PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL
POLE METROPOLITAIN DU GRAND AMIENOIS

POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GES ET DE POLLUANTS ET STOCKAGE CARBONE

MAI 2022

Table des matières

1 - Potentiel de réduction des émissions de GES

Introduction 4

1.1 Les potentiels de réduction des émissions de GES énergétiques *4*
1.1.1 Emissions directes de GES énergétiques 5
1.1.2 Emissions totales de GES énergétiques 6
1.1.3 Emissions des industries de l'énergie 8

1.2 Les potentiels de réduction des émissions de GES non énergétiques *9*
1.2.1 Emissions de GES agricoles dans des scénarios dits volontaristes 10
1.2.2 Les conséquences chiffrées 16
1.2.3 Emissions de GES des intrants (dont alimentation) 18
1.2.4 Les déchets 20
1.2.5 Le secteur tertiaire 21
1.2.6 La construction 22
1.2.7 L'industrie 23

1.3 Bilan : les potentiels de réduction des émissions de GES *24*
1.3.1 Le potentiel de réduction des émissions directes de GES 24
1.3.2 Le potentiel de réduction des émissions totales de GES 27

2 Potentiels de réduction des émissions de polluants **29**

Introduction **29**

2.1 Emissions énergétiques atmosphériques *31*
2.1.1 Hypothèses de calculs 31
2.1.2 Potentiel maximum de réduction des émissions énergétiques de polluants atmosphériques 34

2.2 Potentiel de réduction des émissions non énergétiques *44*

3 Potentiel d'amélioration de la séquestration du carbone 46

3.1 Les potentiels de stockage dans les espaces agricoles et forestiers 46

3.1.1 Les leviers d'action 46

3.1.2 Le potentiel de stockage 48

3.2 Les potentiels de stockage dans les espaces urbanisés 50

3.2.1 Les leviers d'actions 50

3.2.2 Les potentiels de stockage 50

3.3 Bilan des potentiels de stockage 51

1 - Potentiel de réduction des émissions de GES

Introduction

Pour rappel, les émissions de Gaz à Effet de Serre se répartissent entre émissions directes (émises sur le territoire) et émissions indirectes (émises hors du territoire).
Dans ces deux catégories, une grande part des émissions est due aux consommations d'énergie. Les potentiels de réduction des émissions énergétiques sont directement reliés aux réductions des consommations d'énergie et à l'évolution du mixte énergétique présenté précédemment.

1.1 Les potentiels de réduction des émissions de GES énergétiques

Les GES énergétiques représentent **76% des émissions directes** de GES actuelles du territoire du Pôle Métropolitain du Grand Amiénois. La réduction des consommations d'énergie et le déploiement des énergies renouvelables seront donc les deux principaux leviers pour réduire les émissions de GES du territoire.

Le potentiel de réduction des émissions a donc été estimé sur la base du croisement des consommations d'énergie et des productions d'énergie renouvelable présenté précédemment, avec les potentiels de réduction des émissions non-énergétiques.
Pour chaque source d'énergie, un facteur d'émission de GES a été attribué.

La détermination des potentiels de réduction des émissions de GES est réalisée sur la base des technologies et connaissances d'aujourd'hui.

1.1.1 Emissions directes de GES énergétiques

La traduction des potentiels de réduction des émissions directes des GES énergétiques permet d'estimer une baisse de **82 %** de ces émissions.

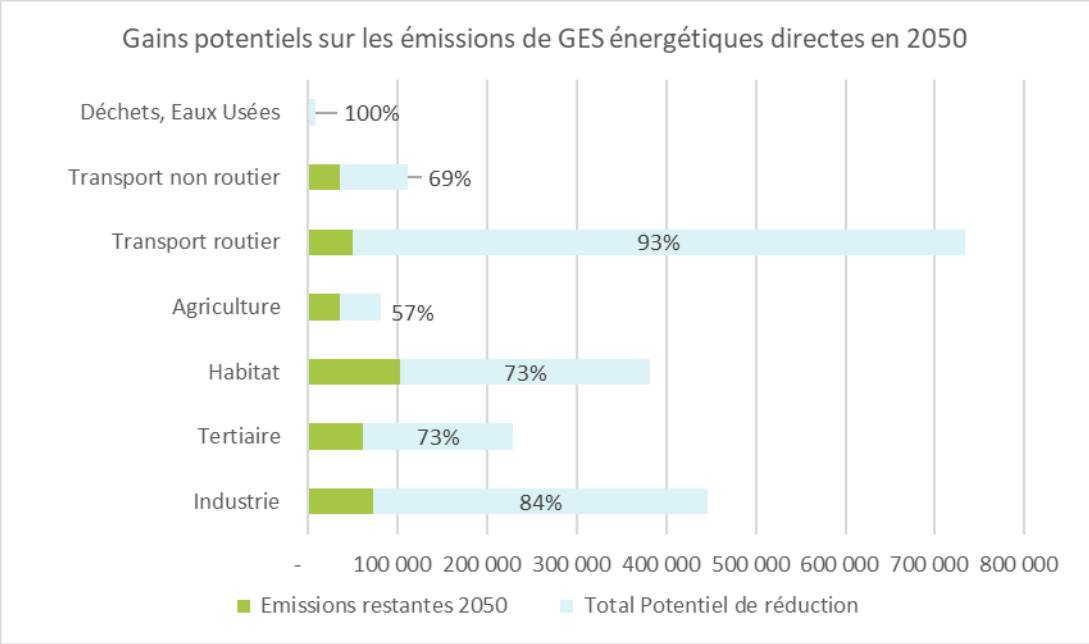


Figure 1 : Potentiel de réduction des émissions directes énergétiques de GES

Pour tous les secteurs d'activités, la baisse des émissions énergétiques est liée à la baisse des consommations d'énergie auxquelles s'ajoute le changement dans le mix énergétique avec notamment la baisse des consommations des produits pétroliers. Les vecteurs énergétiques sont aussi moins émetteurs de Gaz à Effet de Serre : l'hypothèse est faite que le gaz est produit de manière plus renouvelable et plus locale ; le facteur d'émission de GES est donc fortement diminué.
La très forte diminution des émissions directes de GES énergétiques vient du secteur des transports du fait d'une baisse des consommations (de 62%) mais surtout d'un changement dans le type d'énergie consommée (le mix énergétique), vers des énergies moins émettrices de gaz à effet de serre comme l'électricité ou le gaz (de préférence bioGNV).

Aucune hypothèse d'évolution n'a été prise concernant le facteur d'émission des produits pétroliers. Cependant, des innovations technologiques pourraient permettre à long terme une évolution de cette source d'énergie.

1.1.2 Emissions totales de GES énergétiques

Si on ajoute les émissions indirectes, le potentiel total de réduction des GES énergétiques est de **80%.** Le potentiel baisse sur tous les secteurs car ils resteront importateurs d'énergie en 2050, ce qui engendre les émissions indirectes de GES.

Potentiel de réduction des émissions de GES

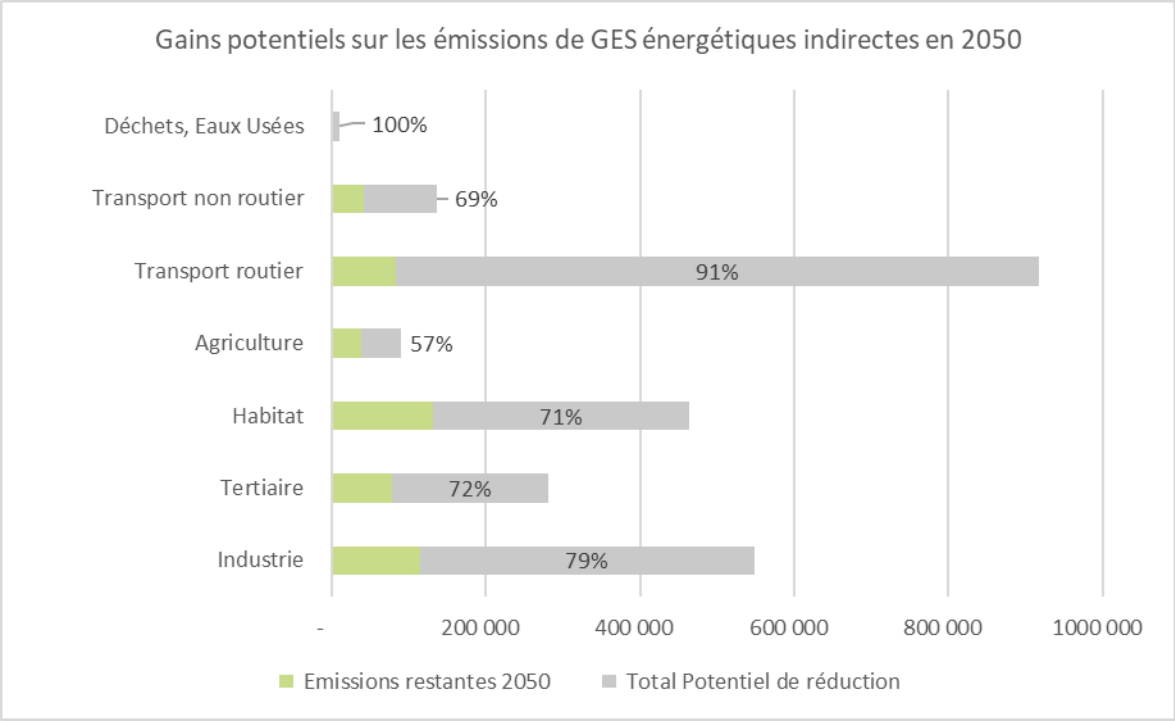


Figure 2 : Potentiel de réduction des émissions totales énergétiques de GES

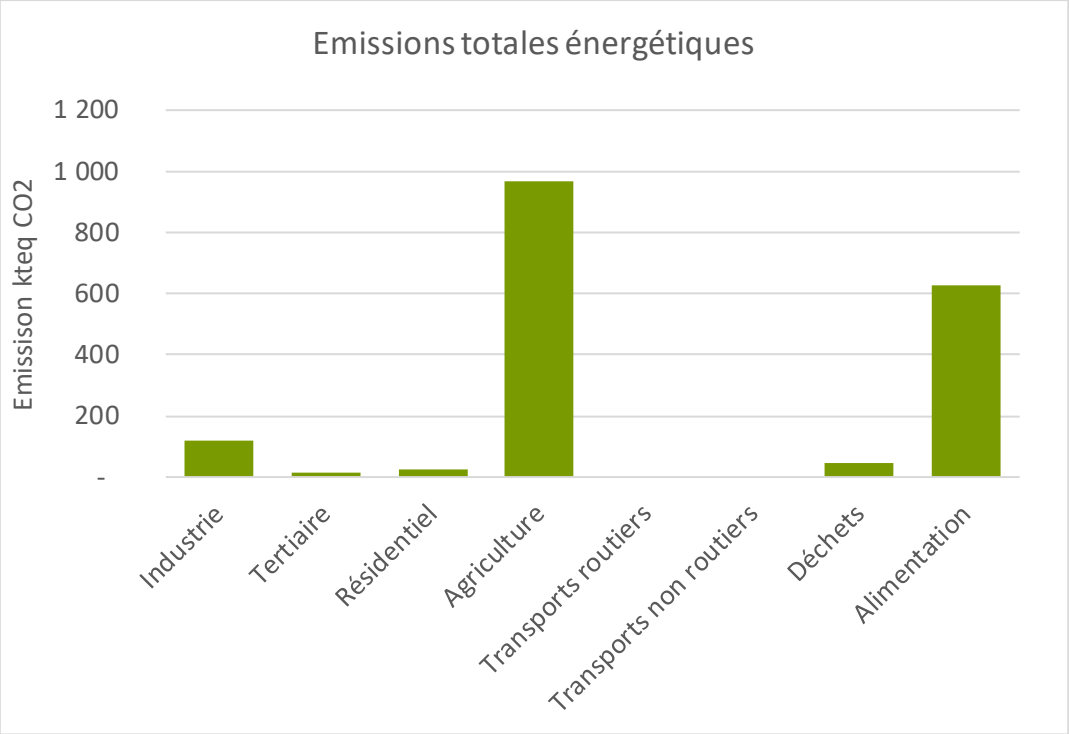
1.1.3 Emissions des industries de l'énergie

Aux émissions citées précédemment doivent être rajoutées celles de l'industrie de l'énergie qui sont exclusivement indirectes. Le territoire du Pôle Métropolitain du Grand Amiénois ne dispose pas de centrales de production d'énergie de grosses productions mais uniquement de sites de production d'énergie renouvelable. Actuellement le territoire a des émissions indirectes à hauteur de **6 490 Teq CO2** du fait de la production d'énergie éolienne et photovoltaïque effective (rappelons que la production du réseau de chaleur est considérée avec les consommations et les émissions de l'habitat et du tertiaire). Avec une augmentation très forte des potentiels de production d'énergie renouvelable en 2050 (multiplication par 6), les émissions augmentent également, avec une multiplication par **23 (en comptant les gisements bruts)**.
Il est considéré que le bois-énergie produit et le biogaz ont certes des émissions de GES mais comme la fabrication (locale) a également permis le captage de CO2, le bilan est nul et les coefficients d'émission sont donc considérés comme nuls. Le solaire thermique et l'hydroélectricité ont également des coefficients d'émissions négligeables. Seuls l'éolien et le photovoltaïque ont des émissions de GES indirectes un peu plus significatives du fait de la fabrication et du transport des systèmes, ce qui suffit à engendrer une forte augmentation des émissions de GES indirectes.

1.2 Les potentiels de réduction des émissions de GES non énergétiques

Les émissions non énergétiques représentent **42% des émissions de GES totales** du territoire. Les leviers d'action et les potentiels de réduction associés sont très différents selon les secteurs d'activité.

Le graphique ci-contre reprend pour mémoire la répartition des émissions totales non énergétiques actuelles sur le territoire. La plus grande part est constituée par des émissions indirectes : intrants, déchets… L'agriculture représente le principal poste d'émissions de GES non énergétique directes.



1.2.1 Emissions de GES agricoles dans des scénarios dits volontaristes

Une **étude ClimAgri** a été réalisée sur le territoire du Pôle Métropolitain du Grand Amiénois dont les conclusions sont résumées ici.

Rappelons que sur le territoire, 91% des émissions de GES de l'agriculture sont d'origine non-énergétique.

Les leviers d'action

Sources : étude ClimAgri du PMGA

Une des grandes incertitudes quant à l'évolution de l'agriculture concerne l'évolution de l'élevage. Les échanges avec les agriculteurs et les élus montrent que leur objectif commun est de maintenir autant que possible l'élevage sur le territoire. L'évolution finale des cheptels dépendra avant tout de paramètres extérieurs au territoire, lié notamment à l'évolution de la consommation de viande bovine en France, et des marchés internationaux.
Il a donc été décidé de construire un scénario volontariste présentant deux résultats, le premier avec maintien de l'élevage selon le scénario tendanciel, et le second avec chute drastique de l'élevage.

Les principales hypothèses :

Dans ce scénario et afin de maintenir l'élevage autant que possible, les pratiques vertueuses ont été encouragées afin de **répondre aux nouvelles attentes des consommateurs** : lait bas carbone, extension des durées de pâturage, élevage biologique et circuits courts se sont développés. Les surfaces de prairies non conservées ont été soit destinées à de la méthanisation (fourrages), à de la production de biomasse (taillis à courte rotation) soit boisées, et ce afin de lutter contre les coulées de boues et de préserver la qualité des eaux.
Un reboisement important des espaces agricoles a été mené : replantation massive de haies, développement de l'agroforesterie en prairies et grandes cultures, pour lutter contre l'érosion, diminuer les températures estivales (protection des animaux notamment en prairies), réaugmenter la biodiversité et les auxiliaires des cultures, et enfin stocker du carbone.

Une diversification très importante des cultures a eu lieu, dans un double objectif de s'adapter au changement climatique et de développer la consommation locale. L'alimentation des bovins a été entièrement relocalisée, avec le déploiement de circuits alimentaires locaux, à base de colza, de soja ou d'autres protéines produites localement et de luzerne.
Les productions de fruits et légumes se sont aussi déployées fortement, avec un développement des protéines pour l'alimentation humaine, le déploiement de légumes de plein champ et l'augmentation du maraichage.

Une stratégie d'irrigation à partir des eaux de surfaces a été mise en place, permettant de ne pas augmenter les prélèvements dans la nappe souterraine, mais d'irriguer les légumes à partir de bassins de rétention d'eaux, et en utilisant des technologies optimisées.

L'agriculture biologique couvre 20% des surfaces.

Ce scénario intègre une variation importante des modes d'alimentation des habitants du territoire. Ceux-ci consomment moins de viande, plus de légumineuses. La consommation de produits locaux s'est intensifiée. Dans l'option 1, la baisse de la consommation de viande est estimée à environ 30%.
Dans l'option 2, la baisse de la consommation de viande bovine est estimée à 70% environ et entraîne une chute de l'élevage local.

En 2050, 50% des élevages possèdent une unité de méthanisation (seuls ou en groupement). Des actions de réduction massives des consommations d'énergie ont été menées.

En parallèle, l'urbanisation a été ralentie très fortement. La consommation de surfaces agricoles a atteint 100 ha/an jusqu'en 2030, puis 75 ha/an jusqu'en 2040, 50 ha/an jusqu'en 2050 et enfin 0 artificialisation nette en 2050.
Dans ce scénario, il est aussi considéré un maintien des cheptels ovins, les moutons se déployant notamment sur des espaces urbains type friches, sites photovoltaïques, et une augmentation légère des cheptels avicoles, associée à une extensification (retour de l'intégralité des volailles vers des parcours en plein air).

Potentiel de réduction des émissions de GES

Détails des hypothèses :

Scénario tendanciel	Scénario volontariste – Option 1	Scénario volontariste – Option 2	source	
Elevage bovins	**-15%**	**-75%**	CA80 / ETD	*La différence fondamentale entre les deux options porte sur le maintien ou non de l'élevage bovin*
Part de l'agriculture biologique dans la Surface Agricole Utile (SAU)	20%		CA80 / ETD	
Part des surfaces en pommes de terre	7%		CA80 / ETD	
Part des surfaces en légumineuses pour la consommation humaine	10%		CA80 / ETD	
Part des surfaces en légumes et fruits hors légumineuses	2%		CA80 / ETD	
Part des surfaces en prairie (hors luzerne)	7%	2%	CA80 / ETD	*Les surfaces fourragères sont beaucoup plus faibles dans l'option 2. Elles sont converties en boisement. Une partie des surfaces fourragères est dédiée à la méthanisation*
Part de la luzerne	5%	2%	CA80 / ETD	
Part du maïs ensilage (destiné à l'alimentation des bovins)	3%	2,0%	CA80 / ETD	
Taux de surface en soja ou protéines équivalentes	5%		CA80 / ETD	
Taux de cultures énergétiques type myscanthus ou Taillis à Courte Rotation	5,0%		CA80 / ETD	
Taux de nouveaux boisements sur SAU	1,5%	5,0%		
Taux de cultures intermédiaires à valeur énergétique (CIVE) ou pièges à nitrates (CIPAN)	40,0%		CA80 / ETD	
Part des surfaces irriguées	10%		CA80 / ETD	
Agroforesterie (arbres en zones cultivées ou prairies)	5%		CA80 / ETD	
Part de la méthanisation	50%		CA80 / ETD	
Consommation de terres agricole par l'urbanisme	100 ha/an jusqu'en 2030, 75 ha/an jusqu'en 2040, 50 ha/an jusqu'en 2050 puis 0 artificialisation nette		CA80 / ETD	
Plantation de haies km/an	20		CA80 / ETD	
Taux de consommation locale pour l'alimentation animale	100%		CA80 / ETD	

Tableau 1 : : hypothèses de scénario de réduction des émissions des GES du secteur agricole

Tableau 2 : hypothèses d'évolution des activités agricoles

Autres données d'évolutions			
	% de réduction	% SAU concernée	source
Optimisation de la fumure minérale hors plantes sarclées)	10%	100%	Climagri régional scénario AME
Optimisation et enfouissement de la fumure minérale (plantes sarclées)	20%	100%	Climagri régional scénario AME
Réduction d'usage des produits phytosanitaires	50%		Climagri régional scénario AME
Réduction de la consommation de carburant	30%		Climagri régional scénario AME
Evolution des rendements	-10%		CA80 / ETD

Evolution des autres effectifs		
	% d'évolution	source
Ovins	0%	Climagri régional scénario AME
Porcin	-15%	Climagri régional scénario AME
Avicole	5%	Climagri régional scénario AME

Potentiel de réduction des émissions de GES

Evolution des consommations d'énergie en bâtiment d'élevage			
	% de réduction	% d'élevage	Source
Bovins lait (bloc traite)	50%	75%	Climagri régional scénario AME
	25%	25%	Climagri régional scénario AME
Avicole et porcins	15%	25%	Climagri régional scénario AME
	30%	75%	Climagri régional scénario AME
Evolution des émissions en bâtiment d'élevage			
	% de réduction	% d'élevage	Source
Gestion du troupeau -Application du label bas carbone en exploitation laitière	16%	90%	Label Bas Carbone
Augmentation du temps de pâturage - Application du label bas carbone en exploitation laitière	2%	90%	Label Bas Carbone
Gestion des déjections -Application du label bas carbone en exploitation laitière	2%	90%	Label Bas Carbone

Mix énergétique en bâtiment d'élevage			
	Etat actuel	Scénario en 2050	Source
Part du fioul	10%	0%	Climagri régional scénario AMSagro adapté lors de la réunion sur la stratégie agricole
Part de l'électricité	90%	50%	
Part de l'électricité renouvelable en autoconsommation	Négligeable	30%	
Part de gaz	Négligeable	5%	
Part de bois	Négligeable	15%	
Mix énergétique carburants			
Part du fioul	100%	75%	CA80 / ETD

Tableau 3 : hypothèses d'évolution des consommations d'énergie et d'émissions de GES des bâtiments d'élevage

Erosion			
	Etat actuel	**Scénario en 2050**	**Source**
Erosion, catastrophes naturelles	30 arrêtés de catastrophe naturelle par an	Nombreuses actions moins de 10 arrêtés de catastrophe naturelle par an	CA80 / ETD
stockage en zones cultivées	/	actions d'optimisation du stockage de carbone dans les sols cultivées	CA80 / ETD

Tableau 4 : Scénario d'évolution de l'érosion entre aujourd'hui et 2050

1.2.2 Les conséquences chiffrées

Le scénario volontariste / principaux résultats		
	Option 1 Avec maintien de l'élevage	**Option 2 Avec chute de l'élevage**
Emissions de GES agricoles	-38%	-55%
Emissions de GES liées à l'alimentation	-43%	-75%
Consommations d'énergie	-42%	-44%
Stockage du carbone	+106%	+114%
Potentiel nourricier	-23% pour l'énergie -6% pour les protéines totales +30% pour les protéines animales	-20% pour l'énergie -8% pour les protéines totales +4% pour les protéines animales

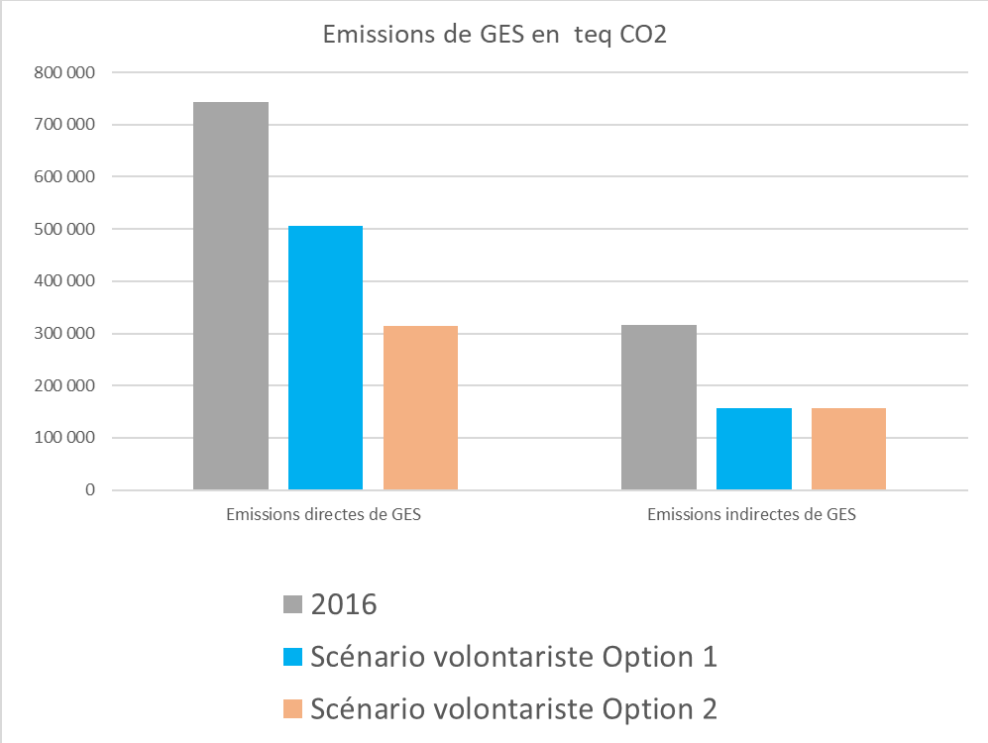


Figure 4 : Evolution des émissions de GES du secteur agricole, selon les différentes options

Potentiel de réduction des émissions de GES

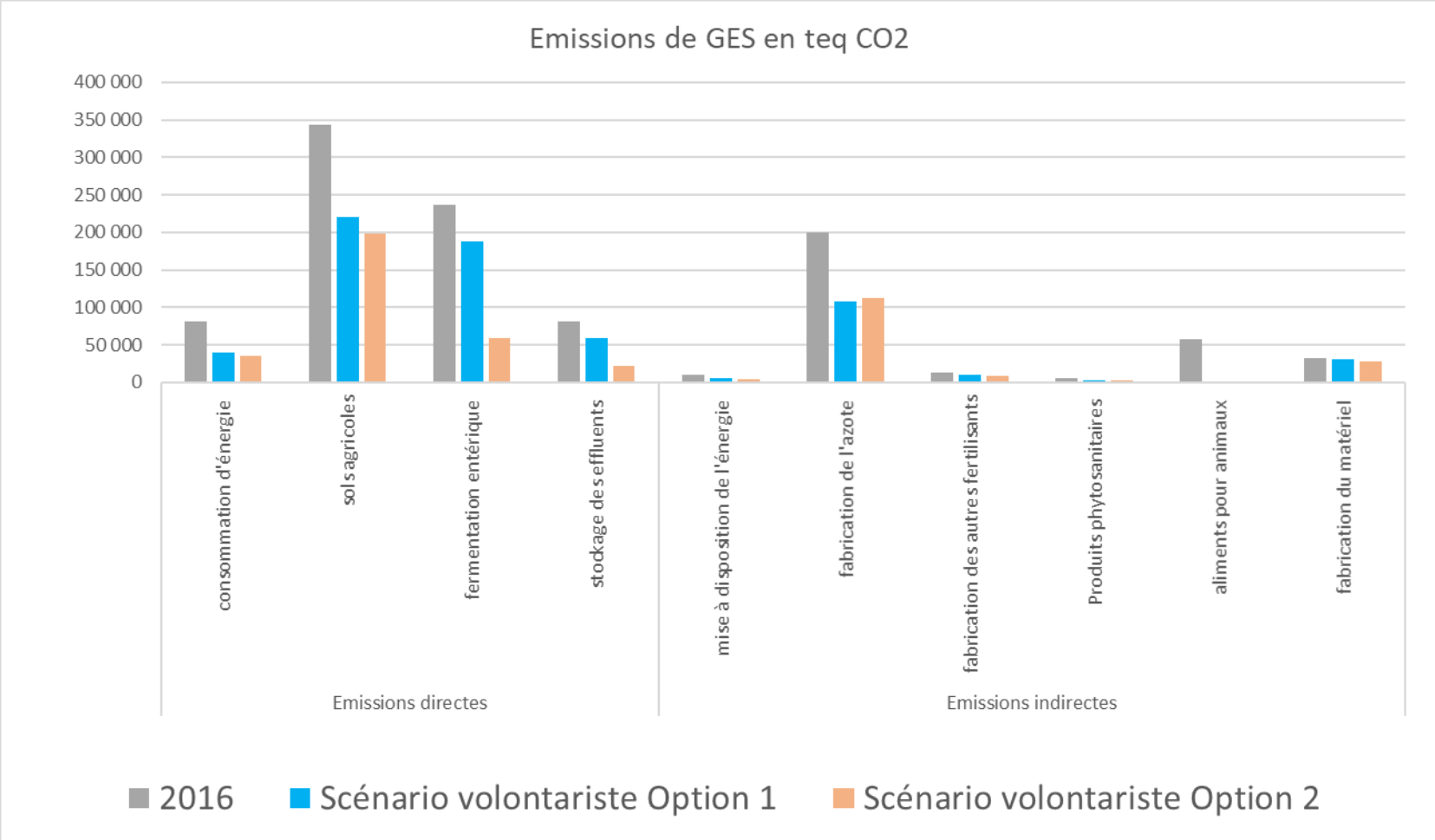


Figure 5 : Détails des émissions directes et indirectes de GES du secteur agricole selon les catégories émettrices

1.2.3 Emissions de GES des intrants (dont alimentation)

Les leviers

La réduction des émissions liées à la consommation et à l'alimentation passera par une sensibilisation des habitants-consommateurs. Les leviers sont en grande partie nationaux et s'appuieront sur des changements de comportement massifs. Au niveau du territoire, il s'agit d'une approche globale dans laquelle chaque acteur peut trouver son rôle : travail sur l'exemplarité des collectivités, sensibilisation des enfants, lutte contre le gaspillage alimentaire, travail sur les circuits courts, de saison et à faibles intrants…

Développer les circuits courts
Rapprocher le producteur du consommateur permet de restreindre les transports de produits. L'utilisation de produits frais et de saison restreint les émissions liées à la conservation (stockage, surgelé, émissions des systèmes de refroidissement dans le tertiaire…) et celles liées à la production (chauffage de serre par exemple).
Selon une étude de l'ADEME sur les produits maraîchers, les circuits courts de proximité réduisent l'impact sur le changement climatique dès lors que certaines conditions d'optimisation sont respectées, notamment en termes de transport. L'idéal est d'optimiser le transport des produits via la mise en place de points de vente collectif (impact sur le fret territorial également).
A l'inverse, le consommateur qui parcourt des kilomètres pour acheter ses œufs dans une ferme, ses fruits dans une autre, peut émettre plus de GES que la grande distribution.

Lutte contre le gaspillage alimentaire et la surconsommation
La lutte contre le gaspillage alimentaire est aussi un enjeu en termes d'émissions de GES. Chaque français jette en moyenne 7 kilos d'aliments non consommés et encore emballés par an. A ce chiffre, il convient d'ajouter les restes de repas, fruits et légumes abîmés, pain... soit de l'ordre de 13 kilos/habitant/an.
Le gaspillage alimentaire représente ainsi près de 20 kg/habitant/an.
Lutter contre le suremballage, la surconsommation et contre le gaspillage alimentaire aura un double impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre : réduction des émissions liées à la consommation ou à l'alimentation, et réduction des émissions liées au traitement des déchets et économie de matière première prélevée sur le milieu naturel.
Hors alimentation, les émissions liées à la consommation des ménages sont assez mal connues. Les réductions des émissions s'appuieront sur les changements de mode de production des objets (éco-conception), et les changements de mode de consommation. Les leviers d'action sur le territoire concernent surtout la prévention des déchets et sont détaillés dans le paragraphe dédié.

Potentiel de réduction des émissions de GES

Le potentiel de réduction

Le scénario AFTERRE 2050 propose une évolution de l'assiette française moyenne qui comprend une baisse très forte de la consommation de viande (-49%), de la consommation de poissons et crustacés (-74%), et en revanche une multiplication par trois de la consommation de légumineuses et une augmentation de 20% de la consommation de fruits et légumes.
Cette évolution a été transposée au territoire en estimant un potentiel de 70% des émissions de GES liées aux intrants.
La majorité de l'effet est due à la réduction de la consommation de viande, levier n°1 pour réduire les émissions de GES. Néanmoins, cette diminution de la consommation de viande ne s'obtiendra que par une évolution globale de l'alimentation et donc une augmentation des autres produits.

A cela s'ajoute le développement de la consommation locale qui augmente de 18%.

Le potentiel de réduction des émissions indirectes liées aux intrants est donc de 75%.

1.2.4 Les déchets

Les émissions de GES liées aux déchets correspondent aux émissions indirectes liées au recyclage et à l'enfouissement des déchets.

Les leviers

La réduction de la production de déchets constitue le levier majeur dans ce secteur d'activité. Elle est encadrée par la réglementation dans le cadre des plans de réduction des déchets. Les actions autour du tri, du recyclage, du compostage, et le changement des matériaux peuvent permettre d'atteindre d'ici 2050 une réduction très importante des quantités de déchets.

Le potentiel de réduction

Il peut être estimé que les centres d'enfouissement n'accueilleront plus que des déchets inertes en 2050 et que les émissions de CO2 associées tendront vers zéro (après valorisation des gaz émis par les déchets stockés au fur et à mesure des années). Les déchets organiques seront entièrement valorisés dans des unités permettant la valorisation intégrale des gaz (type unités de méthanisation).
Les seules émissions restantes seraient alors celles associées au recyclage des déchets (émissions indirectes).
Le potentiel de réduction des émissions indirectes liées aux déchets est donc de 100%.

1.2.5 Le secteur tertiaire

Dans le secteur tertiaire, une partie des émissions de GES est liée aux systèmes de refroidissement des commerces (réfrigérateurs et congélateurs) et à la climatisation, de plus en plus répandue dans l'ensemble des activités de services.

Les leviers

L'amélioration des systèmes de réfrigération et de climatisation peut permettre de diminuer l'impact des émissions liées aux fluides frigorigènes. Il s'agira de lutter contre les fuites de fluides frigorigènes, et de remplacer les gaz à effet de serre par d'autres moins impactants pour le climat. Les modalités d'implication des acteurs privés (commerces notamment) devront être trouvées, afin de réduire leurs consommations d'énergie, et d'utiliser des systèmes de refroidissement les moins émetteurs possibles.

Le premier levier consiste d'après l'Ademe[1] à « procéder à l'entretien régulier des équipements. Il est également indispensable de limiter les émissions de fluides frigorigènes par le confinement des installations frigorifiques, la diminution de la charge en fluides frigorigènes dans l'installation (compacité et coefficient de transfert des échangeurs de chaleur, utilisation de systèmes à fluides frigoporteurs pour la distribution du froid) et/ou l'amélioration de l'étanchéité des composants.
A plus long terme, il est possible de réduire les émissions de fluides frigorigènes en utilisant des fluides frigorigènes non fluorés ou à faible pouvoir de réchauffement global comme le CO2, les hydrocarbures (butane, isobutane, propane), l'ammoniac, des mélanges à faible pouvoir de réchauffement global, l'eau ou d'autres « nouveaux » fluides.

Les équipements de production de froid actuels sont principalement basés sur le cycle à compression mécanique de vapeur. D'autres technologies émergent et permettraient de réduire les émissions de fluides frigorigènes dans l'atmosphère : les systèmes à absorption, les systèmes à adsorption, la thermo-acoustique, le froid magnétique, le froid thermo-électrique (« effet Peltier »), le froid évaporatif (pour application en climatisation), dépendant des conditions extérieures de température et d'hygrométrie, etc. »

Le potentiel de réduction

Les fluides frigorigènes non émetteurs de GES existent déjà. **Le potentiel de réduction à l'horizon 2050 est de 100%.**

[1] https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/reduire-emissions-polluants/dossier/gaz-fluores/solutions-existent

1.2.6 La construction

Les leviers

En ce qui concerne la construction, les leviers concerneront deux aspects : la modification des pratiques, et le changement de matériaux d'une part, l'évolution de l'urbanisation d'autre part.
En ce qui concerne les changements de pratique, on retrouve dans cette catégorie des actions déjà citées par ailleurs en termes de déplacements, de recours à des énergies propres, etc.
Le recours à des matériaux biosourcés permettra de réduire nettement les émissions de GES. Pour les bâtiments, les matériaux biosourcés sont de plus en plus divers et accessibles : bois, paille, chanvre, béton végétal, laine, isolant à partir de matériaux recyclés… La liste ne saurait être exhaustive.
Pour les voiries, les premiers revêtements biosourcés sont aujourd'hui en expérimentation sur des routes à faible passage. Ces revêtements devraient pouvoir se développer et modifier nettement les pratiques pour les voiries.

En ce qui concerne l'évolution de l'urbanisation, on peut considérer que la diminution de la construction neuve sera largement remplacée par une augmentation de la rénovation. Les impacts en termes de GES sur l'activité de construction en elle-même ne sont pas quantifiable mais les gains pour le territoire en termes de stockage carbone, d'adaptation au changement climatique etc. seront importants.
En revanche, la désimperméabilisation de surfaces actuellement revêtues pourrait à terme réduire les émissions de GES (diminution des surfaces de voiries à entretenir, baisse des nouvelles constructions de voiries)

Le potentiel de réduction

Le potentiel de réduction global sur ce poste (émissions indirectes) a été estimé à 80%.

1.2.7 L'industrie

Les leviers

Les émissions indirectes de l'industrie correspondent aux émissions liées aux process.
Les industriels misent sur les avancées technologiques : performance énergétique des moteurs, meilleure aérodynamique, trajectoires optimisées, recyclage des matières utilisées… pour réduire les émissions de GES.

Le potentiel de réduction

Sachant que des efforts ont déjà été menés sur la réduction des émissions de la part des entreprises et se poursuivent, **le potentiel est estimé à 70% de réduction sur les émissions des processus industriels.**

1.3 Bilan : les potentiels de réduction des émissions de GES

1.3.1 Le potentiel de réduction des émissions directes de GES

Le potentiel total de réduction des émissions directes de GES est compris entre **69% et 76%** selon la diminution de l'élevage bovin sur le territoire.

L'agriculture a une baisse des émissions de GES de 32% ou 58% selon si l'élevage bovin a une baisse de 15% (option 1) ou de 75% (option 2).

Le secteur des déchets représente le secteur au gain potentiel le plus fort, soit 100%.
Le secteur des transports présente un potentiel de réduction de 90 % : la réduction des consommations d'énergie associée aux changements des modes de transports ainsi que dans le mix énergétique permet de réduire drastiquement les consommations d'énergie fossiles et donc les émissions de GES associées.
Pour le résidentiel, les émissions de GES baissent de 74%, et pour le tertiaire de 75% grâce à nouveau aux baisses et aux modifications des consommations d'énergie.
Le secteur industriel a un gain de 83% du fait des réductions de consommations et des réductions d'émissions des process industriels.
Potentiellement, les émissions directes pourront ne représenter en 2050 entre **834 400** et **644 000 Teq CO2** (selon la baisse de l'élevage bovin) contre **2 707 600** actuellement.

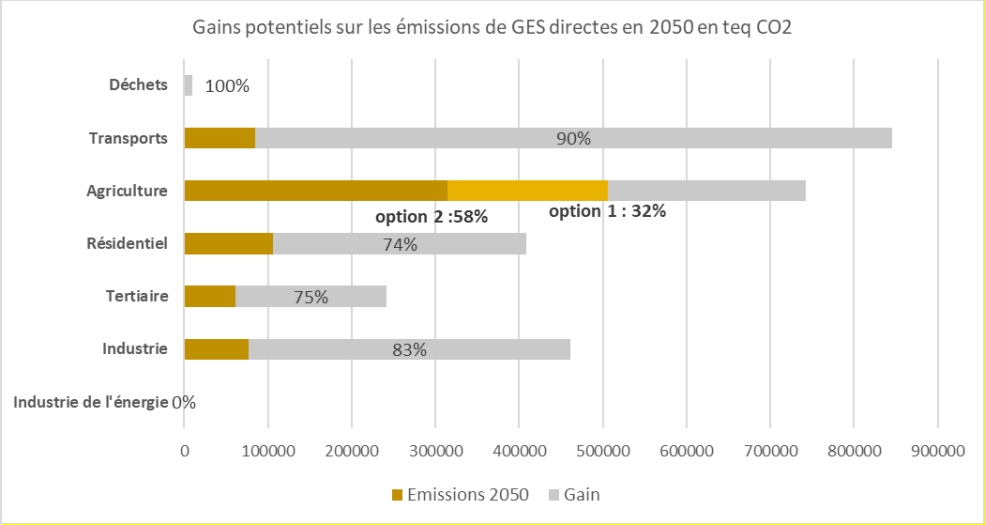


Figure 6 : Graphique des gains potentiels des émissions directes en 2050

Potentiel de réduction des émissions de GES

Détails du secteur des transports :

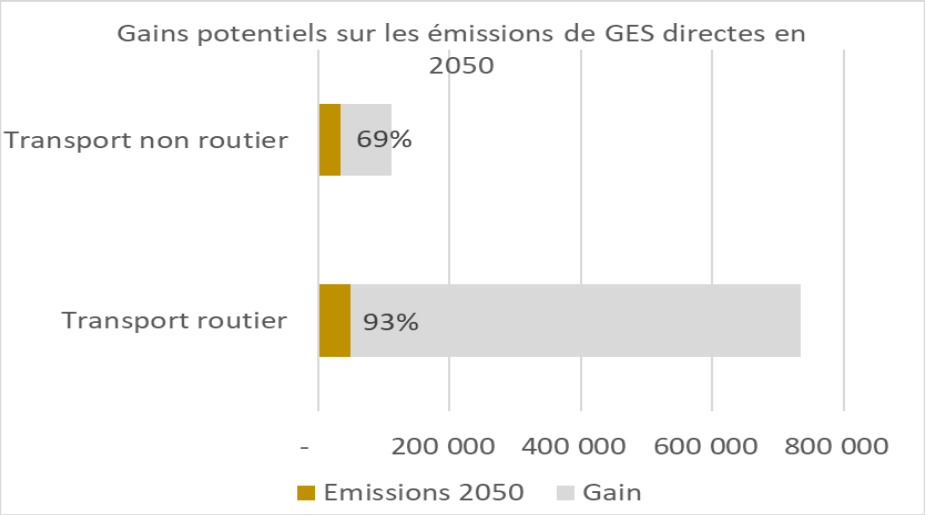


Figure 7 : gain des émissions de GES du secteur des transports

Potentiel de réduction des émissions de GES

La structure des émissions de GES aura aussi évolué : Les transports passeraient du premier secteur émetteur au deuxième secteur après l'agriculture. Ce dernier serait le premier poste d'émissions avec soit 49% (avec le maintien de l'élevage) soit 61% (avec une baisse drastique de l'élevage) du total.

Les parts de l'industrie, de l'habitant, du tertiaire et des déchets diminuent également drastiquement.

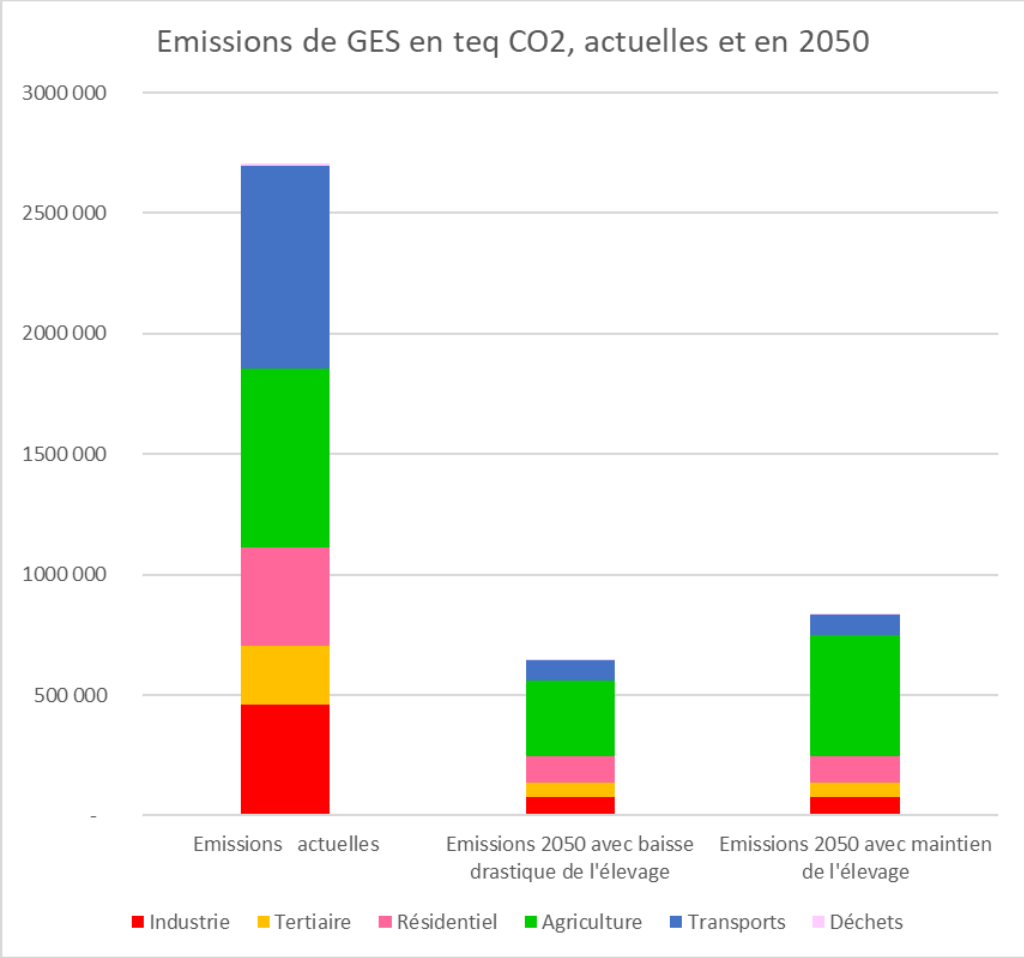


Figure 8 : Graphique de l'évolution des émissions directes actuelles et en 2050

1.3.2 Le potentiel de réduction des émissions totales de GES

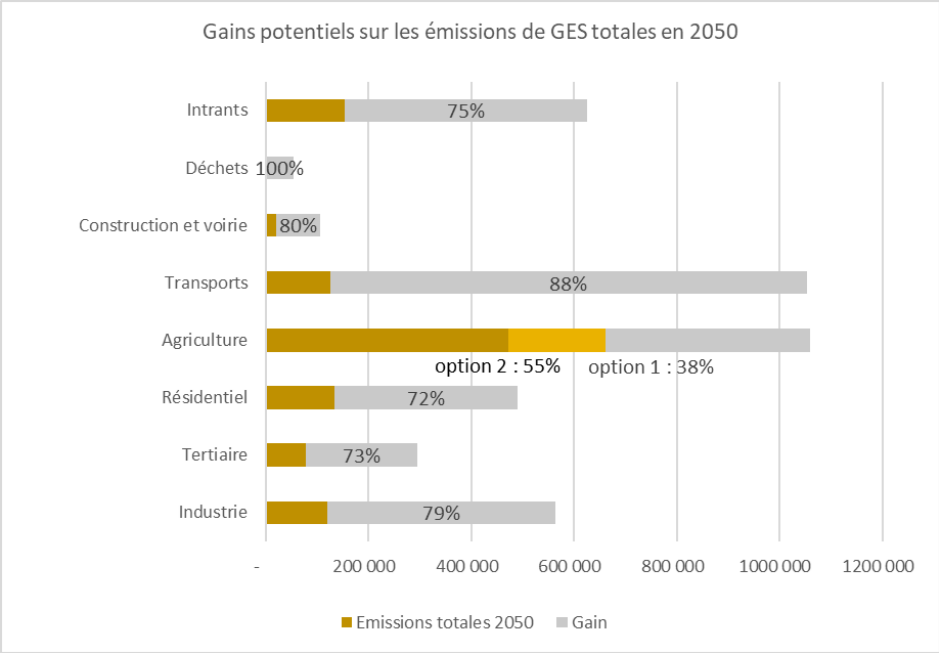


Figure 9 : Potentiels de réduction des émissions de GES totales

Si on regarde maintenant le potentiel de réduction des émissions totales (directes et indirectes), la baisse varie entre **66%** et **70%** selon si l'on maintient l'élevage ou non.

Sur le graphique précédent les émissions du secteur de l'industrie de l'énergie ne sont pas représentées car ces émissions augmenteront du fait de la très forte croissance du nombre de systèmes installés.
En 2050, les émissions totales de GES pourront représenter entre **1 261 300 et 1 451 600 Teq CO2** contre **4 254 600** aujourd'hui.

Potentiel de réduction des émissions de GES

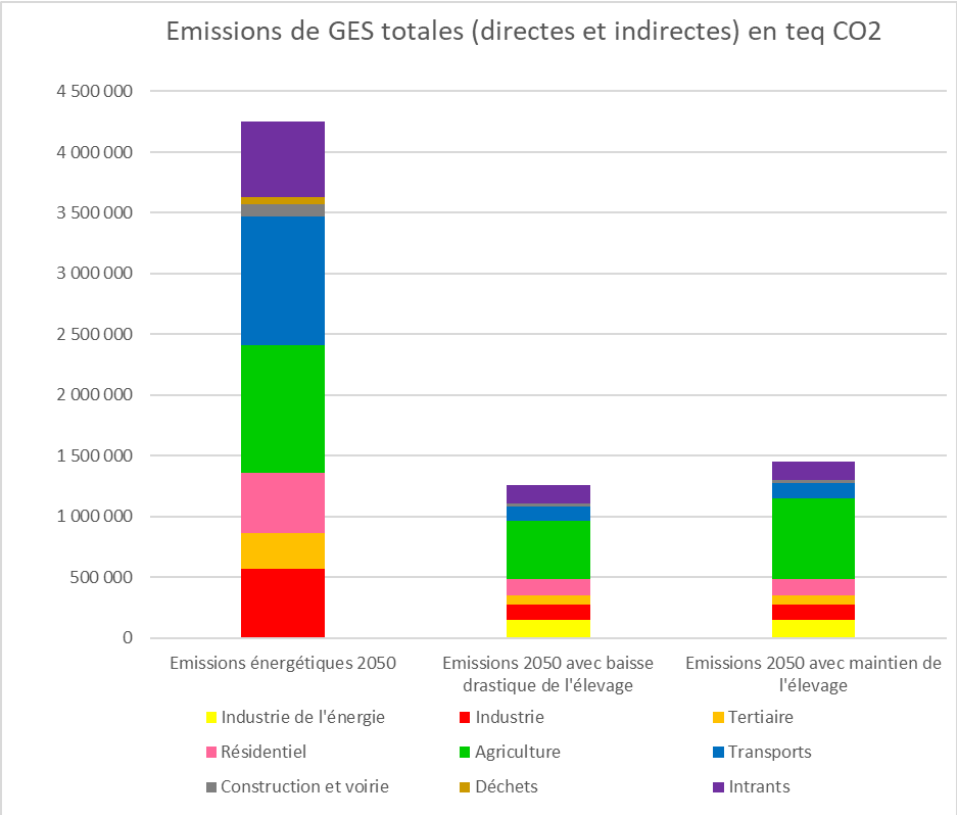
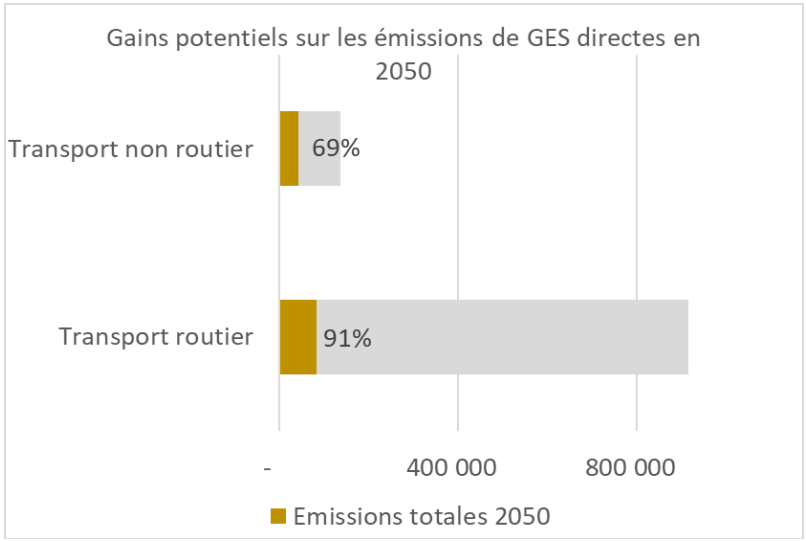


Figure 10 : Graphique des émissions totales de GES



Détail du secteur des transports

2 Potentiels de réduction des émissions de polluants

Introduction

Les potentiels de réduction des émissions énergétiques du territoire du Pôle Métropolitain du Grand Amiénois ont été déterminés à partir d'un scénario énergétique réalisé par les bureaux d'études AEC et Energie Demain lors de l'Etude de Planification Energétique (EPE) et ont été calculés en associant un facteur d'émission approprié (provenant de l'inventaire national des émissions et des projections nationales d'émissions réalisés par le Citepa) à chaque type d'énergie consommée émettrice.

Pour les secteurs « Transport Routier » et « Autres transports », les facteurs d'émission utilisés proviennent des projections nationales d'émissions (Scénario AMS - Avec Mesures Supplémentaires) et évoluent avec la nature prévue du parc routier et des réglementations. Pour les autres secteurs, les facteurs d'émission sont fixes et proviennent de la base de données OMINEA (édition 2020 - années 2012 et 2017) construite dans le cadre des inventaire nationaux d'émissions par le Citepa.

Si ces potentiels de réduction détaillés ci-dessous sont très importants, il est indispensable de prendre dès maintenant les actions nécessaires pour parvenir à les réaliser. Ces potentiels ne dépendent pas uniquement de la volonté du territoire mais également, entre autres, de celle des niveaux d'échelles territoriales plus importantes (le département ou la région), des grandes entreprises et des professionnels de chaque secteur, de l'Etat, des choix de vie et de consommation des individus. Le territoire doit donc identifier tous les domaines dans lesquels il peut avoir une marge d'action ou d'influence et les exploiter autant que possible dans son plan d'actions. Les actions qui sont envisagées doivent l'être en lien avec les territoires voisins et notamment avec le département et la région afin d'en assurer l'efficacité.

En parallèle, une part non négligeable des émissions de certaines substances est d'origine non énergétique. C'est notamment le cas pour le NH_3, les PM10 et les COVNM. Dans ce cadre et afin de réduire efficacement les émissions de polluants atmosphériques du territoire, des baisses devront également être observées sur ces postes d'émissions non énergétiques.

Polluants atmosphériques considérés

La liste des polluants atmosphériques à prendre en compte dans le cadre du diagnostic polluants atmosphériques est celle présentée dans l'arrêté du 4 août 2016.

- **Oxyde d'azote (Nox) :** ils contribuent à la production de particules fines secondaires. Les NO_X sont des irritants respiratoires et contribuent à l'acidification des milieux naturels. Les valeurs limites de qualité de l'air pour les NO_X sont régulièrement dépassées.

- **PM_{10} et $PM_{2,5}$:** ce sont les particules fines dont le diamètre est inférieur à 10 et 2,5 µm, respectivement. Les $PM_{2,5}$ pénètrent plus profondément dans l'appareil respiratoire. On distingue les particules fines primaires, émises directement par les sources naturelles ou anthropiques (industrie, chauffage, transport), des particules fines secondaires formées à la suite de réactions chimiques entre molécules dans l'air. Les particules fines secondaires se forment principalement dans la fraction $PM_{2,5}$.

- **Dioxyde de souffre (SO_2) :** il contribue à la production de particules fines secondaires. Le SO_2 est un irritant respiratoire et contribue à l'acidification des milieux naturels.

- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : il s'agit d'un précurseur de l'ozone, polluant problématique en France et d'une manière générale en Europe.

- **Ammoniac (NH_3) :** il contribue grandement à la pollution particulaire (émissions secondaires), en se combinant avec les NO_X ou le SO_2 pour former des nitrates d'ammonium ou des sulfates d'ammonium, composés particulaires appartenant aux $PM_{2,5}$.

2.1 Emissions énergétiques atmosphériques

Les émissions énergétiques ne représentent qu'une partie des rejets totaux d'un territoire, les émissions non énergétiques de certaines substances pouvant être conséquentes (c'est le cas entre autres du NH_3 et des COVNM). La diminution de ces dernières nécessite la mise en place de mesures dissociées de la consommation énergétique (la réduction d'emploi de solvants ou la mise en place de mesures agroécologiques par exemple). Le tableau ci-dessous résume la part des émissions énergétiques dans les rejets totaux de la France pour l'année 2018[2].

	SO_2	NO_x	NH_3	COVNM	PM_{10}	$PM_{2,5}$
Emissions énergétiques (en %)	60%	94%	5%	45%	41%	63%

Tableau 5 : Part des émissions énergétiques des polluants en France en 2018 - Citepa

2.1.1 Hypothèses de calculs

L'estimation des émissions d'un PCAET se base sur une approche "émissions à la source". L'hypothèse retenue ne considère pas les consommations électriques et de chaleur renouvelable (solaire thermique, déchets, etc.) et donc les émissions associées car elles ont lieu sur le site de production de l'énergie et non sur le site de consommation.
Pour chaque secteur, les facteurs d'émission utilisés pour l'année de référence sont ceux de l'année 2012 et les facteurs d'émission utilisés pour l'horizon 2050 sont ceux de la dernière année inventoriée disponible, à savoir 2017.

- **Agriculture**

Les combustibles gazeux principalement utilisés pour le secteur agriculture sont le gaz naturel et le gaz de pétrole liquéfié (GPL). Ainsi, les facteurs d'émission (FE) retenus pour l'utilisation des combustibles gazeux ont été construits à partir des FE utilisés pour les chaudières de petite puissance du secteur agriculture disponibles dans la BDD OMINEA du Citepa et au regard du mix énergétique français des combustibles gazeux du secteur agriculture.
L'hypothèse retenue considère la totalité des produits pétroliers utilisés dans le secteur agriculture comme du gazole. Les facteurs d'émission retenus pour la combustion du gazole sont ceux appliqués pour les échappements moteurs dans le secteur de l'agriculture de la BDD OMINEA du Citepa.

[2] Citepa, juin 2020. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten.

L'hypothèse formulée considère la totalité des combustibles biomasse comme du bois et assimilé. Les facteurs d'émission retenus pour la combustion du bois et assimilé sont ceux appliqués pour les chaudières de petite puissance dans le secteur de l'agriculture de la BDD OMINEA du Citepa. Faute de facteur d'émission disponible pour l'ammoniac, le choix qui a été retenu est d'utiliser le FE de l'ammoniac appliqué pour les chaudières de petite puissance du secteur tertiaire.

- **Tertiaire**

Les facteurs d'émission retenus pour l'utilisation de combustibles gazeux sont ceux appliqués pour la combustion de gaz naturel pour les chaudières de petite puissance du secteur tertiaire.
Pour la catégorie produits pétroliers et charbon, les combustibles principalement utilisés sont le fioul domestique, le fioul lourd, le gazole et le charbon. Ainsi, les facteurs d'émission retenus pour l'utilisation des produits pétroliers et du charbon ont été construits à partir des FE utilisés pour les chaudières de petite puissance du secteur tertiaire disponibles dans la BDD OMINEA du Citepa et au regard du mix énergétique français de ces combustibles pour le secteur tertiaire.
L'hypothèse formulée considère la totalité des combustibles biomasse comme du bois et assimilé. Les facteurs d'émission retenus pour la combustion du bois et assimilé sont ceux appliqués pour les chaudières de petite puissance dans le secteur tertiaire dans la BDD OMINEA du Citepa.

- **Transport routier**

Le transport routier a été considéré comme un bloc homogène et un facteur d'émission unique (englobant l'ensembles des véhicules routiers) a été utilisé par année et par polluant. Les FE des différents types de véhicules comptabilisés dans ce secteur sont issus des projections nationales AMS (Avec Mesures Supplémentaires). Ces FE sont construits au regard du parc routier estimé pour chacune des dates de projections, à savoir 2030 et 2050. Pour les COVNM, les facteurs d'émission ont été construits en prenant en compte la combustion et l'évaporation des combustibles. Pour les particules, les facteurs d'émission ont été construits en prenant en compte uniquement la combustion des carburants (exclusion des émissions liées à l'abrasion des plaquettes de freins et des pneus).

- **Autres transports**

Les transports ferroviaire, aérien, maritime et fluvial sont comptabilisés dans ce secteur. Les FE ont été construits à partir des travaux effectués par le Citepa pour la projection nationale AMS.
Les carburants principalement utilisés pour le transport maritime sont le fioul lourd et le fioul domestique.
Le carburant principalement utilisé pour le transport aérien est le kérosène.
Le carburant principalement utilisé pour le transport ferroviaire est le gazole.
Le carburant principalement utilisé pour le transport fluvial sont le gazole et l'essence.
Les facteurs d'émission retenus pour l'utilisation de biogaz pour l'ensemble de ces transports ont été réalisés à partir des travaux effectués par le Citepa pour la projection nationale AMS. Les FE appliqués au biogaz sont ceux appliqués au gaz naturel.

- **Industrie**

L'hypothèse retenue considère la totalité des combustibles gazeux comme du gaz naturel. Ainsi, les facteurs d'émission retenus pour la combustion du gaz naturel ont été construits à l'aide des FE appliqués aux chaudières industrielles de petite, moyenne et grande puissances disponibles dans la BDD OMINEA du Citepa.
Pour la catégorie produits pétroliers et charbon les combustibles principalement utilisés sont le fioul domestique, le fioul lourd et le charbon. Ainsi, les facteurs d'émission retenus pour l'utilisation des produits pétroliers et du charbon ont été construits à partir des FE utilisés pour les chaudières industrielles de petite, moyenne et grande puissances disponibles dans la BDD OMINEA du Citepa et au regard du mix énergétique français de ces combustibles pour le secteur industrie.
Le combustible biomasse principalement utilisé dans l'industrie est le bois et assimilés. Ainsi, les facteurs d'émission retenus pour l'utilisation de la biomasse ont été construits à partir des FE utilisés pour les chaudières industrielles de petite, moyenne et grande puissances disponibles dans la BDD OMINEA du Citepa et au regard du mix énergétique français de ces combustibles pour le secteur industrie.

- **Déchets**

Les facteurs d'émission retenus pour le secteur déchets correspondent aux facteurs d'émission appliqués aux chaudières industrielles.
L'hypothèse retenue considère la totalité des combustibles gazeux utilisés dans le secteur déchets comme du gaz naturel. Ainsi, le FE utilisé est celui appliqué pour la combustion du gaz naturel pour les chaudières de petite puissance disponibles dans la BDD OMINEA du Citepa.
L'hypothèse retenue considère la totalité des produits pétroliers utilisés dans le secteur déchets comme du fioul domestique. Les facteurs d'émission retenus pour la combustion de fioul domestique sont ceux appliqués pour les chaudières de petite puissance disponible dans la BDD OMINEA du Citepa.
L'hypothèse formulée considère la totalité des combustibles biomasse comme du bois et assimilé. Les facteurs d'émission retenus pour la combustion du bois et assimilé sont ceux appliqués pour les chaudières de petite puissance dans la BDD OMINEA du Citepa.

- **Résidentiel**

L'hypothèse retenue considère la totalité des combustibles gazeux utilisés dans le secteur résidentiel comme du gaz naturel. Ainsi, le FE utilisé est celui appliqué pour la combustion du gaz naturel pour les chaudières de petite puissance disponibles dans la BDD OMINEA du Citepa.
L'hypothèse retenue considère la totalité des produits pétroliers utilisés dans le secteur résidentiel comme du fioul domestique. Les facteurs d'émission retenus pour la combustion de fioul domestique sont ceux appliqués pour les chaudières de petite puissance disponible dans la BDD OMINEA du Citepa.
L'hypothèse formulée considère la totalité des combustibles biomasse comme du bois et assimilé. Les facteurs d'émission retenus pour la combustion du bois et assimilé sont ceux appliqués pour les chaudières de petite puissance dans le secteur résidentiel dans la BDD OMINEA du Citepa.

2.1.2 Potentiel maximum de réduction des émissions énergétiques de polluants atmosphériques

Dioxyde de soufre (SO_2)

Les émissions de SO_2 énergétiques proviennent essentiellement des processus de combustion des combustibles, principalement de leur teneur en soufre plus ou moins importante. Au cours de la combustion, le soufre contenu dans les combustibles est oxydé par l'oxygène de l'air. Le scénario énergétique ayant servi à la construction des potentiels de réduction fait état d'une diminution de la consommation de ces combustibles sur l'ensemble des secteurs à l'exception du secteur des autres transports pour lequel une augmentation de la consommation est estimée entre 2012 et 2030. Cette tendance à la baisse se traduit par une baisse des émissions de SO_2 à l'horizon 2050 pour l'ensemble des secteurs y compris pour celui des autres transports, la diminution du taux de soufre dans les combustibles de ce secteur compensant la hausse estimée de la consommation.

Ainsi une baisse de 100% des rejets de SO2 issus du traitement des déchets est estimée entre 2012 et 2030 avant de se stabiliser entre 2030 et 2050. C'est le secteur dont les rejets de SO_2 sont les plus réduits en proportion sur la période 2012 – 2050. A l'inverse le secteur agricole est celui dont les rejets de SO_2 devraient le moins diminuer, -15% en 2030 et -30% en 2050. C'est aussi le secteur pour lequel la diminution de l'utilisation des combustibles fossiles est la moins marquée.

Enfin sur l'ensemble des secteurs une baisse des rejets de 44% est estimée pour 2030 et de 70% en 2050. Ce sont les secteurs industriel, résidentiel et tertiaire qui contribuent le plus à cette baisse (en valeur absolue) et plus particulièrement la baisse des consommations de combustibles fossiles liquides et solides au sein de ces secteurs.

SO_2	Evolution (en %)		
Secteur réglementaire	2012	2030	2050
Agriculture	0%	-15%	-30%
Tertiaire	0%	-20%	-65%
Transport routier	0%	-32%	-72%
Autres transports	0%	-23%	-73%
Industrie	0%	-52%	-69%
Déchets et eaux usées	0%	-100%	-100%
Résidentiel	0%	-23%	-65%
TOTAL	**0%**	**-44%**	**-70%**

Tableau 6 : Evolution des émissions énergétiques de SO_2 sur le territoire du PMGA sur la période 2012 - 2050.

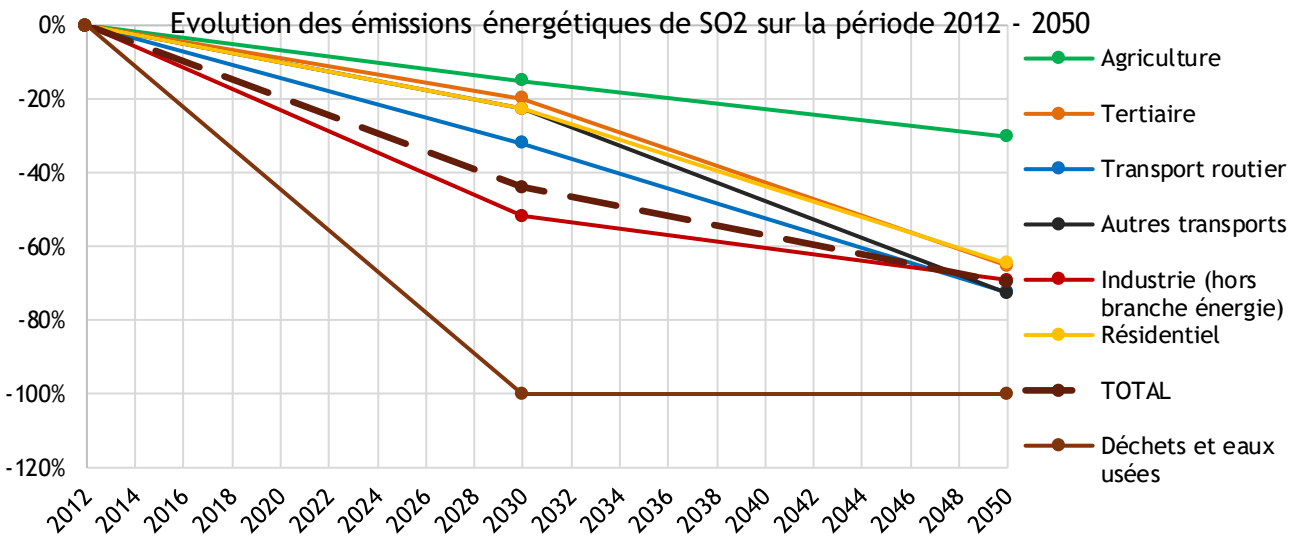


Figure 11 : Evolution des émissions énergétiques de SO2 sur la période 2012 – 2050.

Oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote sont produits par la combustion, par les procédés industriels, par l'activité biologique des sols et par l'activité électrique de la foudre. La dénomination NO_x regroupe deux espèces chimiques, le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO_2. Ce sont des composés très réactifs qui sont au centre de la chimie atmosphérique au travers du rôle essentiel qu'ils jouent dans la formation photochimique de l'ozone troposphérique et dans la formation de particules secondaires (nitrates).

Le scénario énergétique ayant permis l'élaboration des estimations des potentiels maximum de réduction du PMGA entraîne une réduction des émissions totales énergétiques du territoire de 60% à l'horizon 2030 et de 78% en 2050. La réduction des consommations de carburants fossiles des transports routiers au bénéfice du gaz et de l'électricité est la principale cause de cette baisse (en valeur absolue).

Le secteur du traitement des déchets est le secteur qui voit ses émissions le plus diminuer entre 2012 et 2050 (-100%) mais il n'est responsable que d'une faible part des rejets totaux, et à l'inverse le secteur agricole est celui qui voit ses émissions le moins diminuer (-15% en 2030 et -30% en 2050).

Le secteur des autres transports est le seul pour lequel les émissions énergétiques de NO_x augmentent entre 2012 et 2030. Cette hausse s'explique par une augmentation de la consommation de carburants fossiles sur la période.

NO_X	Evolution (en %)		
Secteur réglementaire	**2012**	**2030**	**2050**
Agriculture	0%	-53%	-61%
Tertiaire	0%	-23%	-67%
Transport routier	0%	-72%	-85%
Autres transports	0%	18%	-54%
Industrie	0%	-48%	-67%
Déchets et eaux usées	0%	-100%	-100%
Résidentiel	0%	-28%	-67%
TOTAL	**0%**	**-60%**	**-78%**

Tableau 7 : Evolution des émissions énergétiques de NO_x sur le territoire du PMGA sur la période 2012 - 2050.

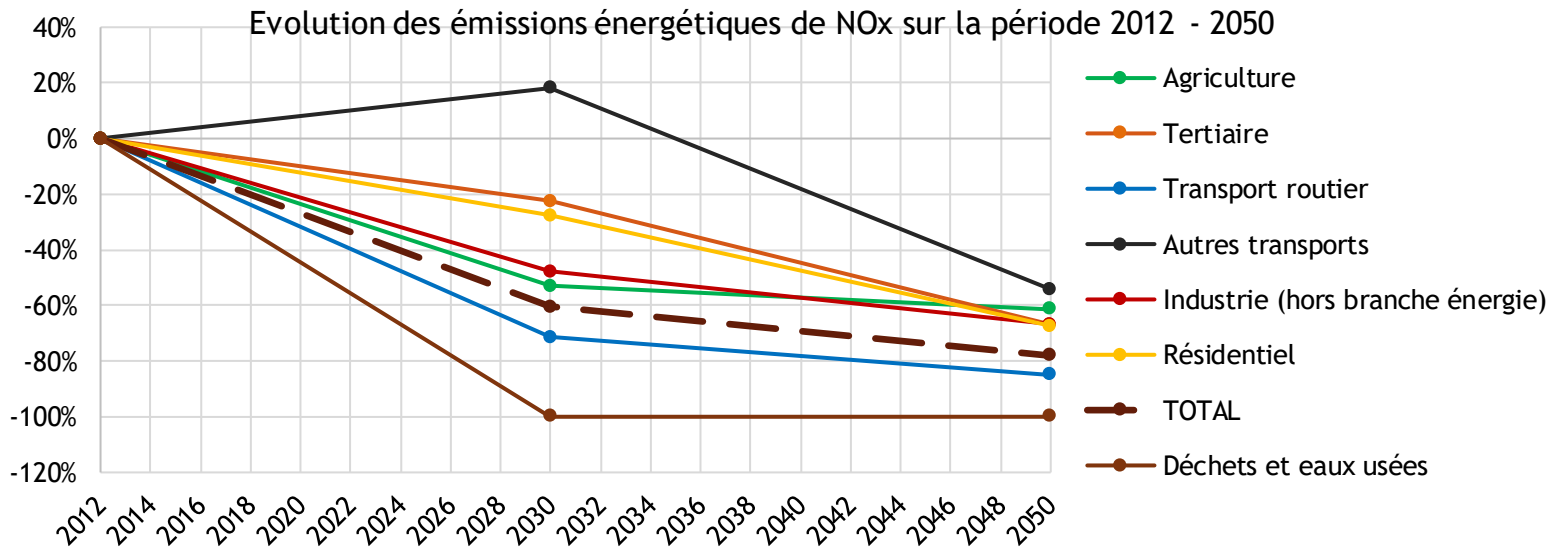


Figure 12 : Evolution des émissions énergétiques de NOx sur la période 2012 – 2050.

Ammoniac (NH_3)

Les rejets de NH_3 proviennent principalement de l'utilisation d'engrais dans l'agriculture, et de la gestion des effluents d'élevage. A ce titre, les réductions d'émissions associées aux transformations des politiques énergétiques du territoire sont minimes et des actions complémentaires (non associées à la combustion) doivent être envisagées pour réduire les rejets de NH_3 de façon plus conséquente. Cependant, une faible part des émissions d'ammoniac est issue de la combustion de la biomasse et des combustibles fossiles. Sa solubilité élevée fait de lui un acteur important dans l'acidification et l'eutrophisation (surabondance d'éléments nutritifs azotés) des écosystèmes.

La baisse des rejets énergétiques totaux du territoire est estimée à 30% en 2030 et 72% en 2050. Celle-ci est principalement associée à une diminution de la consommation de bois dans le secteur résidentiel et de la consommation de produits pétroliers du transport routier.

Le secteur du transport routier est le secteur qui voit ses émissions énergétiques le plus baisser entre 2012 et 2050 (-96%) et les autres transports celui qui voit ses rejets les moins diminués (avec une hausse estimée de 47% entre 2012 et 2030).

Ces calculs ne sont pas du tout représentatifs des potentiels de réduction totaux des émissions de NH_3 du territoire qui proviennent très majoritairement des émissions non énergétiques du secteur agricole (épandage d'engrais et déjections des animaux d'élevage). A titre indicatif, les émissions non énergétiques de NH_3 représentaient 95% des émissions totales de NH_3 en France en 2018.[3]

NH_3	Evolution (en %)		
Secteur réglementaire	**2012**	**2030**	**2050**
Agriculture	0%	-15%	-30%
Tertiaire			
Transport routier	0%	-55%	-96%
Autres transports	0%	47%	-21%
Industrie	0%	-30%	-56%
Déchets et eaux usées			
Résidentiel	0%	-23%	-64%
TOTAL	**0%**	**-30%**	**-72%**

[3] Citepa, juin 2020. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten.

Tableau 8 : Evolution des émissions énergétiques de NH_3 sur le territoire du PMGA sur la période 2012 - 2050.

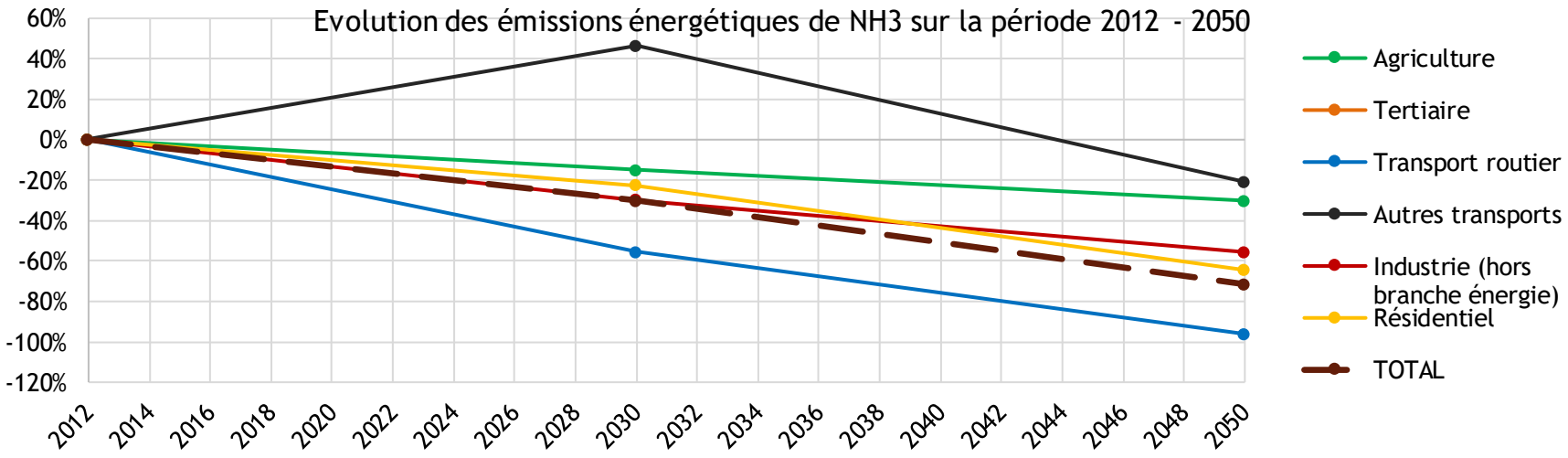


Figure 13 : Evolution des émissions énergétiques de NH3 sur la période 2012 - 2050.

Composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM)

Les composés organiques volatils non méthaniques sont des espèces gazeuses qui regroupent un grand nombre de composés contenant du carbone et de l'hydrogène (hydrocarbures), de l'oxygène dans les cas des composés oxygénés, du chlore, du fluor, de l'azote. Les COVNM sont issus des phénomènes de combustion, de l'usage des solvants organiques dans de nombreux produits industriels ou domestiques (peintures, encres, colles…). Ils sont aussi émis par évaporation de matières organiques.

Comme pour les émissions d'ammoniac, la baisse des rejets énergétiques totaux est principalement liée à la baisse de consommation de bois dans le secteur résidentiel et à la baisse de la consommation de produits pétroliers des transports routiers.

Le secteur qui présente la réduction de ses rejets la plus importante en 2030 et en 2050 est le secteur des déchets (-100%) et à l'inverse le secteur des autres transports présente une augmentation des émissions de 30% en 2030 avant de diminuer pour 2050 (-50%).

Ces calculs ne sont pas entièrement représentatifs des potentiels de réduction totaux des émissions de COVNM du territoire qui proviennent également des émissions non énergétiques des secteurs résidentiel et industriel. A titre indicatif, les émissions non énergétiques de COVNM représentaient 65% des émissions totales de COVNM en France en 2018[4].

Tableau 9 : Evolution des émissions énergétiques de COVNM sur le territoire du PMGA sur la période 2012 - 2050.

COVNM	Evolution (en %)		
Secteur réglementaire	**2012**	**2030**	**2050**
Agriculture	0%	-53%	-62%
Tertiaire	0%	-25%	-67%
Transport routier	0%	-73%	-93%
Autres transports	0%	30%	-50%
Industrie	0%	-34%	-58%
Déchets et eaux usées	0%	-100%	-100%
Résidentiel	0%	-34%	-70%
TOTAL	**0%**	**-48%**	**-77%**

[4] Citepa, juin 2020. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten

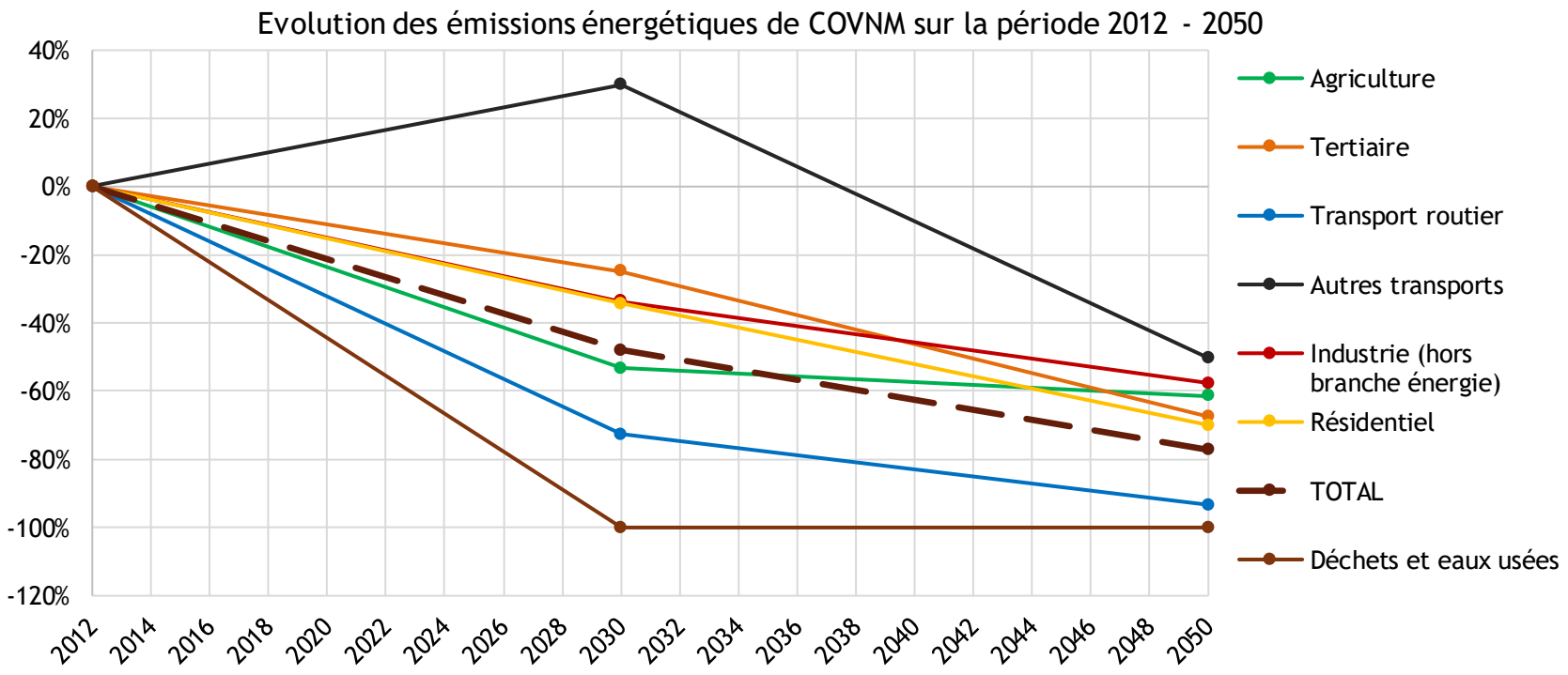


Figure 14 : Evolution des émissions énergétiques de COVNM sur la période 2012 - 2050.

Particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$)

Les profils de réduction estimée des rejets énergétiques de particules PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont très similaires. Les rejets totaux de PM_{10} baissent de 72% en 2030 et de 85% en 2050 tandis que ceux de $PM_{2,5}$ baissant respectivement de 74% et 87% en 2030 et 2050. Entre 2012 et 2030 ce sont les secteurs de l'agriculture et du transport routier qui contribuent le plus à la baisse des émissions de particules. Entre 2030 et 2050, les secteurs agricole, résidentiel, industriel et des transports contribuent significativement à la diminution globale.

De la même façon que pour les émissions de SO_2, de NO_x et de COVNM, le secteur des déchets est celui qui voit ses émissions énergétiques de particules les plus réduites (-100%). A l'inverse les rejets des autres transports à l'horizon 2030 sont estimées à la hausse (17%) avant de baisser drastiquement (-56% par rapport à 2012).

Tableau 10 : Evolution des émissions énergétiques de PM_{10} sur le territoire du PMGA sur la période 2012 - 2050.

PM_{10}	Evolution (en %)		
Secteur réglementaire	**2012**	**2030**	**2050**
Agriculture	0%	-65%	-72%
Tertiaire	0%	-18%	-65%
Transport routier	0%	-93%	-100%
Autres transports	0%	17%	-56%
Industrie	0%	-24%	-51%
Déchets et eaux usées	0%	-100%	-100%
Résidentiel	0%	-24%	-66%
TOTAL	**0%**	**-72%**	**-85%**

Tableau 11 : Evolution des émissions énergétiques de $PM_{2,5}$ sur le territoire du PMGA sur la période 2012 - 2050

$PM_{2,5}$	Evolution (en %)		
Secteur réglementaire	**2012**	**2030**	**2050**
Agriculture	0%	-65%	-72%
Tertiaire	0%	-20%	-65%
Transport routier	0%	-93%	-100%
Autres transports	0%	17%	-56%
Industrie	0%	-27%	-53%
Déchets et eaux usées	0%	-100%	-100%
Résidentiel	0%	-24%	-66%
TOTAL	**0%**	**-74%**	**-87%**

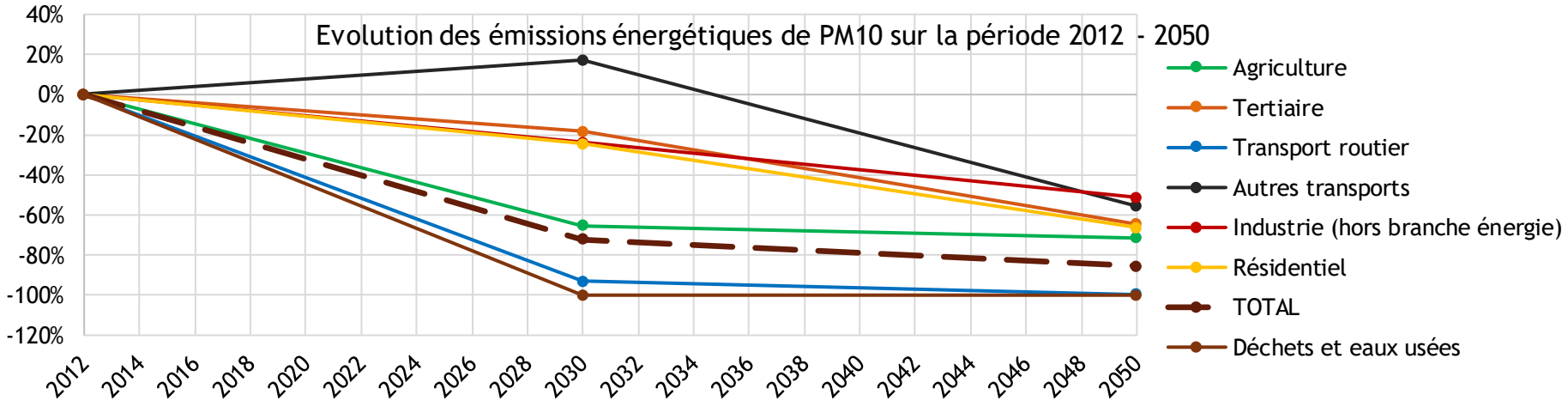


Figure 15 : Evolution des émissions énergétiques de PM10 sur la période 2012 – 2050.

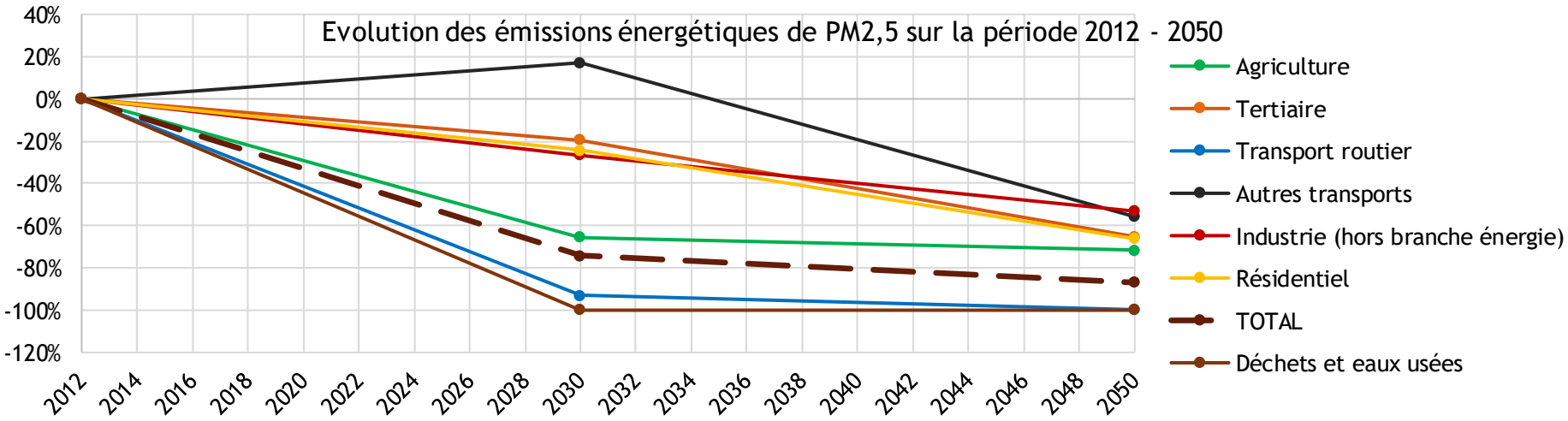


Figure 16 : Evolution des émissions énergétiques de PM2,5 sur la période 2012 – 2050.

2.2 Potentiel de réduction des émissions non-énergétiques

En parallèle, et comme indiqué plus haut, une part non négligeable des émissions de certaines substances est d'origine non énergétique. C'est notamment le cas pour le NH3, les PM10 et les COVNM. Dans ce cadre et afin de réduire efficacement les émissions du territoire, des baisses devront également être observées sur ces postes d'émissions non énergétiques.

Ammoniac (NH_3)

A l'échelle du PMGA comme à l'échelle nationale, le NH_3 est un polluant presque exclusivement d'origine agricole, et plus spécifiquement associé à des pratiques d'élevages et de cultures. La volatilisation de l'ammoniac en agriculture est un processus de surface. Elle correspond à l'émission dans l'air d'ammoniac gazeux (NH_3) issu de l'ion ammonium (NH_4^+), contenu dans le produit émetteur, ou dans la solution du sol. Cette volatilisation a lieu généralement suite aux apports d'engrais azotés organiques (déjections animales (et principalement des bovins), boues, composts, etc.), et minéraux, contenant de l'azote uréique (précurseur de l'ammonium) ou ammoniacal (NH_4^+). Les principaux facteurs influençant la volatilisation de l'ammoniac sont la quantité d'azote ammoniacal contenue dans le produit, la surface de contact entre le produit et l'air, le pH du produit, les conditions pédoclimatiques et météorologiques (température, vent, précipitation, pH du sol) au moment de l'apport ou encore la capacité d'absorption par la culture. Si l'on considère la fertilisation azotée d'une parcelle, cette pollution est particulièrement préjudiciable pour l'agriculteur car l'azote perdu par volatilisation est autant d'azote qui ne sera pas utilisé pour la croissance des plantes, entrainant une baisse de l'efficacité des apports de produits azotés. Minimiser les pertes ammoniacales est donc une stratégie gagnant-gagnant pour l'agriculteur.

Des progrès ont déjà été accomplis par le secteur et peuvent être prolongés, par exemple au niveau de l'alimentation animale avec l'ajustement des apports protéiques dans les rations, au niveau du bâtiment avec la mise en place de laveurs d'air, au niveau du stockage par la couverture de fosses et au niveau de l'épandage avec l'utilisation de matériels moins émissifs. En particulier, il est indiqué dans le PRÉPA qu'un plan d'actions serait mis en place à l'échelle nationale pour assurer l'utilisation de matériels moins émissifs (pendillards, injecteurs) ou l'enfouissement des effluents, dans des délais adaptés, en distinguant les différents types d'effluents et leurs caractéristiques, ainsi que la nature et la taille des élevages, dans la perspective de supprimer l'utilisation des matériels les plus émissifs d'ici 2025. Les travaux relatifs à ce plan d'actions ont été lancés fin novembre 2019 par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation et par le ministère de la Transition Écologique, en s'appuyant sur le groupe de concertation « gestion des éléments nutritifs et émissions vers le milieu » (GENEM). A noter que selon les techniques mises en place, les coûts associés peuvent être très importants. De tels investissements peuvent à l'heure actuelle être soutenus par le biais de plans de compétitivité et d'adaptation des exploitations agricoles (PCAE). En parallèle, la réduction de la taille du cheptel bovin permettrait une réduction des émissions de NH_3 associées à la gestion de leurs déjections.

Composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM)

Comme pour l'ammoniac, les émissions non énergétiques de COVNM proviennent en majorité du secteur agricole. Celles-ci proviennent principalement de la gestion du fumier, des entrepôts d'ensilage (fermentation des fourrages), mais aussi du fonctionnement biologique des cultures (émissions attirant les insectes pollinisateurs par exemple). Comme précédemment indiqué, la réduction de la taille du cheptel bovin permettrait une réduction des émissions de COVNM associées à la gestion de leurs déjections.

En parallèle, à l'échelle du PMGA, l'industrie manufacturière constitue également une source importante de COVNM non énergétiques. Celles-ci sont principalement réparties entre les industries agro-alimentaires, les industries de la chimie et les industries autres (elles représentent ensemble près de 60% des émissions non énergétiques de l'industrie manufacturière). Les émissions non énergétiques de COVNM de la CA Amiens Métropole sont les plus représentées dans le total non énergétique du territoire, soit 45%. Les émissions de COVNM provenant de l'industrie peuvent être fugitives ou canalisées (émissions par un conduit) et proviennent essentiellement de l'utilisation de solvants ou de procédés de production dans l'industrie chimique. La réduction des émissions non énergétiques de COVNM doit passer par une minimisation des émissions fugitives et par l'utilisation des meilleures techniques disponibles (MTD ou BAT AEL en anglais) issues des documents BREFs de chaque filière concernant les émissions canalisées.

Comme pour les 2 substances citées précédemment, les rejets non énergétiques de PM10 sont grandement issus du secteur agriculture. Celles-ci proviennent principalement des activités liées aux cultures (labours, moissons) et de la remise en suspension des particules. Vient ensuite la gestion des animaux en bâtiment, pour laquelle les émissions de particules dépendent principalement de l'activité des animaux, du type d'aliment distribué, du type de litière et du système de ventilation. C'est le cheptel volailles qui endosse la responsabilité de la majorité des émissions en élevage. La baisse des émissions non énergétiques associées à ce secteur doit passer par une modification des pratiques en maximisant celles les moins émettrices de particules PM10 et par une réduction éventuelle du cheptel de volailles. Ces baissent impacteront également les émissions de PM2.5 pour des raisons similaires. En revanche ces dernières sont majoritairement issues de la combustion.

Dioxyde de soufre (SO_2) et oxydes d'azote (NO_x)

Enfin, les émissions de SO_2 et de NO_x sont très peu engendrées par des procédés non énergétiques sur le territoire du PMGA. Ce sont des polluants traceurs de la combustion plus que des procédés non énergétiques. Les mesures mises en place dans le cadre de la réduction des émissions énergétiques seront donc les principales voies de réduction de ces substances.

3 Potentiel d'amélioration de la séquestration du carbone

3.1 Les potentiels de stockage dans les espaces agricoles et forestiers

3.1.1 Les leviers d'action

Stockage dans les sols agricoles

Le stockage dans les sols agricoles du territoire pourrait être amélioré par des changements de pratiques culturales, sur les prairies comme sur les grandes cultures.

On peut citer par exemple les actions suivantes1 :

- Développer les techniques culturales sans labour susceptibles de stocker du carbone dans les sols. L'abandon du labour, en évitant la perturbation des agrégats du sol qui protègent la matière organique, ralentit sa décomposition et sa minéralisation, et accroît donc le stockage. Cette suppression d'une opération culturale forte consommatrice de carburant fossile permet en outre une baisse des émissions de CO2.
- Implanter davantage de couverts dans les systèmes de culture pour stocker du carbone dans les sols (et limiter les émissions de N2O). Il s'agit d'étendre ou de généraliser : les cultures intermédiaires (semées entre deux cultures de vente) en grande culture ; les bandes enherbées en périphérie de parcelles.
- Développer l'agroforesterie (lignes d'arbres implantées dans des parcelles cultivées ou les prairies) et les haies (en périphérie des parcelles) pour favoriser le stockage de carbone dans le sol et la biomasse végétale.
- Optimiser la gestion des prairies pour favoriser le stockage de carbone mais aussi réduire les émissions de N2O et de CH4 liées à la fertilisation minérale et aux déjections des animaux. Les voies envisagées sont : allonger la saison de pâturage pour réduire la part des déjections émises en bâtiment et donc les émissions de N2O et CH4 associées ; accroître la durée de vie des prairies temporaires, pour différer leur retournement qui accélère le déstockage du carbone par dégradation des matières organiques du sol ; réduire la fertilisation des prairies les plus intensives ; intensifier modérément les prairies permanentes les plus extensives (landes…) en augmentant le chargement animal pour accroître la production végétale et donc le stockage de carbone.

Le schéma ci-dessous met en évidence les impacts potentiels des pratiques agricoles sur le stockage du carbone.

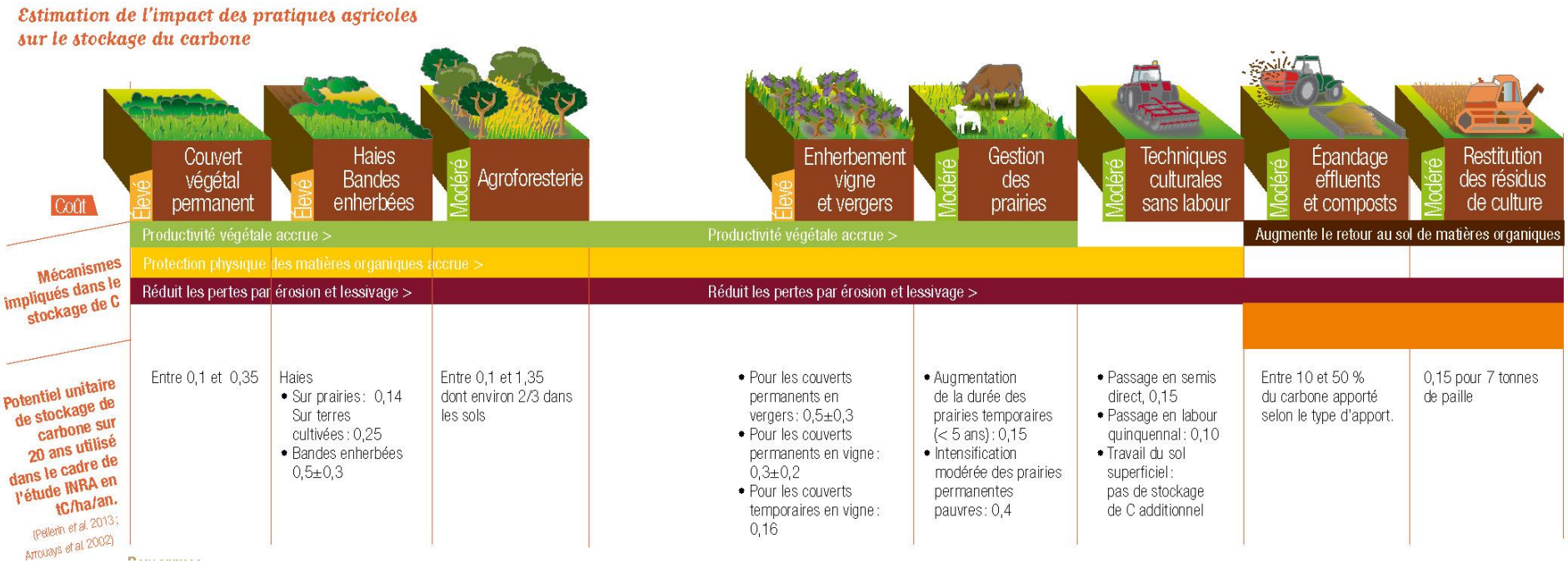


Figure 17 : estimation de l'impact des pratiques agricoles sur le stockage du carbone (source Ademe)

Stockage dans la biomasse et les sols boisés

Le potentiel de production et d'utilisation de biomasse est abordé dans le chapitre sur les énergies renouvelables.
La séquestration du carbone grâce à la construction écologique à base de biomasse locale pourrait être amplifiée grâce à des politiques volontaristes de construction en biomatériaux. Pour la construction en bois, il faudra veiller à ne pas augmenter le taux d'exploitation global de la forêt au risque d'entraîner un déstockage dans la biomasse (si l'exploitation est supérieure au taux d'accroissement annuel).
La replantation de haies permettrait d'augmenter la taille du « réservoir haies ».
Concernant les sols forestiers, le potentiel de développement sera lié aux pratiques forestières et au respect de la cohérence écologique (à l'image des trames vertes et bleues).

3.1.2 Le potentiel de stockage

Dans le cadre de l'étude Climagri sur les émissions de GES agricoles, un scénario volontariste a été défini. Comme expliqué dans la partie « potentiels de réduction des émissions de GES », ce scénario a visé en priorité l'adaptation du territoire au changement climatique, et inclut un gros volet sur le stockage de carbone.
Ce scénario prévoit notamment un reboisement important des espaces agricoles : replantation massive de haies, développement de l'agroforesterie en prairies et grandes cultures.
Les principales hypothèses concernant le stockage du carbone sont les suivantes :

- 1,5% à 5% de la SAU reboisés
- 5% des surfaces en agroforesterie
- Modification des pratiques culturales avec amélioration du stockage dans les sols
- Déploiement de couverts végétaux en interculture

La principale incertitude porte sur la capacité de stockage annuel dans les sols, qui n'est pas connu à ce stade, et dépendra de la mise en place des pratiques agricoles et forestières, mais aussi des conditions météorologiques.
Le potentiel a été estimé sur la base de l'initiative « 4 pour 1000 » qui considère qu'on pourrait amener grâce aux évolutions des pratiques culturales les sols à augmenter leur taux de carbone de 0,4% par an.
Sur cette base, et **en utilisant l'outil Climagri,** on atteindrait sur le territoire une multiplication par 2 du stockage du carbone dans les sols agricoles et la biomasse.
Le tableau page suivante présente l'évolution des flux estimés.
On constate ainsi dans ce scénario une très forte augmentation du stockage dans les sols cultivés, avec une multiplication par 70 du stockage annuel.

Le déploiement des haies et de l'agroforesterie permettra aussi une augmentation forte du stockage de carbone, non seulement dans la biomasse, mais aussi dans les sols.

	2016	2050
Stockage additionnel annuel (ou déstockage) dans les sols et la biomasse aérienne forestière	**T eq. CO2/an**	**T eq. CO2/an**
Sols	**1 206**	**159 444**
Cultures annuelles	1 206	87 301
Prairies >30ans (hors prairie naturelle peu productives, parcours, alpages)	0	0
Prairies <30ans	0	18 393
Forêt	0	0
Haies Agroforesterie	0	14 899
CIPAN	0	38 851
Biomasse aérienne (forêts + haies)	**349 443**	**441 048**
Forêt	349 443	389 619
Haies et Agroforesterie	0	51 429
Total	**350 650**	**600 492**

Déstockage annuel par prélèvement de bois	**Mt eq. CO2/an**	**Mt eq. CO2/an**
Forêt	-136 282,85	-144 117,07
Haies et Agroforesterie	0,00	-15 428,84
TOTAL	**-136 282,85**	**-159 545,91**

TOTAL du Bilan CLIMAGRI pour le stockage annuel	**Mt eq. CO2/an**	**Mt eq. CO2/an**
	214 366,71	**440 946,48**

Tableau 12 : Evolution des variations de stockage estimées entre 2016 et 2050

3.2 Les potentiels de stockage dans les espaces urbanisés

3.2.1 Les leviers d'actions

Ralentissement de l'artificialisation des terres et maîtrise de l'occupation du sol

Enjeu majeur dans le cadre du maintien des stocks de carbone dans les sols, la lutte contre l'artificialisation des terres s'inscrit dans une problématique bien plus large : lutte contre les inondations, protection de la biodiversité, adaptation au changement climatique…
L'artificialisation, et en particulier l'imperméabilisation des sols, conduit à une perte de matières organiques et des fonctions des sols, très difficilement voire non réversibles.
La mise en culture d'une prairie conduit au déstockage du carbone du sol alors que le boisement de terres cultivées provoque un stockage.
Dans tous les cas, la préservation des stocks de carbone dans les sols français et du rôle de puits de carbone de certains écosystèmes passe par la protection des milieux naturels et la conservation des prairies dans les systèmes d'élevage.
Au niveau agricole, des mesures agro-environnementales incitent à ne pas retourner les prairies au bout de cinq ans. Les Safer peuvent aussi intervenir pour préempter des terres menacées d'artificialisation.
D'autres leviers réglementaires sont prévus dans le code de l'urbanisme, le Code rural et le Code de l'environnement ou dans le cadre de la loi ALUR. Ils impliquent différents mécanismes comme le zonage de protection, la préemption ou les normes de densification urbaine.

3.2.2 Les potentiels de stockage

Les hypothèses prises dans ce scénario dans les suivantes :

- Arrêt total du déstockage par urbanisation
- Multiplication par 20 du stockage de carbone dans les espaces artificiels végétalisés : revégétations de la ville, désimperméabilisassions, reboisement, transformation des espaces verts…
- Multiplication par 20 de la construction et de l'isolation en biomatériaux

Dans ce cadre, et en utilisant l'outil ALDO proposé par l'Ademe, le stockage dans les espaces urbanisés passerait de 6000 Teq CO2 par an à 210 000 Teq CO2 par an.

3.3 Bilan des potentiels de stockage

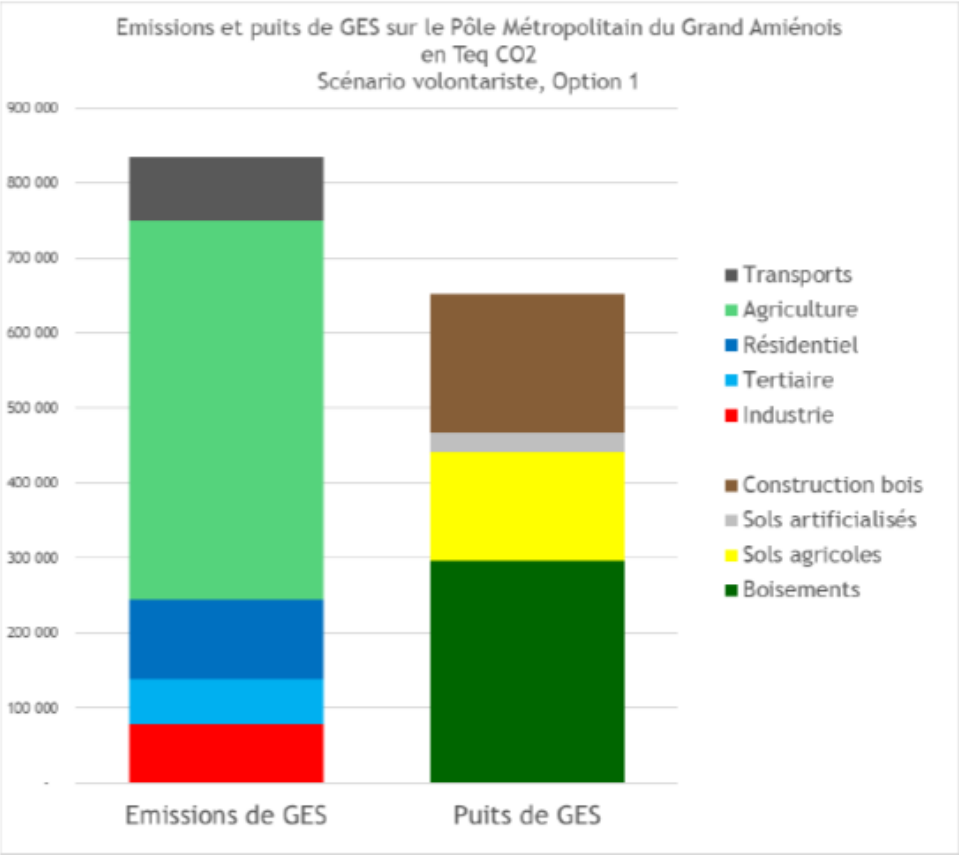
En 2050, le stockage de carbone pourrait atteindre 650 000 Teq CO2 par an.
En croisant les possibilités de stockage du carbone et les émissions de GES potentielles à 2050, **le stockage pourrait atteindre sur le territoire 80 à 100% des émissions directes** (contre moins de 9% aujourd'hui). La couverture à 100% serait atteinte dans le cadre de l'option 2 (forte baisse de l'élevage), et le taux de 80% dans l'option 1 (maintien de l'élevage)

Le territoire a donc le potentiel de devenir neutre en carbone à l'horizon 2050.

Notons cependant que le changement climatique pourrait entraîner des déstockages importants de GES : par incendie de forêt, par sécheresse entraînant un relargage important de carbone contenu dans les sols…

Flux de carbone (tCO_2eq/an)			2016	2050
Boisements		Forêts	- 214 629	- 245 501
		Haies et agroforesterie		- 50 899
Prairies permanentes		Prairies permanentes		- 18 393
Cultures	Annuelles et prairies temporaires	Cultures annuelles et CIPAN	1 444	- 26 152
Sols artificiels	Espaces végétalisés	Espaces artificiels végétalisés	- 1 304	- 26 080
	Imperméabilisés	Espaces artificiels imperméabilisés	4 444	
Produits bois (dont bâtiments)		Produits bois	- 9 217	- 184 336
Total			**- 219 000**	**- 651 362**

Tableau 13 : Evolution des flux de carbone estimés entre 2016 et 2050



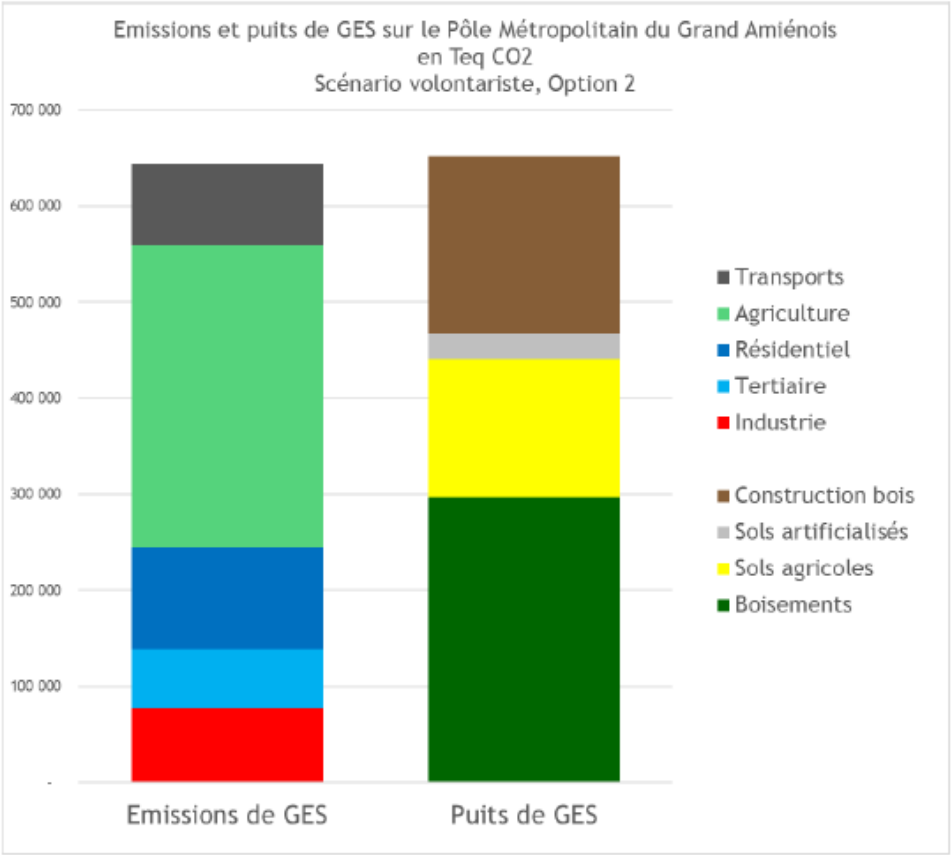


Figure 18 : synthèse des potentiels 2050 : émissions et puits de Carbone