

1. Explication du périmètre dans le calcul des émissions de GES	1
2. Typologie des transports	2
3. Déplacements domicile - travail et domicile - étude	3
3.1 Listing des sources	3
3.2 Méthodologie	3
3.2.1 Utilisation des données domicile-travail et domicile-étude.....	4
3.2.2 Contours géographiques.....	4
3.2.3 Distances	5
3.2.4 Émissions liées aux véhicules	6
3.2.5 Consommations d'énergie.....	6
4. Déplacements domicile - loisir et domicile - achat	7
5. Intégration de la mobilité exceptionnelle et du fret.....	7
6. Conversion des consommations d'énergie en émissions de GES	7
Annexes.....	9

1. Explication du périmètre dans le calcul des émissions de GES

Il existait initialement 2 observatoires en Normandie :

- L'OBNEC, l'Observatoire Bas Normand Énergie Climat, repris par Biomasse.
- L'Observatoire Climat Énergie Haut Normand, repris par ATMO Normandie (membre des ASSQA).

Historiquement, l'OBNEC portait le calcul des GES dans le secteur des transports routiers et non routiers. C'est pourquoi, Biomasse a repris ce volet en continuant la même approche que précédemment qui se distingue de celle employée par ATMO Normandie.

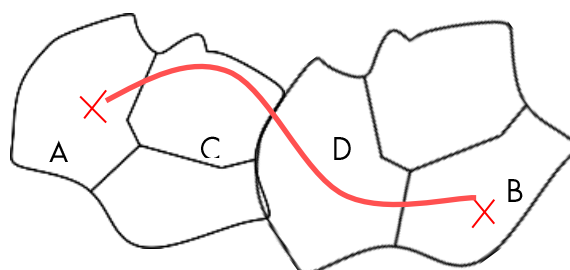
- Approche responsabilité portée par Biomasse Normandie : pour un trajet donné, on attribue les kilomètres parcourus à part égale aux seules communes de départ et d'arrivée, dans une optique de prise de décisions pour les acteurs concernés par ces flux (développement de transports en commun, de covoiturage...)
- Approche cadastrale portée par ATMO Normandie : pour un trajet donné, on répartit les kilomètres parcourus sur le territoire normand à chacune des communes traversées par le flux, en fonction des kilomètres parcourus sur chaque tronçon routier, ferroviaire ou fluvial. ATMO Normandie se doit de respecter cette méthode dans le cadre du guide PCIT 2 dans sa mission d'ASSQA.

Cette distinction des approches s'explique en raison des différents impacts des méthodologies employées. Les deux approches ne permettent pas de mettre en exergue les mêmes caractéristiques lors de la comptabilisation du flux parcourus :

- L'approche responsabilité permet de mettre en avant la responsabilité des communes de départ et d'arrivée dans l'incidence des flux de transport existants entre ces deux communes. Ceci dans une logique de prise de décision pour développer des moyens alternatifs, de mutualiser les déplacements... en vue de réduire les consommations d'énergies et les émissions de GES.
- L'approche cadastrale permet quant à elle d'appuyer l'impact sanitaire local des polluants.

Figure 1 :

Flux selon la méthode responsabilité et la méthode cadastrale



Prenons l'exemple d'un déplacement partant de la commune A et à destination de la commune B, qui traverse les communes C et D.

L'approche responsabilité attribue 50 % des émissions à la commune de départ A et 50 % des émissions à la commune d'arrivée B.

L'approche cadastrale répartit les émissions entre toutes les communes traversées par le flux. Il y a ici 4 communes traversées : A, B, C et D. La spatialisation s'effectue selon le pourcentage de route, de chemin de fer, de portion de fleuve présents sur chacune des communes.

L'approche à adopter dans la réalisation d'un PCAET est l'approche cadastrale. Ainsi, sur sollicitation, ATMO Normandie peut fournir les données à l'échelle EPCI avec une approche cadastrale. Il est alors nécessaire d'être attentif à la méthodologie employée dans le calcul des données, afin de ne pas comparer des données estimées avec des méthodologies différentes.

2. Typologie des transports

Le transport est quantifié selon deux catégories : le transport routier et le transport non routier. Ceci répond à la liste des secteurs d'activité à intégrer dans le PCAET des territoires, visant dans ce cas précis à réduire les émissions de gaz à effet de serre et réduire les polluants atmosphériques.

Le traitement du transport routier comprend plusieurs catégories :

- Déplacements domicile-travail (DT).
- Déplacements domicile-étude (DE).
- Déplacements de loisir (DL).
- Déplacements d'achat (DA).
- Mobilité exceptionnelle.
- Fret routier.

Il existe 3 approches de calculs pour ces différents déplacements qui sont détaillées ci-dessous.

Déplacements	Méthodologie de calcul
Domicile - travail Domicile - études	Développée par Biomasse Normandie
Domicile - achat Domicile - loisir	Modèle gravitaire de l'INSEE
Mobilité exceptionnelle Fret routier	Bouclage SDES

3. Déplacements domicile - travail et domicile - étude

Précédemment, les valeurs attribuées émissions de GES dans le secteur du transport provenaient d'une base de données réalisée par l'INSEE à laquelle nous n'avions pas accès. La méthode de calcul reposait sur le recensement de la population, puis l'on observait l'écart entre le lieu d'habitation et le lieu de travail du déclarant à l'aide d'une matrice de distance routière.

Un changement a été opéré grâce au passage sur le logiciel R. Nous pouvons maintenant calculer nos propres données pour les émissions de GES des déplacements domicile - travail et domicile - étude.

3.1 Listing des sources

Source	Type de donnée	Informations utilisées
INSEE	Contours géographiques	Communes - EPCI
	Mobilités professionnelles des individus	Lieu de résidence, lieu de travail, moyen de transport
	Mobilités scolaires des individus	Lieu de résidence, lieu de scolarité, moyen de transport
	Déplacement domicile-loisir et domicile-achat	
SDES	Parc de véhicules en circulation	Voitures particulières par communes
		Contenu énergétique des carburants et biocarburants
		Vignette Crit'Air
ADEME	Base Carbone	Facteur d'émissions des GES
	Consommations moyennes	Consommation litre/100 km
OSM	Matrice distance	Coordonnées géographiques

3.2 Méthodologie

La méthodologie utilisée pour estimer les consommations de carburants et les émissions de GES qui découlent de ces déplacements est similaire, en effet il n'existe qu'un facteur d'émission entre les deux.

Nous allons alors détailler la méthode responsabilité propre aux données de l'ORECAN, les hypothèses et sources de données utilisées.

La marche à pied, le vélo et les transports en commun sont compris dans les enquêtes réalisées par l'INSEE sur ces trajets. Ces moyens de transport, neutres en émissions, sont considérés en complément de la voiture, camionnette, fourgonnette et des deux-roues motorisés.

3.2.1 Utilisation des données domicile-travail et domicile-étude

Nous utilisons les fichiers MOBPRO (mobilités professionnelles) et MOBSCO (mobilités scolaires) publiés par l'INSEE.

MOBPRO	MOBSCO
Commune du lieu de résidence	Commune du lieu de résidence
Commune du lieu de travail	Commune du lieu d'étude
Âges	Âges
Catégorie social professionnelle	Sexe
Activité économique groupée	Diplôme le plus élevé obtenu
Sexe	
Moyen de transport	

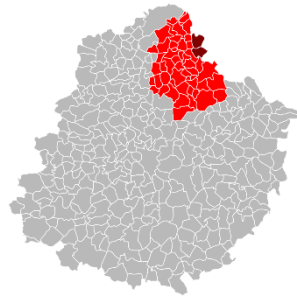
Ils permettent également de prendre en compte les changements effectués par l'INSEE (ex : transport, catégorie sociale professionnelle) pour avoir une homogénéisation des données d'une année à une autre.

3.2.2 Contours géographiques

L'ORECAN diffuse des données à la maille EPCI sur le contour régional. Or, certains EPCI sont à cheval sur plusieurs départements ou plusieurs régions. Dans ce cas, c'est l'échelle communale qui permet de départager ce qui fait partie du suivi de l'ORECAN du reste.

Figure 2 :

CC Maine Saosnois en 2023



Dans l'exemple ci-dessus, la CC du Maine Saosnois est administrativement rattachée au département de la Sarthe, mais les deux communes en bordure font partie de l'Orne (Origny-le-Roux et Suré).

Nous utilisons le Code INSEE et pas le Code Postal qui peut être partagé par plusieurs communes ou bien multiple pour une seule commune (cf. table ci-dessous).

Commune	Code Insee	Code Postal
Valambray	14005	14370
		14540
		14190
Cauvicourt	14145	

Enfin, les contours des communes et des EPCI peuvent varier au cours du temps (principalement dans le sens des fusions de communes). Il convient donc d'avoir une méthodologie rigoureuse pour pouvoir rendre compte de ces changements sans risquer d'omettre ou de compter en double certains déplacements.

Pour cela, nous considérons comme champs de base le Code INSEE à la date de réalisation du déplacement et convertissons vers le nouveau découpage communal à partir de deux fichiers INSEE mis à jour en début d'année. Il a été choisi d'attribuer les données INSEE concernant l'année N-2 à l'année du bilan en cours. Ainsi, les données INSEE de 2019 sont utilisées et attribuées à l'année 2021.

[Table de passage géographie 2003 - géographie 2023](#)

[Base des EPCI à fiscalité propre au 1^{er} janvier 2023](#)

3.2.3 Distances

Il nous faut définir les distances entre les trajets. En effet, nous ne pouvons définir le trajet exact pour chaque trajet. Nous prendrons alors un point défini sur chaque commune, qui servira de point de référence lors de déplacements extra-communaux.

Pour ce faire nous utilisons une matrice C_{ij} avec i la commune de départ et j la commune d'arrivée, qui nous permet de définir la distance en km entre chaque commune située sur le territoire normand.

Pour les distances routières, deux cas de figure :

- Trajet à l'intérieur de la Normandie : distance entre les centroïdes des deux communes.
- Trajet avec une partie externe à la Normandie : distance entre les centroïdes des deux EPCI (pour raccourcir le temps de traitement).

Concernant les déplacements extrarégionaux la matrice C_{ij} est réalisée grâce à une géolocalisation avec OSM. La distance des trajets extrarégionaux est restreinte à l'échelle EPCI (distance entre les points centraux des EPCI de départ et d'arrivée) car le nombre de possibilités serait trop important et la précision à cette échelle ne nous apparaît pas nécessaire.

Il a été pris comme hypothèse de définir une distance de 5 km pour les trajets effectués au sein d'une même commune. Cette hypothèse pourra être modifiée ultérieurement si un modèle plus pertinent vient à être développé (utilisation de la racine carrée de la superficie, méthodologie utilisée par l'INSEE faisant appel au théorème de Pythagore...).

Les trajets de plus de 300 km ne sont pas considérés dans les trajets domicile-travail, ces cas comprennent par exemple un changement de domicile ou une résidence administrative ne correspondant plus au lieu de résidence actuel.

3.2.4 Émissions liées aux véhicules

Nous considérons les émissions liées aux différents modes de déplacements routiers recensés par l'INSEE.

Modes de déplacements recensés	Emissions de GES associées (kg/100 km)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Deux roues motorisés	8,84	0,08	0,08
Transport en commun	8,309	0,003	0,067

Ces facteurs d'émissions sont fixés pour ces deux modes de déplacements.

Les véhicules personnels font partie d'une autre catégorie de modes de déplacements recensée par l'INSEE, pour laquelle nous appliquons une autre méthodologie.

Les véhicules personnels utilisés lors des déplacements domicile - travail ou domicile - études peuvent utiliser divers vecteurs d'énergie : essence, gazole, mixte, gaz, électricité ou hybride. Nous disposons du parc de véhicules en circulation de chaque commune ainsi que de la vignettes Crit'Air associées grâce aux données du SDES.

Ainsi, nous affectons au parc automobile de chaque commune les facteurs d'émission du CO₂, CH₄ et N₂O provenant de la Base Carbone de l'ADEME et répartis en fonction des seuils d'émissions utilisés pour les vignettes Crit'Air (voir annexe 1). Cela nous permet d'obtenir une moyenne des consommations des combustibles et de GES pour 100 km.

3.2.5 Consommations d'énergie

Après avoir calculé les distances, on attribue une consommation d'énergie à la réalisation de ce trajet.

On attribue tout d'abord l'énergie provenant de l'essence en fonction des différents modes de transports recensés par l'INSEE.

Modes de déplacements recensés	Consommations d'énergie associées (kWh)
Deux roues motorisés	35
Transport en commun :	
Bus	34
Ferré	8

Les consommations d'énergie estimées proviennent de la consommation d'essence recensée sur l'historique des consommations d'essence depuis 2006. Nous fixons l'hypothèse qu'un litre d'essence contient la même énergie que 8,9 kWh.

De même que précédemment, l'estimation de la consommation d'énergie consommée pour les véhicules personnels se réfère aux vignettes Crit'Air (voir annexe 2).

On attribue une part fixe du bus dans les transports en commun de 63 %, respectivement une part de 37 % est attribuée aux transports ferrés (train/tram/TER) dans les transports en commun. Ces hypothèses sont issues de la méthode INSEE.

Consommations d'énergie

*= Nombre de trajet * Distance * Energie carburant * Poids de l'individu*

4. Déplacements domicile - loisir et domicile - achat

Ces deux types de déplacements sont considérés selon un modèle gravitaire réalisé par l'INSEE. Nous utilisons ce modèle pour ces deux types de déplacements.

Ce dernier utilise le code SIREN des commerces et pondère en fonction de la taille du commerce, en utilisant le tissu économique du territoire. La relation est modélisée à l'aide d'une relation exponentielle, afin de rendre compte des aires d'attractivité.

$e^{\text{distance-taille du commerce}}$

5. Intégration de la mobilité exceptionnelle et du fret

La mobilité exceptionnelle et le fret sont ventilés à l'échelle communale respectivement au prorata du nombre d'habitants et prorata du nombre de salariés dans l'industrie. Il n'y a pas, à ce jour, de méthode pour les actualiser. Les données proviennent d'un bouclage réalisé avec les données du SDES.

Le transport de fret routier, par camions, utilise les données du SDES, à l'échelle régionale et départementale pour les consommations de produits pétroliers : gazole et essence consommés. On dispose de la consommation totale et du transport routier de personnes. On réalise alors la différence, afin de déterminer le fret.

6. Conversion des consommations d'énergie en émissions de GES

Nous sommes les consommations d'énergies associées aux différentes catégories de déplacements afin d'obtenir la consommation totale du secteur du transport routier à l'échelle communale.

Hormis pour les déplacements domicile - travail et domicile - loisir où nous avons déjà estimé les émissions de GES, nous appliquons à tous les autres déplacements les facteurs de conversion suivants :

Facteurs de conversion	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
------------------------	-----------------	-----------------	------------------

tonnes eq. CO₂	0,24	0,0009	0,03
----------------------------------	------	--------	------

$$\text{Émissions de GES} = \text{Consommation d'énergie} * \text{Facteur de conversion}$$

Nous allons alors faire le produit entre la consommation d'énergie estimée et les facteurs de conversion pour obtenir les émissions de GES associées. Puis nous allons sommer ces émissions par catégories de déplacement pour obtenir les émissions de GES du secteur du transport routier avec l'approche responsabilité.

Annexes

Annexe 1 : Facteurs d'émissions des vignettes Crit'Air (kg/100 km)

Vignettes	GES	Gazole	Essence	Gaz	Gazole hybride rechargeable	Essence hybride rechargeable
Crit'Air 1	CO ₂		11,98	14,42	5,52	5,99
Crit'Air 2	CO ₂	11,04	13,26	14,42		
Crit'Air 3	CO ₂	13,09	15,42	14,42		
Crit'Air 4	CO ₂	14,03				
Crit'Air 5	CO ₂	15,25				
Crit'Air 1	CH ₄		0,11			0,05
Crit'Air 2	CH ₄		0,12			
Crit'Air 3	CH ₄	0,01	0,14			
Crit'Air 4	CH ₄	0,01				
Crit'Air 5	CH ₄	0,01				
Crit'Air 1	N ₂ O		0,11		0,04	0,05
Crit'Air 2	N ₂ O	0,09	0,12			
Crit'Air 3	N ₂ O	0,11	0,14			
Crit'Air 4	N ₂ O	0,11				
Crit'Air 5	N ₂ O	0,12				

Annexe 2 : Consommations d'énergie associées aux vignettes Crit'Air (en kWh)

Vignettes	Gazole	Essence	Gaz	Electrique	Gazole hybride rechargeable	Essence hybride rechargeable
Crit'Air 1		48,24	67,5		22,35	24,12
Crit'Air 2	44,7	53,4	67,5			
Crit'Air 3	53	62,1	67,5			
Crit'Air 4	56,8					
Crit'Air 5	61,75					
Crit'Air élec				17		