à proposer des valeurs par défaut de report modal (deuxième étape de la méthodologie).

Par report modal, on entend dans toute la présente note : report modal de la voiture particulière vers les transports en commun en site propre (VP vers TCSP).

L'objectif de la méthode est de pouvoir donner une estimation des voyageurs*km évités par la mise en place d'un TCSP.

Proposition de valeur de report modal par défaut :

La période considérée pour l'observation du report est :

- d'une année après la mise en service pour Paris et les agglomérations de plus de 250 000 habitants,
- de trois ans pour les aires urbaines de moins de 250 000 habitants.

Les valeurs proposées proviennent d'observations réalisées sur différents réseaux de transport en commun de France. Malgré les obligations de la loi LOTI, les bilans concernant les reports modaux ne sont pas systématiques, les valeurs proposées doivent donc être comprises comme des valeurs cadres. De nombreux éléments peuvent amener ces données à évoluer, et pas seulement une politique volontariste sur le développement des transports en commun à l'échelle d'une agglomération mais parfois des données exogènes (prix des carburants, congestion, type de développement urbain...).

Création d'un premier TCSP :

Lorsque qu'une ligne de TCSP est créée sur un réseau n'en possédant pas auparavant, l'impact de cette première réalisation est généralement assez élevée.

Il est considéré d'une telle installation, structurante, se fait en parallèle d'une reconfiguration du réseau existant.

Valeurs de report modal proposées						
(% d'usagers de la ligne de TCSP, après sa mise en service, utilisant une voiture auparavant pour se déplacer (% en nombre de passagers)						
Taille d'aire urbaine/ Type de TCSP	Plus de 250 000 habitants (hors Paris et Idf)		De 250 000 à 100 000 habitants		Moins de 100 000 habitants	
	Urbain	Périurbain	Urbain	Périurbain	Urbain	Périurbain
Ferré régional urbain ou périurbain (type RER ou TER pour la province)	10%	25%	Pas d'évaluation a priori	Pas d'évaluation a priori	Pas d'évaluation a priori	Pas d'évaluation a priori
Tram-train	20%	25%	20%	25%	Inexistant	Inexistant
Tramway (fer ou pneus)	15%	20%	15%	20%	Inexistant	20%
Métro automatique	20%	25%	15%	20%	Inexistant	Inexistant
Métro	20%	25%	15%	20%	Inexistant	Inexistant
Bus à haut niveau de service (BHNS) ou en site propre	15%	20%	15%	20%	15%	20%

Hypothèse : lorsque la population baisse, les contraintes à l'utilisation de la voiture aussi (moins de congestion, stationnement plus aisé). D'où les taux de report modaux qui baissent.
En outre, en centre ville, les taux d'utilisation des TC et autres modes sont déjà plus élevée, donc les capacités de report modal moindre.

en rouge : taux provenant d'enquêtes ou de relevés constatés
en noir : taux déduits en fonction des données précédentes et hypothèses

Ajout de TCSP :

Le taux de report modal potentiel pour une nouvelle infrastructure s'apprécie aussi par rapport aux conditions du marché des déplacements. Si la part de marché des TC est déjà très élevée (ex : Paris intra muros) dans les déplacements, les transferts évalués et mesurés sont mécaniquement beaucoup plus faibles. Dans le cas d'ajout de TCSP, les reports modaux sont donc, a priori, toujours plus faibles que lors de la création de la première ligne.

Taille d'aire urbaine/ Type de TCSP	Paris et Idf		Plus de 250 000 habitants (hors Paris et Idf)		De 250 000 à 100 000 habitants		Moins de 100 000 habitants	
	Intra muros	Banlieue	Urbain	Périurbain	Urbain	Périurbain	Urbain	Périurbain
					Pas d'évaluation a priori	Pas d'évaluation a priori	Pas d'évaluation a priori	Pas d'évaluation a priori
Ferré régional urbain ou périurbain (type RER ou TER pour la province)	10%	20%	10%	20%				
Tram-train	10%	15%	15%	20%	15%	20%	Inexistant	Inexistant
Tramway (fer ou pneus)	10%	15%	10%	15%	10%	15%	15%	20%
Métro automatique	10%	20%	15%	20%	10%	15%	Inexistant	Inexistant
Métro	10%	20%	15%	20%	10%	15%	Inexistant	Inexistant
Bus à haut niveau de service (BHNS) ou en site propre	5%	10%	10%	15%	10%	15%	10%	15%

Hypothèse : Couverture déjà importante en TC ne permet pas des gains marginaux importants

Hypothèse : lorsque la population baisse, les contraintes à l'utilisation de la voiture aussi (moins de congestion, stationnement plus aisé). D'où les taux de report modaux qui baissent.

Passage des voyageurs aux voyageurs*km

Les données des tableaux ci-dessous permettent d'avoir une estimation *a priori* des passagers ayant basculés de la voiture particulière vers les transports collectifs.

Pour passer des voyageurs aux voyageurs*km il est nécessaire de connaître le trajet moyen (en km) effectué sur le réseau.

Cette donnée est généralement connue des gestionnaires de réseau. Dans le cas contraire, les maîtres d'ouvrages peuvent utiliser la valeur moyenne de 5 Km, issue du traitement des dernières enquêtes ménages déplacements (villes de province de plus de 100 000 habitants).

De la même manière, pour établir un raisonnement sur les véhicules*km, le taux d'occupation moyen de 1,3 pourra être utilisé.

Précisions quant aux données retenues et à leur interprétation :

De manière générale, dans les études amont (débat public, étude d'impact...) de projet de TCSP, les taux de report modal pris en compte oscillent entre 10 et 15%.

Des chiffres plus élevés apparaissant dans certaines enquêtes font état de report avoisinant les 30%. Un tel taux peut intégrer les modes doux ce qui ne nous intéresse pas dans ce cadre, ou bien se baser sur des données de voyages et non de déplacement.

Si la collectivité met en œuvre d'autres mesures visant à favoriser le report modal (politique de stationnement, restructuration de réseau...), elle peut proposer des valeurs attendues différentes de celles présentées dans cette note.

NB : Au vu des différents éléments apportés ci-dessus, l'évaluation des projets de TCSP avec comme seul objectif le report modal ne semble pouvoir constituer qu'un élément partiel d'une évaluation plus complète du réseau. Les valeurs proposées le sont dans un contexte actuellement favorable aux transports collectifs (prix de l'énergie en hausse...).

ANNEXE 7 : Définitions Insee et Orha

Le pôle urbain est une **unité urbaine** offrant au moins 5 000 emplois et qui n'est pas située dans la **couronne périurbaine** d'un autre pôle urbain.

La couronne périurbaine recouvre l'ensemble des **communes** de l'**aire urbaine** à l'exclusion de son **pôle urbain**.

Le pôle rural est composé des **communes** (ou **unités urbaines**) n'appartenant pas à l'**espace à dominante urbaine** et comptant 1 500 emplois ou plus.

L'espace à dominante rurale, ou espace rural, regroupe l'ensemble des petites **unités urbaines** et **communes** rurales n'appartenant pas à l'**espace à dominante urbaine** (**pôles urbains**, **couronnes périurbaines** et **communes multipolarisées**). Cet espace est très vaste, il représente 70 % de la superficie totale et les deux tiers des communes de la France métropolitaine.

Communes multipolarisées : **Communes** situées hors des aires urbaines (**pôle urbain** et **couronne périurbaine**), dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans plusieurs aires urbaines, sans atteindre ce seuil avec une seule d'entre elles, et qui forment avec elles un ensemble d'un seul tenant.

Typologie des communes (définition Orha)

Afin de pouvoir décrire correctement les mécanismes de fonctionnement du marché des logements, les communes des bassins d'habitat ont été caractérisées selon la fonction dominante qu'elles remplissent au sein du périmètre dont elles font partie. La grille de classement propre aux caractéristiques du système urbain du Nord-Pas-de-Calais permet de distinguer les types de communes suivants :

- ville-centre d'agglomération ;
- banlieue ou conurbation industrielle ;
- banlieue résidentielle ou mixte ;
- périurbain (résidentiel, mixte ou rural) ;
- pôle urbain ;
- pôle secondaire ;
- zone hors bassin d'habitat.

Aire urbaine, pôle urbain, couronne périurbaine, communes multipolarisées

L'aire urbaine est un ensemble de communes d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain et par une couronne périurbaine.

Un pôle urbain est une unité urbaine offrant 5 000 emplois ou plus et n'appartenant pas à la couronne périurbaine d'un autre pôle urbain.

La couronne périurbaine est l'ensemble des communes qui envoient travailler dans le pôle urbain ou dans les communes attirées par celui-ci au moins 40 % de leurs habitants ayant un emploi.

Les communes multipolarisées complètent ce zonage. Elles sont situées hors des aires urbaines, et au moins 40 % de leur population résidente ayant un emploi travaille dans plusieurs aires urbaines (sans atteindre ce seuil avec l'une d'entre elles). Elles forment avec ces dernières un ensemble d'un seul tenant.

© Certu 2011

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement
Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Service technique placé sous l'autorité du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, le Certu (centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques) a pour mission de contribuer au développement des connaissances et des savoir-faire et à leur diffusion dans tous les domaines liés aux questions urbaines. Partenaire des collectivités locales et des professionnels publics et privés, il est le lieu de référence où se développent les professionnalismes au service de la cité.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Certu est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Certu

Bureau de vente :

9 rue Juliette Récamier

69456 Lyon Cedex 06 – France

Tél. : 04 72 74 59 59

Fax : 04 72 74 57 80

www.certu.fr/catalogue

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

© 2011 Certu

*La reproduction
totale ou partielle
du document doit
être soumise à
l'accord préalable
du Certu.*

www.certu.fr
www.developpement-durable.gouv.fr