

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

III.3 Le potentiel dans l'agriculture et la sylviculture

Les secteurs agricole et forestier sont particuliers car ils sont à la fois source et puits de carbone. Par ailleurs, bien que l'objectif principal de ce rapport soit d'identifier les leviers d'action pour la période 2013-2020, les secteurs agricole et forestier nécessitent d'introduire une vision à plus long terme en raison des temps de retour particulièrement élevés des investissements dans ces secteurs et de facteurs naturels (par exemple certaines essences ont besoin de plusieurs dizaines d'années pour arriver à maturité).

Notons que la gestion des émissions de GES dans les secteurs agricole et forestier fait partie d'un ensemble de préoccupations environnementales liées à l'activité agricole et à l'utilisation des terres. L'érosion des sols, le lessivage de l'azote, les pertes en phosphore, l'exposition aux produits phytopharmaceutiques et la perte en biodiversité sont des exemples d'autres impacts environnementaux qui doivent être pris en compte dans le développement de projets réducteur de CO₂. En effet, il faudra, dans la mesure du possible, veiller à ne pas créer des transferts d'impacts vers d'autres catégories de problèmes environnementaux.

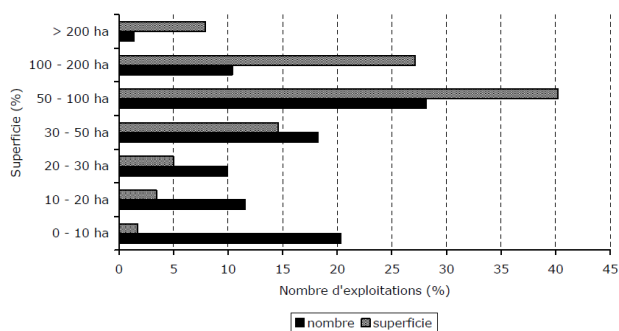
III.3.1. Présentation du secteur agricole et forestier en Wallonie

a. L'occupation du sol et le type d'exploitation

En 2007, l'occupation du sol wallon était répartie de manière suivante : terres agricoles (54,3%), terres boisées (30,7%), terres urbanisées (14,5%) et autres (0,4%). Le milieu physique du territoire wallon est plus favorable à l'agriculture au nord et plus propice au pâturage et à la forêt au sud.

De manière générale, 40% des exploitations occupent près de 75% de la surface agricole utile (SAU). On remarque également que la taille d'une exploitation moyenne en Wallonie est comprise entre 50 et 100 ha.

Figure 19 - Répartition des exploitations selon la superficie cultivée et la part de la SAU totale qu'elles occupent en Wallonie

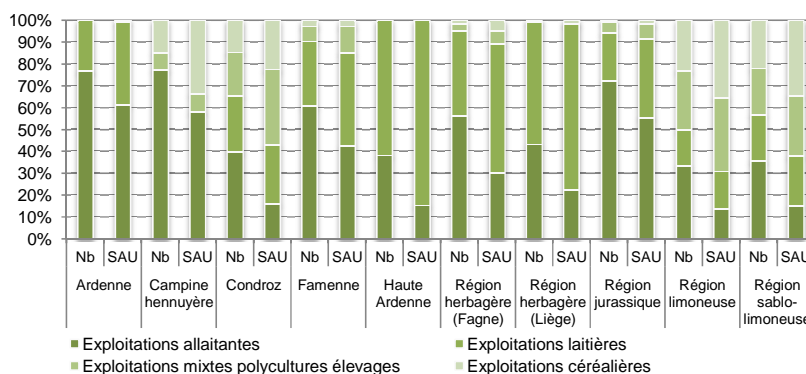


Source : SPW DGARNE (2010)

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

La Wallonie est une région à vocation d'élevage. En effet, selon la méthodologie « GENETYP²⁴ », 74% des exploitations sont spécialisées en élevage, avec 46% d'exploitations allaitantes et 27% d'exploitations laitières. Bien que majoritaires, les exploitations allaitantes occupent une surface agricole utile (SAU) plus faible que les autres catégories proportionnellement au nombre d'exploitations, puisqu'elles ne couvrent que 28% de la superficie.

Tableau 11- Répartition des exploitations selon le type d'activité et la région agricole (% nombre et % SAU)

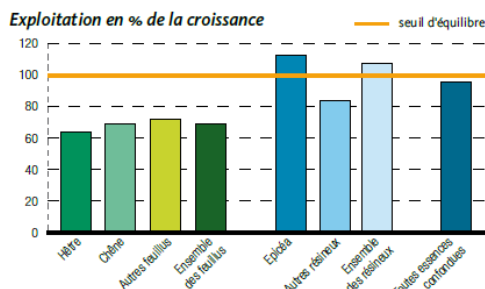


Source : Hennart S. et al, 2010

b. Le secteur forestier

Les forêts en Wallonie s'étendent sur un peu plus de 550.000 ha, dont 86% de peuplements productifs. En 2008, le volume total de bois sur pied en Wallonie était estimé à plus de 112 millions de m³ dont l'épicéa représentait 41% du volume total sur pied. La Belgique est l'un des pays de l'OCDE où les prélèvements de bois sont les plus importants (6,7 m³/ha de forêts en 2005).

Figure 20 - Taux annuel moyen de prélèvement de bois en Wallonie (1994-2000)



Source : TBE 2010 – SPW – DGO3 – DNF

²⁴ GENETYP » est une méthode fondée sur les connaissances des exploitations et de leur mode de fonctionnement par les acteurs de terrain. Il s'agit d'une typologie par agrégation où chaque exploitation est associée au pôle avec lequel elle présente le plus de ressemblance.

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

Sur la période 1994-2000, 95,5 % des volumes d'accroissement de bois ont été exploités. Les volumes d'accroissement des feuillus sont supérieurs aux volumes exploités. En résineux par contre, l'exploitation dépasse l'accroissement. Cela concerne essentiellement l'épicéa, pour lequel le taux de prélèvement atteint 113 %. Ces chiffres sont intéressants à titre indicatif, mais ne doivent pas donner lieu à des conclusions hâtives pour deux raisons :

- ce qui est véritablement parlant, c'est le rapport accroissement/récolte sur le long terme. La structure en âge des peuplements résineux en Belgique (essentiellement en Wallonie), avec un pic autour de 40 ans (Bellassen et al., 2011), indique une forte proportion de peuplements arrivant à maturité, donc fortement susceptibles d'être récoltés et peut expliquer un rapport conjoncturellement supérieur à 100 % ;
- une proportion plus ou moins importante de la forêt peut n'être pas accessible ou pas rentable à exploiter à cause d'un manque de desserte forestière ou de pentes trop fortes.

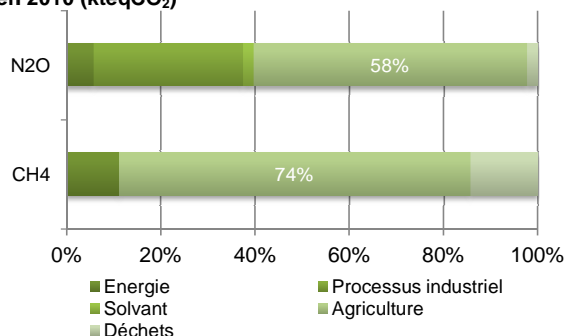
Entre 1995 et 2000, l'accroissement annuel moyen de la forêt wallonne s'élève à 10 m³/ha.an (exprimé en volume de bois fort tige). L'accroissement annuel toutes essences confondues s'établit à 3.729 milliers de m³.

III.3.2. Les émissions de GES agricoles en Wallonie

a. Répartition par sous-secteur et évolution depuis 1990

L'agriculture représente, avec 4.538 kteqCO₂ émises en 2010, environ 11% des émissions wallonnes de GES (hors prise en compte des « puits » car, via la photosynthèse, l'agriculture et la sylviculture contribuent déjà à la séquestration du carbone). Le secteur agricole, contrairement aux autres secteurs, se caractérise par des émissions très importantes de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O), deux GES avec un pouvoir de réchauffement global (PRG- élevé, et par une des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) relativement faibles. En effet, le secteur agricole est responsable de 74% des émissions wallonnes de méthane, et de 58% des émissions wallonnes de protoxyde d'azote.

Figure 21 - Répartition des émissions de CH₄ et de N₂O parmi les différents secteurs en 2010 (kteqCO₂)



Source : AwAC, Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

Les émissions du secteur agricole présentent la particularité d'être dispersées, puisque ce sont les 15.000 exploitations en Wallonie, toutes productions confondues, qui en sont res-

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

ponsables, ce qui représente une moyenne d'environ 300 tonnes de CO₂ équivalent par exploitation. Les émissions du secteur agricole sont plus difficiles à calculer que celles d'autres secteurs comme l'industrie ou le bâtiment. Elles dépendent en effet de multiples paramètres, qui sont eux-mêmes difficilement observables. Par exemple, le type de sol et les conditions climatiques locales influencent les émissions de N₂O liées à la fertilisation azotée. Dans l'inventaire régional de la Wallonie, l'AwAC a dû retenir un certain nombre de règles complexes ou d'hypothèses issues des lignes directrices du GIEC.

Il convient de souligner que le monde agricole et forestier est particulièrement conscient des enjeux liés à l'effet de serre, et du potentiel de réduction de ses émissions : certaines techniques sont déjà opérationnelles et les bonnes pratiques sont connues des fédérations et centres d'enseignement wallons, mais pas encore assez médiatisées auprès des exploitants agricoles. Par ailleurs, de par sa position au sein des différentes filières, le secteur agricole pourrait engendrer des réductions d'émission dans les autres secteurs, comme par exemple dans le bâtiment via le développement de chaudières utilisant de la biomasse, et dans les transports ou la production d'énergie via la production de biocarburants ou biogaz.

La figure et le tableau ci-dessous résument les sources agricoles des émissions, leur contribution, et leur évolution depuis 1990. Notons que les émissions du secteur agricole en Wallonie ont diminué de façon significative avec une réduction de 699 kteqCO₂ par rapport au niveau de 1990 (soit -13,3%).

Figure 22 - Source des émissions du secteur agricole en 2010 (kteqCO₂)

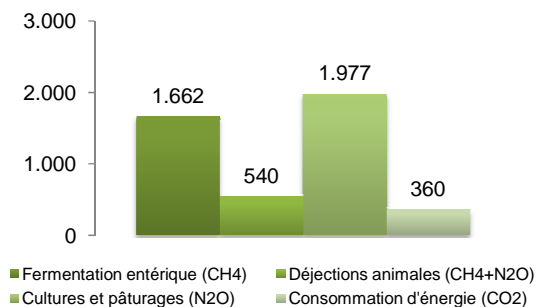
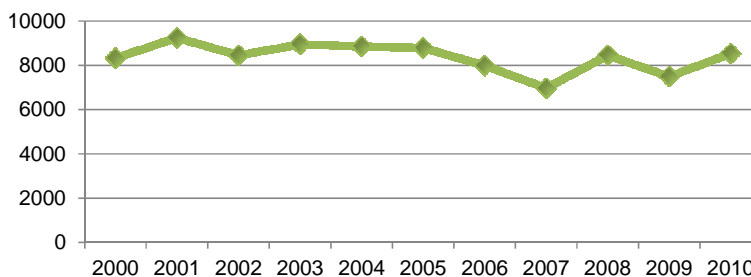


Tableau 12- Evolution des émissions GES du secteur depuis 1990

Source	Gaz concernés	Evolution 2010/1990
Fermentation entérique	CH ₄	-13,5%
Déjections animales	CH ₄ et N ₂ O	-11,1%
Cultures et pâturages	N ₂ O	-15,9%
Energie	CO ₂	0,5%
Total		-13,3%

Figure 23 - Evolution des émissions du secteur agricole entre 2000 et 2010 (kteqCO₂)



Source : AwAC, Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

b. La consommation énergétique sur exploitation

La combustion d'énergie fossile utilisée à la fois par les sources fixes (chauffage des serres, conservation du lait, chauffage pour l'élevage, etc.) et par les sources mobiles (tracteurs, moissonneuses, etc.) génère essentiellement des émissions de CO₂ pour un total de 360 kteqCO₂. A partir d'étude de Solagro de 2003, nous avons pu estimer une représentation de la répartition de la consommation énergétique des exploitations agricoles wallonnes. On remarque que la consommation de carburant des tracteurs représente plus de 60% de la consommation énergétique des exploitations wallonnes.

Tableau 13 - Estimation de la répartition de la consommation énergétique des exploitations agricoles en Wallonie

	ktep	%
Chaleur	24	23%
Moteurs stationnaires	2	2%
Propulsion	79	75%
dont tracteurs	66	63%
dont véhicules utilitaires	12	12%
Total	105	100%

Source : Répartition sur base de l'étude de Solagro (Couturier C. et al., 2003)

c. L'élevage

L'élevage engendre en Wallonie près de 2.200 kteqCO₂, soit plus de 5 % des émissions régionales de GES, sous la forme à la fois de CH₄ et de N₂O. La première source d'émission est la fermentation dans le système digestif des ruminants, dite « fermentation entérique ». Deuxième source, la gestion des déjections, responsable d'émissions de CH₄ mais aussi de N₂O, représente 539 kteqCO₂, dont 453,8 kteqCO₂ proviennent des déjections des bovins et 55,6 kteqCO₂ des déjections porcines.

Tableau 14 - Les émissions de GES par type de cheptel

Cheptel	Population (en milliers)	Emissions par fermentation (kgeqCO ₂ /tête.an)	Emissions par déjections (kgeqCO ₂ /tête.an)
Bovins	1.289	1.269	352
<i>dont vaches laitières</i>	215	2.421	645
<i>dont autres bovins</i>	1.074	1.038	294
Mouton	48	168	43
Chèvre	10	105	43
Chevaux	14	378	407
Porcs	392	32	142
Poules	5.249	-	4

Source : AwAC, Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

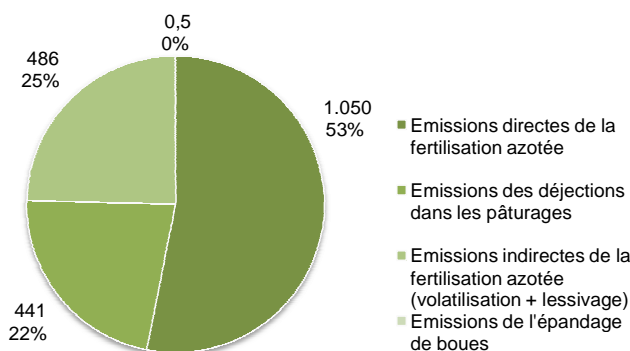
Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

Les émissions de GES d'origine animale ont diminué d'environ 13% entre 1990 et 2010. Ceci s'explique par une diminution des vaches laitières au profit des vaches allaitantes ainsi que par l'intensification de la production et les évolutions structurelles (Guns, 2010).

d. Les cultures et les pâturages

Les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) des cultures et pâturages sont liées à l'épandage d'azote sur les cultures, sous forme d'engrais minéraux et de déjections animales. Elles contribuent à plus de 1.977 kteqCO₂. En outre, la fabrication des engrais génère en amont d'importantes émissions de CO₂ et de N₂O, qui sont comptabilisées dans l'inventaire dans le volet industrie (ou hors inventaire wallon pour les engrais importés).

Figure 24 - Répartition des émissions de GES des cultures et pâturages



Source : AwAC, Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

La réduction de 16% des émissions de N₂O d'origine agricole observée entre 1990 et 2010 provient de deux phénomènes : d'une part la diminution du nombre total de bovins et l'intensification de la production laitière, qui réduit d'autant le volume de déjections à épandre, et d'autre part, la réduction des quantités d'engrais minéraux épandus. La consommation d'engrais minéraux azotés est ainsi passée en Wallonie d'environ 240 kg d'azote/ha de superficie agricole utilisée (SAU) en 1990 à 194,5 kg d'azote/ha SAU en 2007, soit une diminution de près de 20%.

III.3.3. Principaux leviers d'action de réduction identifiés dans le secteur agricole

Une première observation peut être mise en évidence : le secteur agricole peut contribuer en tant que tel à la réduction des émissions de GES, mais il peut également engendrer de fortes réductions d'émission dans les autres secteurs de l'économie wallonne. Les réductions d'émissions ne seront pas visibles dans le volet agricole de l'inventaire régional de la Wallonie, mais pourront être comptabilisées dans les secteurs de l'énergie, de l'industrie manufacturière, du bâtiment ou encore du transport.

Trois axes de réduction des émissions d'origine agricole ont été identifiés et analysés :

1. L'énergie et l'utilisation de la biomasse, en substitution d'énergies fossiles ;

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

2. Les modifications des pratiques dans l'élevage bovin et porcin²⁵ ;
3. L'amélioration des pratiques culturales.

Les estimations de réduction des émissions présentées ci-dessous ont été développées sur base de la revue de littérature et des contacts avec les professionnels des différents secteurs et sous-secteurs.

a. Réduire les émissions liées à l'énergie

Via le secteur agricole

Les réductions d'émissions liées à l'utilisation de l'énergie peuvent déjà se faire au niveau de l'exploitation : en recourant à des techniques culturales simplifiées et en généralisant le réglage des tracteurs, il est possible de diminuer la consommation de carburant des tracteurs de 12% (Couturier C. et al., 2003) jusqu'à 40% (ValBiom, 2011) entraînant une diminution des émissions entre **11.700** et **42.600** teqCO₂. Bien que séduisante cette mesure risque d'être difficile à mettre en œuvre en raison du caractère diffus et de problèmes liés au suivi des réductions (Fiorelli et al., 2009).

Encadré 5 : Techniques de réduction des consommations de carburant

Nous présentons ci-dessous quelques exemples de techniques qui permettent de réduire les consommations de carburant :

- **Les techniques sans labour (TSL)** : elles se déclinent en 2 branches principales, les techniques culturales simplifiées (TCS) et le semis direct (SD). Les agriculteurs en TCS pratiquent un travail superficiel du sol d'une profondeur allant de 5 cm à 10 cm, bien moins profond qu'un labour classique. La technique de SD consiste à implanter une culture sans travail du sol au préalable. Un sillon est ouvert de profondeur suffisante pour assurer à la graine un bon contact avec le sol. Les techniques sans labour assurent une diminution de la consommation par hectare de 28 à 40% (ValBiom, 2011). Cette technique n'est cependant pas applicable pour tous les types de cultures et peut engendrer une **consommation plus élevée de produits phytosanitaires**.
- **Réduire le nombre de passage** : l'utilisation d'équipement approprié, tel que le *strip till*, permet de réduire la consommation de carburant jusqu'à 50%. La technique du strip till (littéralement « travailler le sol en bandes ») concentre le travail de la terre uniquement sur les lignes de semis ce qui permet de laisser 80% du sol non travaillé²⁶. Cette technique permet le travail du sol sur la ligne de semis mais également l'incorporation de l'engrais en un seul passage grâce à la mise en série de deux équipements agricoles (photo ci-contre).
- **Réduire la profondeur et la vitesse de travail** : selon des tests réalisés par la Fédération des Coopérations d'Utilisation de Matériel Agricole de la région ouest en France (FRCUMA OUEST), adapter la profondeur et la vitesse de travail des terres peut permettre de réduire les consommations de carburant jusqu'à 30%²⁷. Des tests sur le terrain, il en ressort que :

²⁵ Bien que politiquement incorrect, la reconversion économique des éleveurs de bovins pourrait être nécessaire pour atteindre 50% de réduction dans le secteur agricole entre 2050 et 1990. C'est en tout cas la conclusion du comité de trajectoire en France. Notons qu'en raison des faibles marges pour les éleveurs le nombre de bovins est déjà en léger recul en Wallonie.

²⁶ Réseau d'agriculteurs et de sylviculteurs européens, <http://efficient20.eu/>

²⁷ ibid

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

- Travailler la terre 5 cm plus profond accroît de 46% la consommation de carburant ;
 - Réduire la pression des pneus de 0,6 bar permet d'économiser 2 litres de carburant par hectare ;
 - Travailler plus vite de 4 km/h accroît de 14% de consommation de carburant ;
 - Un lestage de 900 kg n'a pas un impact significatif sur la consommation de carburant.
- **Optimiser l'utilisation des tracteurs** : réduire la consommation de carburant des tracteurs peut être réalisé à la fois par la conduite, l'entretien et le réglage du moteur, l'entretien des outils, le réglage du différentiel et de la pression des pneumatiques et le lestage. Selon l'estimation de Valbiom, le potentiel cumulé des conseils permet une réduction de 27 à 45% de la consommation de carburant des tracteurs.

Figure 25 - Conseils d'utilisation rationnelle du tracteur



Source : ValBiom, 2011

- **Les cours d'éco-conduite** : En Allemagne, le Centre allemand pour les Technologies et le Travail Forestier (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik) a organisé récemment un séminaire sur la consommation efficace de carburant et une session de cours d'éco-conduite des équipements forestiers. L'évènement a abordé les sujets suivants :
- Optimisation des ajustements des machines (système timberlink) ;
 - Réduction des consommations de carburants grâce à l'optimisation de l'entretien des équipements (moteur, auxiliaires, etc.) ;
 - Exercice pratique pour une conduite efficace d'équipement forestier (collecteur et transporteur).

La deuxième piste à explorer est la substitution de matériaux d'origine fossile (pétrole, fioul, gaz, charbon) par des matériaux d'origine agricole. Certes, des émissions de CO₂ ont bien lieu lors de la combustion de ces derniers, mais elles ne font que restituer à l'atmosphère le CO₂ prélevé par photosynthèse lors de la croissance des plantes. Le bilan global, en termes de CO₂, est donc nul, et la valorisation énergétique des produits agricoles permet d'éviter des émissions de CO₂ d'origine fossile.

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

De manière générale, les réductions de CO₂ issues de projets domestiques de substitution énergétique (bois, paille, grains, miscanthus ou TtCR au lieu de combustible fossile) seront créditées à l'utilisateur final de la bioénergie. Dans le cas où l'utilisateur final est l'exploitant agricole, alors celui-ci bénéficiera directement des crédits associés à la réduction des émissions. Dans le cas contraire, c'est lorsque l'utilisateur final n'est pas l'exploitant, alors l'achat du biocombustible par l'utilisateur dynamisera la demande du marché et assurera un revenu pour l'exploitant.

Plusieurs types de projets, utilisant différents biocombustibles, ont été étudiés en tenant compte des émissions issues de la production de la biomasse (la consommation du carburant des tracteurs, de l'utilisation de produits phytosanitaires et d'engrais azotés)²⁸ :

- **Utilisation de l'énergie de la paille et des grains** : si l'on suppose qu'une quantité de paille comprise entre 75.000 et 250.000 tonnes, soit 10% (FWA, 03/2012)²⁹ à 30% (Mignon C., 2011) de la production annuelle wallonne peut être valorisée sous forme d'agro-combustible, cela conduirait à une réduction d'émission comprise entre **73.000** et **244.000** teqCO₂/an.

Selon ValBiom, une récolte de paille sur trois (ce qui correspond à environ 33% par an) peut quitter le lieu de culture et entrer dans le cycle des valorisations énergétique ou matière. Les 2/3 restant sont laissés sur place ou utilisés en élevage et/ou en bio-méthanisation mais doivent obligatoirement revenir sur le sol.

De même, les grains de céréales peuvent être utilisés comme combustible aussi bien dans les poêles que dans les chaudières à alimentation automatique. Si l'on considère comme hypothèse (non démontrée) que 5 à 10% de la production annuelle de céréales en Wallonie (soit 72.000 à 144.000 tonnes) peut être utilisée à des fins énergétiques, alors cela engendrerait une réduction d'émission comprise entre **74.000** et **148.000** teqCO₂/an. Néanmoins, ce type de projet domestique ne peut être soutenu du fait que la paille et les grains de céréales sont déjà soumis à une pression de marché et enregistre un rendement énergétique faible par rapport à d'autres cultures énergétiques (voir infra).

- **Utilisation de miscanthus** : le miscanthus est une graminée rhizomateuse pérenne de 2 à 3 m de hauteur peu exigeante en intrants qui représente un biocombustible de haute productivité avec un ratio énergétique élevé. Il permet d'obtenir des rendements de 15 à 20 tMS/ha.an. A moins de 20% d'humidité à la récolte, le miscanthus ne nécessite pas une étape de séchage et peut être directement valorisé dans une chaudière polycombustible. Remarquons que le miscanthus peut également être utilisé en tant que matériau écologique. En 2007, 6,4 ha de miscanthus ont été implantés en Région wallonne. Actuellement, les surfaces dédiées à la culture de miscanthus sont évaluées selon ValBiom entre 90 et 100 ha (ValBiom et CRA-W, 03/2012).

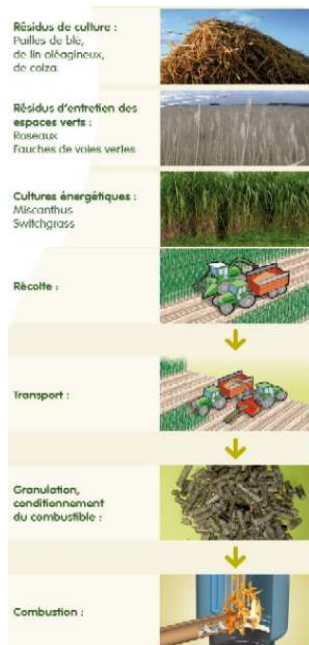
²⁸ A l'exception de la plantation des taillis à très courte rotation pour laquelle aucune donnée n'était disponible.

²⁹ Les représentants de la FWA considèrent que le potentiel de 30% estimé par ValBiom est trop élevé : la Belgique est aujourd'hui importatrice de paille (mais avec de fortes différences selon les exploitations). La FWA craint qu'une demande accrue engendrerait une hausse des prix lesquels auraient tendance à s'aligner sur les prix énergétiques, ce qui nuirait aux éleveurs. CO2logic a donc pris en compte une hypothèse conservatrice en estimant le potentiel de valorisation énergétique de la paille à 10%. Néanmoins si le nombre de têtes de bétail devait diminuer, par exemple en raison de la diminution des aides à la production de lait et de la diminution de la demande de viande bovine, il n'est pas impossible que la demande de paille diminue aussi chez les éleveurs.

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

Le potentiel global wallon des surfaces agricoles dédiées à la culture du miscanthus dépend notamment de décisions politiques dans le cadre de la réforme agricole. Si le potentiel est prometteur, il reste nécessaire de rester vigilant par rapport à la compétition par rapport à l'utilisation du sol ainsi qu'à la biodiversité. A partir de 2014, la PAC préconise de consacrer 7% des terres arables à des fins écologiques. En supposant que la culture de miscanthus réponde aux critères écologiques de la PAC et que 40% de ces terres (soit 10.700 ha) soient dédiées à la valorisation énergétique de culture de miscanthus, alors cela permettrait d'engendrer une réduction de l'ordre de **245.000 teqCO₂/an**. Notons que ValBiom a évalué à 10.000 ha la surface dédiée à la culture du miscanthus pour le Plan d'Action Wallon des Energies renouvelables (Pieret N., 2010). En 2012, le miscanthus couvrait moins de 100 hectares en Wallonie.

Encadré 6 : Projet domestique français de déshydratation de la luzerne



La luzerne déshydratée est un aliment de qualité pour les animaux mais sa fabrication est consommatrice d'énergie. Deux types de projets ont été mis en place en France dans cette filière :

- Un projet d'économie d'énergie : le pré-fanage à plat consiste à étaler la luzerne fauchée pour un premier séchage au soleil pendant quelques heures. Près de 20% d'économies d'énergie sont ainsi obtenus.
- Un projet de substitution de l'énergie fossile par des agro-combustibles : le four de séchage de la luzerne fonctionnait au combustible fossile et utilise désormais un mélange de résidus de culture, de résidus d'entretien des espaces verts (plaquettes forestières) et de la biomasse herbacée (miscanthus).

La culture de miscanthus sur une surface de 400 ha avec un complément de plaquettes forestières issues du broyage de bois, permet d'approvisionner l'installation d'un four biomasse de 20 MW. Ce changement de pratique permet une réduction de **9.600 teqCO₂/an** en substitution à la combustion de mazout (ValBiom, Bilan environnemental et énergétique de la culture du miscanthus, 2009).

Ce type de projet pourrait être transposé en Wallonie au niveau du procédé de séchage des céréales. Cela pourrait intéresser des entreprises agro-alimentaires wallonnes telles que Scam, Wal.Agri et Dumoulin.

▪ **Utilisation de taillis à très courte rotation :** le taillis à très courte rotation (TtCR) est une culture pérenne non-alimentaire dont la durée de vie est estimée entre 20 et 30 ans. Il permet d'obtenir des rendements de 8-12 tMS/ha.an. Après une phase de séchage (taux humidité >50%), le combustible est utilisable dans chaudière bois classique. Actuellement, les surfaces dédiées à la culture de TtCR de saule en Wallonie sont évaluées entre 20 et 60 ha (entretiens avec ValBiom et CRA-W, mars 2012).

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

En supposant que la culture de TtCR corresponde aux critères écologiques de la PAC et que 20% de ces terres (soit 5.300 ha) soient dédiées à la valorisation énergétique de culture de TtCR, alors cela permettrait d'engendrer une réduction de l'ordre de **72.400 teqCO₂/an**. Notons que ValBiom a évalué à 5.000 ha la surface dédiée à la culture du TtCR pour le Plan d'Action Wallon des Energies renouvelables (Pieret N., 2010).

Il est néanmoins intéressant de comparer les performances de réduction des différentes solutions proposées. Nous remarquons que les cultures énergétiques telles que le miscanthus et le taillis à très courte rotation ont un bilan de réduction des émissions nettement supérieur et seront ainsi privilégiés dans le cas du développement de projets domestiques de substitution énergétique.

Tableau 15 - Comparaison du potentiel de réduction par unité de surface (teqCO₂/ha)

	Rendement (tMS/(ha*an))	Emission provenant de la culture (teqCO ₂ /ha.an)	Gain par substitution au mazout (teqCO ₂ /ha.an)	Bilan CO ₂ (teqCO ₂ /ha.an)
Paille	3,4	0,308	3,663	3,4
Grains de céréale	7,2	0,621	8,016	7,4
Miscanthus	17,0	0,291	23,227	22,9
TtCR	10,0	NA	13,663	13,7

Source : Arvalis (2005), Valbiom (2009) et CO2logic

- **Utilisation de biocarburants:** Pour 2010, l'objectif européen était d'approvisionner 5,75% de biocarburant sur le marché des carburants routiers. En 2007, le Conseil européen a approuvé l'objectif de 10% en 2020, obligatoire pour tous les États membres. Dans le cadre du Livre vert « Vers une stratégie européenne de sécurité d'approvisionnement énergétique », la Commission proposait un plan d'action destiné à porter la part des biocarburants à plus de 20% de la consommation européenne d'essence et de diesel d'ici à 2020 (Parlement européen, 2003). Ces objectifs correspondent à une réduction annuelle entre 422 kteqCO₂ (objectif 10%) et 1.400 kteqCO₂ (objectif 20%) pour la Wallonie d'ici 2020.

Depuis 2009, l'installation privée BioWanze, d'une capacité de production de 300 millions de litres d'éthanol à partir de sirop de betteraves et de froment, est en fonctionnement. Selon l'AwAC (2007), la mise en place de la filière bioéthanol a été rendue possible, grâce à :

- une intervention du mécanisme des certificats verts wallons pour l'unité énergétique ;
- la défiscalisation des biocarburants par l'État fédéral ;
- l'octroi d'aides à l'expansion économique.

Tenant compte de la dynamique engendrée par les objectifs européens (10 à 20% de biocarburant d'ici 2020) et du soutien au développement de la filière, il semble difficile de considérer que des projets domestiques pourraient concerner le développement des biocarburants, sauf si leur additionnalité par rapport aux objectifs et aux aides mises en place est démontrée. Sauf incitants particuliers pour les agriculteurs ces mesures ne réduiront pas d'émission spécifiquement dans l'agriculture mais plutôt dans les transports.

Via le secteur forestier

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

Les réductions d'émissions par le biais de la substitution avec du bois recèlent un potentiel relativement important. Même si le bilan global, en termes de CO₂, est nul, la valorisation énergétique ou en tant que matériau du bois permet d'éviter des émissions de CO₂ d'origine fossile. De plus, l'augmentation des débouchés du bois, sous quelque forme que ce soit, permettrait d'accompagner une optimisation de l'absorption de CO₂ par la forêt au travers d'une sylviculture adaptée. En ce qui concerne la substitution de l'énergie fossile par du bois, deux types de projets ont été envisagés :

- **Développement du bois-énergie** : D'ici 2020, un potentiel supplémentaire de bois à des fins énergétiques serait existant via une mobilisation de nouvelles ressources comme les résidus des tailles de haies et bords de route, une mobilisation accrue des sous-produits des industries du bois et de la pâte à papier ou des déchets industriels pour un total de 154 kt MS. Ces nouvelles ressources sont quantifiées en considérant que le bois mobilisé actuellement pour le recyclage est indisponible (Pieret N., 2010). D'après ce potentiel de biocombustible, les réductions d'émissions permises via la substitution de la consommation de mazout seraient de **210.000 teqCO₂**.

- **Développement du bois construction** : le remplacement de 250.000 tonnes de béton armé (soit environ 3% de la consommation de béton en Wallonie) utilisé dans les constructions en Wallonie par du bois-matériaux, pourrait permettre, via la substitution de matériaux très énergivores tel que le ciment et l'acier, une réduction des émissions de **87.500 tCO₂**. Le gain par substitution est estimé à 0,350 teqCO₂/tonne de béton armé substitué (Juillot D., 2003 et Leseur A. et al., 2006). Toutefois, toutes ces réductions d'émission pourraient ne pas être valorisables au titre des projets domestiques dans la mesure où une majeure partie des matériaux substitués tels que le ciment et l'acier est fabriquée dans des installations intégrées dans le système communautaire d'échange de quotas d'émission (EU ETS). On peut aussi espérer un léger gain en matière de séquestration carbone dans les produits du bois, mais il sera vraisemblablement faible par rapport à l'effet de substitution (Deheza and Bellassen, 2010).

Le développement d'un projet en ce sens coïncide néanmoins avec l'objectif de la mesure 29 du Plan Air Climat qui vise à renforcer l'effort de promotion du bois dans la construction auprès des professionnels du secteur de la construction et des particuliers, avec une attention particulière aux constructions agricoles.

b. Réduire les émissions dans l'élevage

Pour l'élevage, les réductions d'émissions de GES peuvent surtout se faire en diminuant le nombre de têtes de bétail ou en réduisant les émissions par tête, à travers des actions sur l'alimentation des ruminants, ou encore via la gestion des déjections animales au sens large. Pour les acteurs du monde agricole rencontrés la diminution du nombre de têtes de bétail ne devrait idéalement pas être plus importante que l'amélioration de la productivité. Cependant l'influence de la future PAC sur la rentabilité de la production de lait et un changement d'habitude alimentaire vers des produits alimentaires moins coûteux et/ou présentant un meilleur rendement protéique sont des tendances qui pourraient accélérer la diminution de la taille du cheptel wallon et les émissions associées. Il est toutefois peu probable que cette diminution puisse être associée au développement de projets domestiques.

- **Améliorer la productivité** : via la fermentation des ruminants et les déjections, les animaux contribuent fortement aux émissions de gaz à effet de serre. Or ce sont les bovins

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

qui participent le plus à ces émissions. Ainsi une amélioration de la productivité ou la réduction du cheptel bovin de 2 % permettrait une réduction des émissions de **41.700 teqCO₂**.

L'intensification de la production résulte, d'une part, de la réduction des émissions de méthane par volume de lait et de l'augmentation de la longévité des vaches laitières, et d'autre part, de la diminution de la durée de production des autres bovins viandeux (Mathot et al., 2010).

Signalons qu'en raison des méthodes de calcul de l'inventaire wallon, sur base d'un facteur d'émission standard, seule une réduction du nombre de tête grâce à un gain de la productivité des bovins viandeux résulterait en un gain en termes d'émissions. Néanmoins, le facteur d'émission des vaches laitières dépend de la production laitière ce qui permet de refléter l'intensification de production du bétail. Précisons que cette réduction semble non additionnelle car elle résulte de progrès technologiques qui devraient déjà être pris en compte dans un scénario de référence.

- **Modifier l'alimentation des bovins**, animaux qui émettent le plus de GES via la fermentation lors de la digestion (98%) : en rendant les aliments plus digestibles, et/ou en modifiant la part de concentrés dans l'alimentation, et/ou en ajoutant des additifs comme des acides gras, il est possible de diminuer d'environ 5% les émissions liées à la fermentation entérique (Leseur A. et al., 2006). Une telle mesure permettrait une réduction d'émission d'environ **81.700 teqCO₂**, si elle était appliquée à tous les élevages bovins.

Un autre type de modification serait de diminuer la quantité de protéines ingérées par les bovins, ce qui se traduirait mécaniquement par une diminution jusqu'à 15% des émissions liées aux déjections (Leseur A. et al., 2006). Une telle mesure permettrait de diminuer de **68.000 teqCO₂** les émissions si elle était appliquée à tous les élevages bovins de Wallonie.

Il est probable qu'une approche standardisée, avec un facteur d'émission moyen pour le CO₂ évité associé au changement de régime, devrait être choisie afin de rendre possible le développement de projets ou programmes favorisant une modification du régime alimentaire des bovins. L'inventaire peut ainsi être amélioré en bonne intelligence avec le montage de projets domestiques de manière à ce que les projets y soient reflétés. L'inventaire français a ainsi été amélioré à plusieurs reprises, notamment sur la prise en compte de la modification de l'alimentation bovine suite au développement d'une méthodologie et d'un projet.

- **Bio-méthaniser les effluents d'élevage** : la bio-méthanisation consiste en la dégradation de matières organiques en absence d'oxygène (digestion anaérobie) par l'action combinée de plusieurs communautés de micro-organismes. Cette technique conduit à la minéralisation de la matière organique par la production d'un gaz (dont la composante principale est le méthane CH₄), pouvant être utilisé comme combustible ou carburant et d'un digestat utilisé comme fertilisant.

Les effluents d'origine agricole et industrielle seraient en mesure de produire un total annuel de 2.031 GWh d'énergie primaire via bio-méthanisation. Toutefois, les effluents ne peuvent être utilisés que dans un périmètre restreint à leur site de production car les effluents riches en eau sont difficilement transportables (Pieret N., 2010). ValBiom pose l'hypothèse d'une mobilisation du potentiel théorique à hauteur de 50 %, soit 1.015 GWh, le solde restant disponible pour la fertilisation directe. De son côté, la fédération des énergies renouvelables Edora estime le potentiel exploitable de l'ensemble des effluents d'élevage à environ 8,5 millions de tonnes, soit de l'ordre de 800 GWh d'énergie primaire théorique (Edora, 2011).

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

La méthanisation des déjections telles que le lisier de porcs et les déjections bovines permet de réduire les émissions à deux niveaux (Leseur A. et al., 2006):

- la phase de stockage des déjections : 80 % des émissions de CH₄ sont évitées, mais cela n'a pas d'impact sur les émissions de N₂O ;
- et lors de la substitution à l'énergie fossile utilisée sur l'exploitation, via la valorisation énergétique du biogaz produit.

La mise en place de la biométhanisation des déjections, qui pourrait s'appliquer à 50 % des élevages porcins et bovins en Wallonie, permettrait de réduire les émissions de l'inventaire régional de la Wallonie de **53.000 teqCO₂**. En substituant le biogaz récupéré (valeur médiane 900 GWh) à l'énergie fossile (mazout), le biogaz permet une réduction de GES supplémentaire qui peut être estimée à **239.600 teqCO₂**. Ce type de projet qui présente l'avantage d'un suivi simple, notamment lié à la concentration des émissions sur un site, est l'un des rares à avoir fait la preuve de son succès en matière de compensation carbone (Foucherot and Bellassen, 2011).

Ce projet est compatible avec la mesure 26 du Plan Air Climat vise à octroyer des aides en vue de favoriser le développement d'une filière de bio-méthanisation agricole.

Encadré 7 : Rentabilité des projets de biométhanisation et cogénération

	L'installation de Surice (2006)		Installation moyenne allemande (2010)*		Installation grande allemande (2010)*	
Investissement (biométhanisation)	558.000	€	937.500	€	1.625.000	€
Investissement (cogénération)	175.000	€	184.500	€	293.000	€
Frais: étude, réseau de distribution, administratifs,...	216.000	€	250.000	€	275.000	€
Investissement global	949.000	€	1.372.000	€	2.193.000	€
Puissance	102	kW	250	kW	50	kW
Coûts / kW (biométhanisation)	5.471	€/kW	3.750	€/kW	3.250	€/kW
Coûts / kW (cogénération)	1.716	€/kW	738	€/kW	586	€/kW
Durée de fonctionnement	6.218	heures/an	6.000	heures/an	6.000	heures/an
Production électrique	634	MWh _é /an	1.500	MWh _é /an	3.000	MWh _é /an
Nombre de CV	807	CV/an	1.910	CV/an	3.819	CV/an
Réduction de CO ₂ par an	368	teqCO ₂	871	teqCO ₂	1.741	teqCO ₂
Revenu annuel (CWAPE: 65€/CV)	52.480	€	124.118	€	248.235	€
Revenu annuel (Marché: 85€/CV)	68.628	€	162.308	€	324.615	€
Temps de retour (CWA-	18,1	années	11,1	années	8,8	années

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

PE)						
Temps de retour (Marché)	13,8	années	8,5	années	6,8	années

* Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2010)

c. Réduire les émissions dans les grandes cultures

Pour les grandes cultures, les réductions d'émissions de GES peuvent se faire essentiellement en diminuant l'utilisation d'engrais. En effet, selon la comptabilité retenue dans l'inventaire régional de la Wallonie sur ce point, toute tonne d'azote épandue sous forme d'engrais minéral ou organique entraîne l'émission directe de 6,1 teqCO₂, et l'émission indirecte moyenne de 7,9 teqCO₂, lors de la volatilisation d'ammoniac et le lessivage des nitrates des engrais répandus. Par ailleurs, il faut également prendre en compte que chaque tonne d'engrais minéraux épandus a engendré des émissions en amont, lors de l'étape de fabrication³⁰, estimée à 5,1 tonnes de CO₂ (Foucherot C. et al., 2011). Ces émissions évitées seront prises en compte non dans le volet agricole, mais dans le volet industrie de l'inventaire régional de la Wallonie (et uniquement lorsque l'agriculteur wallon utilise un engrais fabriqué en Wallonie).

Diminuer les engrais pourrait se faire notamment selon trois axes :

- **Réduire le surplus d'azote dans le sol** : la surfertilisation, correspondant à l'excès d'azote apporté aux champs par rapport au besoin des plantes, est estimée à 85 kgN/ha (Gybel et al, 2009) soit 63.700 tonnes d'azote pour l'ensemble des surfaces agricoles utiles. Une diminution de 10 % de cette surfertilisation permettrait d'éviter **89.200 teqCO₂** pour la partie gestion des sols, et **32.500 teqCO₂** pour la diminution de la production d'engrais. En ce qui concerne le volet production, signalons qu'il s'agit néanmoins d'émissions partiellement couvertes par l'EU ETS.

Cette surfertilisation peut être réduite via une meilleure gestion des apports azotés, par exemple via un dosage en azote correspondant au besoin de la culture ou de la pâture et prenant en compte la situation existante (culture précédente, typologie du sol, climat, légumineuse, etc.), via l'utilisation de matériel d'épandage performant afin de réduire le taux de volatilisation et de répartir de manière homogène l'engrais, via le choix de la période et des conditions d'épandage, via le prétraitement des engrais organiques (compostage du fumier, dilution du lisier, etc.) et finalement via la connaissance de la valeur fertilisante des engrais de ferme (Luxen P., 2010 et Nitrawal, 2007). L'ASBL Nitrawal met à disposition des outils pour le calcul du bilan prévisionnel de la fertilisation raisonnée en azote en culture et en prairie (Nitrawal, 2010 et Nitrawal, 2011). Néanmoins, il sera difficile de mettre en place un système de monitoring des quantités réellement épandues ou de la réduction du surplus d'azote dans les sols.

- **Introduire des trèfles blancs en prairies** : la plantation de trèfles dans les prairies permet d'éviter l'utilisation d'engrais azotés pour les fertiliser. La contribution d'un recouvrement de 25% de trèfles blancs à la fertilisation azotée des prairies correspond en

³⁰ Ces réductions d'émission pourraient être valorisées dans le cadre d'un projet domestique, uniquement si les installations ne sont pas concernées par la directive quotas.



Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

moyenne à 65 kg N/ha.an (Knoden D. et al, 2007 et Stilmant D. et al, 2009). Ainsi, si l'on suppose que 170.500 hectares de prairies, soit 25% des surfaces de prairies permanentes, peuvent être fertilisées via la plantation de trèfles à un taux de recouvrement de 25%, les émissions évitées au champ liées à l'épandage d'engrais sont de **77.000 teqCO₂** pour la partie sols cultivés, et de **28.000 teqCO₂** pour la partie industrielle liée à la diminution de la production d'engrais.

▪ **Introduire des cultures intercalaires avant les cultures de printemps (CIPAN):**

l'introduction de CIPAN entre deux cultures permet de diminuer un apport azoté moyen entre 15 et 20 kg d'azote par hectare pour la culture suivante et est très efficace pour réduire le lessivage du nitrate en hiver entre 50% et 95% (Nitrawal, 2008). Si l'on suppose que cette pratique peut s'étendre avant les cultures de printemps sur une superficie de 28.000 ha (soit 7% des terres arables), les réductions d'émissions s'évaluent à **17.000 teqCO₂**, et à **2.000 teqCO₂** pour les émissions évitées lors de l'étape de fabrication de l'engrais. En 2007, la mesure agro-environnementale concernant la couverture hivernale du sol a permis la mise en place de CIPAN sur 28.000 ha. Cette MAE prévoit une subvention annuelle de 100 € par hectare de couvert végétal entre le 15 septembre et 1 janvier avant la culture de printemps. Dans ce cadre, le projet domestique pourrait être une incitation financière supplémentaire à la prime MAE. Signalons qu'une méthodologie a déjà été développée dans le cadre des projets domestiques français.

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

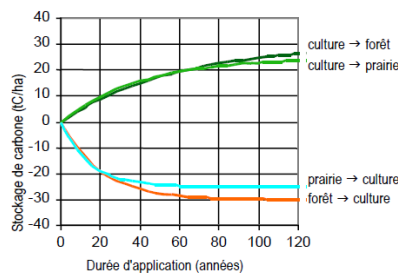
d. Réduire les émissions par la séquestration du carbone d'activités agricoles et forestières

La séquestration du carbone dans les sols ou dans la biomasse soulève des questions spécifiques, par rapport aux réductions d'émission en agriculture. Cette section présente à la fois l'étude des potentiels et les enjeux associés.

La séquestration (ou absorption) consiste en la fixation du carbone par des plantes via la photosynthèse ou dans le sol sous forme de matière organique. Quatre points d'attention méritent d'être soulignés :

- La séquestration est un phénomène transitoire : une fois « le puits » saturé, le stock de carbone séquestré n'augmente plus, et l'absorption devient nulle. Le problème de la maîtrise des émissions n'est donc pas résolu, mais différé dans le temps ;
- Le stockage de CO₂ est temporaire et réversible : une action efficace dans ce domaine ne peut se concevoir sans intégrer des échelles de temps très différentes. En effet, son effet peut être renversé à tout moment par une perturbation naturelle (par exemple le feu de forêt) ou d'origine humaine (par exemple le retournement de prairie). A l'inverse, le pic de séquestration d'une plantation intervient après un minimum de 15 à 20 ans. Un engagement des acteurs sur le long terme est donc absolument nécessaire ;
- Toute action initiée sur ces secteurs peut présenter des synergies positives mais aussi négatives avec d'autres politiques environnementales et d'aménagement du territoire, ce qui renforce la nécessité, pour agir efficacement, d'intégrer une vision à long terme.
- La comptabilisation de la séquestration dans le cadre du Protocole de Kyoto est complexe. Par ailleurs, la Belgique ne s'est pas engagée à comptabiliser les transferts de flux de CO₂ dans les sols agricoles et la séquestration de CO₂ induit par la gestion sylvicole sans changement d'utilisation de terres pour la période 2008-2012.

Figure 26 - Effet du changement d'utilisation des sols sur le stockage de carbone



INRA, 2003

Compte tenu des difficultés importantes liées à la comptabilisation de la séquestration dans l'inventaire régional, les estimations indiquées sont des ordres de grandeur qui ne préjugent pas des valeurs qui pourront être retenues dans l'inventaire.

La séquestration liée aux activités agricoles

Quatre types d'actions pouvant éventuellement avoir un impact sur l'inventaire wallon adaptés de l'étude « Les marchés du carbone : quelle place pour l'agriculture française » de SAF agriculteurs de France en partenariat avec l'INRA, ont été envisagés :

- La conversion de terres labourées en prairies : comme une prairie absorbe plus de carbone que des terres labourées, la transformation de 20.000 ha de terres labourées en prairies permanentes permettrait sur le long terme (20 ans) une séquestration de 36.100 tCO₂ par an ;

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

- Restaurer le couvert végétal via la plantation de haies et de petits bois : la replantation de 2.500 ha permettrait une séquestration de 1.250 tCO₂ par an ;
- Le développement du non-labour : le non-labour permet la séquestration du carbone dans le sol par la matière organique, à condition que cette pratique soit maintenue à long terme. En supposant qu'elle concerne 125.000 ha pendant 20 ans, la séquestration annuelle permise atteindrait 87.500 tCO₂. Néanmoins, il est important de rester prudent quant à la capacité réelle de séquestration carbone du non-labour. En effet, une étude en cours, menée par l'équipe universitaire de M. Bodson, sur le potentiel long terme de séquestration carbone du non-labour en comparaison au labour ne permet pas d'affirmer un écart significatif entre ces deux techniques culturales (entretien ULg, Gembloux Agro-Bio Tech, mars 2012) ;

La comptabilisation de ces pratiques dans l'inventaire régional n'est pas assurée, notamment pour des raisons techniques liées à la difficulté de récolter les données pertinentes, et de définir des méthodologies appropriées. Pour que la séquestration par ces activités soit prise en compte pour la période à partir de 2013, la méthodologie de comptabilisation devra être détaillée avec plus de précision.

La séquestration forestière

La séquestration du carbone par les forêts est prise en compte dans l'inventaire national au titre de deux articles du Protocole de Kyoto : l'article 3.3, qui est obligatoire, concerne le boisement et le déboisement, et l'article 3.4, qui est facultatif, prend en compte la séquestration du carbone par les forêts gérées. L'article 3.4 n'a pas été repris par la Belgique pour la période 2008-2012. Un seul type de projet a été abordé :

- Transformer des terres cultivées en forêt : comme une forêt adulte absorbe beaucoup plus de carbone que des terres labourées, une transformation de 1.600 ha de terres en forêt (soit le triple du rythme de l'année 2010³¹) permettrait sur le très long terme une séquestration d'environ 14.400 tCO₂ par an. Pour la période 2008-2012, la séquestration permise par une forêt nouvellement plantée de 1.600 hectares est estimée à 2.880 tCO₂ par an, avec un taux de séquestration à court terme de 1,8 tCO₂/ha.an.

³¹ AwAC, Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

III.3.4. Résumé du potentiel théorique pour des projets domestiques dans l'agriculture

Tableau 16 – Résumé du potentiel dans le secteur agricole et forestier

Energie : potentiel entre 476 et 748 kteqCO₂ via le secteur agricole et un potentiel de 297 kteqCO₂ via le secteur forestier				
<u>Via le secteur agricole</u>				
Projets / changements de pratique	Réduction d'émissions unitaire	Potentiel de réduction annuelle (teqCO₂/an)	Données et hypothèses retenues	Information complémentaire sur le monitoring et les coûts de réduction
Réglage des tracteurs + Itinéraire technique simplifié (ex. le non labour, réduire le nombre de passage 'strip till', réduire la profondeur et la vitesse de travail, etc.) (CO ₂)	entre 32 et 118 kgeq-CO ₂ /ha	entre 12.000 et 43.000 teqCO₂/an	Réduction attendue entre et 11 et 40 litres/ha ; Hypothèse : proportion de carburant tracteur dans les consommations énergétiques des exploitations agricoles similaire à la moyenne française (Couturier C. et al., 2003)	D'après l'ASBL Greenotec, un peu plus de 400 exploitations agricoles wallonnes pratiqueraient les techniques culturales simplifiées de manière régulière. La SAU médiane des exploitations en TCS a été estimée à 125 ha (Greenotec, 03/04). Les coûts de réduction sont très faibles mais existent néanmoins, par exemple en raison de l'utilisation de davantage de produits phytosanitaires

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

<p>Utilisation de l'énergie de la paille et des grains de céréales (CO₂)</p>	<p>3,4 teqCO₂/ha.an (paille) et 7,4 teqCO₂/ha.an (céréale)</p>	<p>entre 73.000 et 244.000 teqCO₂/an (valorisation de la paille) et entre 74.000 et 148.000 teqCO₂/an (valorisation de céréales)</p>	<p>Valorisation énergétique de 10% à 30% de la production annuelle de paille en Wallonie (75.000 à 250.000 tonnes) et 5% à 10% de la production annuelle de céréales en Wallonie (72.000 à 144.000 tonnes) ; Energie : 1 tonne de paille = 400 litres mazout et 1 tonne de céréale = 420 litres mazout (Arvalis, 2005) ; Substitution mazout.</p>	<p>La Belgique est importatrice de paille. La paille est déjà fortement valorisée : apport de carbone dans les sols agricoles (pratique courante : incorporation deux ans sur trois de la paille dans le sol) et source de fourrage pour les éleveurs. Si la paille et les céréales sont utilisées comme combustible, on pourrait redouter que les prix de la paille et des céréales s'alignent sur les prix des combustibles énergétiques (interview FWA, 03/2012). Compte tenu de la pression réelle exercée sur les prix des matières premières alimentaires et de la faible performance énergétique de la paille et des grains, il n'est pas envisageable de développer des projets domestiques dans ce domaine.</p>
<p>Utilisation de miscanthus (CO₂)</p>	<p>22,9 teqCO₂/ha.an</p>	<p>245.000 teqCO₂/an</p>	<p>40% des terres arables consacrées à des fins écologiques (PAC 2014) : 10.700 ha ; Rendement : 17 tMS/ha.an et valeur PCI : 18 GJ /tMS (Robinet D., 2009) ; Substitution mazout.</p>	<p>Les débouchés de la filière du miscanthus sont multiples: énergie, panneaux agglomérés, litière et blocs de construction. Les filières de valorisation du miscanthus sont actuellement encore peu développées (interview ValBiom – CRA-W, 03/2012). Les rendements annoncés semblent fort ambitieux pour les agriculteurs rencontrés à l'AG de ValBiom. Un subside de 20€ par tonne de CO₂ évitée (soit 500€ par hectare par an) pourrait inciter certains agriculteurs à tester le miscanthus malgré le fait que ce choix les bloque sur une période d'au moins 15 ans. Il s'agit cependant d'un mon-</p>

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

				tant minimal et qui devrait être garanti sur le long terme pour lever les appréhensions des agriculteurs. Toutefois pour que l'agriculteur bénéficie de cette rentrée il faudrait qu'il soit l'utilisateur final de l'énergie du miscanthus ou qu'il puisse bénéficier du système d'aide favorisant l'utilisation de biomasse comme combustible alternatif à travers la vente à un prix plus élevé de sa production.
Utilisation de TtCR (CO ₂)	13,7 teqCO ₂ /ha.an	72.000 teqCO₂/an	20% des terres arables consacrées à des fins écologiques (PAC 2014) : 5.300 ha ; Rendement : 10 tMS/ha.an et valeur PCI : 18 GJ /tMS (Valbiom, 2011) ; Substitution mazout.	Ici aussi un prix minimum garanti du carbone sur une période de 15 ans ou plus pourrait encourager le développement de cette filière.
<u>Via le secteur forestier</u>				
Bois-énergie (CO ₂)	1.366 kgeqCO ₂ /tonne bois	210.000 teqCO₂/an	Potentiel supplémentaire de bois à des fins énergétiques d'ici 2020 évalué à 154 kt MS (Pieret, 2010) ; Valeur PCI Bois : 18,2 GJ/t ; Substitution mazout.	Le suivi semble complexe et l'additionalité difficilement démontrable étant donné l'utilisation déjà importante du bois-énergie en Wallonie.
Bois-construction (CO ₂)	0,35 teqCO ₂ /tonne béton armé substitué	87.000 teqCO₂/an	Remplacement de 250.000 tonnes du béton armé (environ 3% de la consommation de béton en Wallonie) par du bois-matériaux ; Estimation consommation de béton en Wallonie: 8,4Mt.	Le bois utilisé dans le secteur de la construction n'est généralement pas issu des forêts wallonnes car la croissance rapide des arbres ne procure pas les caractéristiques mécaniques requises (entretiens avec ValBiom – CRA-W, mars 2012). En outre, il n'existe pas encore de méthodologie robuste et reconnue pour comptabiliser

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

				le CO ₂ capté par des immobilisations en bois.
--	--	--	--	---

Elevage : Potentiel d'environ 250 kteqCO₂				
Projets / changements de pratique	Réduction d'émissions unitaire	Réduction maximale annuelle (teqCO₂/an)	Données et hypothèses retenues	Information complémentaire sur le monitoring et les coûts de réduction
Augmenter la productivité ou réduire le cheptel bovin (CH ₄ et N ₂ O)	3,1 teqCO ₂ /vache laitière retirée et 1,3 teqCO ₂ / vache non laitière retiré	41.700 teqCO₂/an	-2% du cheptel bovin	Réduction du cheptel bovin en Wallonie de 16% entre 1995 et 2009 (SPW – DGARNE, 2011). Cette mesure semble non additionnelle et difficilement mesurable.
Modifier la ration pour diminuer la fermentation entérique des bovins (CH ₄)	0,121 teqCO ₂ /vache laitière et 0,052 teqCO ₂ /vache non laitière	81.700 teqCO₂/an	-5% sur tous les élevages bovins (Leseur A. et al., 2006)	Ces réductions ne seraient pas mesurables avec les méthodes actuelles du calcul des émissions du cheptel bovin. L'incitatif financier semble trop faible pour encourager un changement de pratique (1 à 2€/an par vache avec un prix du CO ₂ à 20 €/ tonne)
Modifier la ration pour diminuer les déjections des bovins (N ₂ O et CH ₄)	0,097 teqCO ₂ /vache laitière et 0,044 teqCO ₂ /vache non laitière	68.000 teqCO₂/an	-15% d'émissions pour tous les élevages de bovins (Leseur A. et al., 2006)	Ces réductions ne seraient pas mesurables avec les méthodes actuelles du calcul des émissions du cheptel bovin. L'incitatif financier semble trop faible pour encourager un changement de pratique (1 à 2€ par vache avec un prix du CO ₂ à 20 €/ tonne)
Bio-méthanisation des effluents d'élevages porcin et bovin (CH ₄)	0,058 teqCO ₂ /bovin et 0,080 teqCO ₂ /porc (récupération du CH ₄)	53.000 teqCO₂/an (récupération du CH ₄) et 239.600 teqCO₂/an	80% des émissions de méthane provenant de la gestion des effluents d'élevage sont évitées via le processus de	Les agriculteurs sont demandeurs d'un système transparent permettant d'assurer la rentabilité de leurs projets. Si la région pouvait acheter les éventuels crédits carbone à

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

		(substitution au mazout)	bio-méthanisation (Leseur A. et al., 2006) ; Les effluents d'origine agricole et industrielle seraient en mesure de produire un total annuel de 2.031 GWh d'énergie primaire dont 50% pourraient être valorisés en biogaz (Pieret N., 2010).	un prix fixe à l'avance alors la mise en place d'un projet domestique, en renfort des aides déjà existantes, pourrait renforcer le développement de cette technologie.
Grandes cultures : Potentiel de 183 kteqCO₂ (+62 kteqCO₂ volet industrie)				
Projets / changements de pratique	Réduction d'émissions unitaire	Réduction maximale annuelle (teqCO ₂ /an)	Données et hypothèses retenues	Information complémentaire sur le monitoring et les coûts de réduction
Diminuer la surfertilisation (N ₂ O)	119 kgeqCO ₂ /ha (réduction de la fertilisation) et 43 kgeqCO ₂ /ha (réduction de la production d'engrais)	89.000 teqCO₂/an (réduction de la fertilisation) et 32.000 teqCO₂/an (réduction de la production d'engrais)	Réduction de 10% de la surfertilisation des surfaces agricoles estimée à 85 kgN/ha (Gybels et al., 2009).	Le surplus moyen d'azote dans les sols agricoles a déjà diminué de près de 20% entre 1990 et 2007 (SPW DGO3, 2010).
Introduire des trèfles blancs dans les prairies (N ₂ O)	455 kgeqCO ₂ /ha (réduction de la fertilisation) et 166 kgeqCO ₂ /ha (réduction de la production d'engrais)	77.000 teqCO₂/an (réduction de la fertilisation) et 28.000 teqCO₂/an (réduction de la production d'engrais)	Plantation d'un recouvrement de 25% en trèfle blanc à 25% des prairies permanentes (85.000 ha) ; Production 8 tMS/ha taux de recouvrement en trèfle de 25 % et fixation moyenne de 65 kg N/ha par an (Knoden D. et al., 2007).	Nombreuse prairies permanentes en Wallonie adoptent déjà l'implémentation de trèfles dans les pâturages (FWA, 03/04). Mais le taux de recouvrement et le pourcentage de la pratique est difficile à estimer car il n'y a pas de données disponibles.
Introduire des cultures intercalaires CIPAN avant	612 kgeqCO ₂ /ha (réduction de la fertilisation)	17.000 teqCO₂/an (réduction de la fertilisation)	Introduction avec les cultures de printemps dont la superficie	

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

les cultures de printemps (N ₂ O et CO ₂)	et 89 kgeqCO ₂ /ha (réduction de la production d'engrais)	et 2.000 teqCO₂/an (réduction de la production d'engrais)	est estimé à 7% terres arables ; Effet azote d'une CIPAN sur la culture suivante : 7,5 kg N/ha par an (Nitrawal, 2008) ; Effet de réduction de lessivage du nitrate en hiver entre 50% et 95% (Nitrawal, 2008).
--	--	---	---

Séquestration carbone liée aux activités agricoles et forestières: Potentiel estimé à environ 138 kteqCO₂. Attention, ces réductions d'émission sont très difficilement mesurables et pérennes, et ne sont pas pour la plupart intégrées dans l'inventaire régional des émissions de GES.

Projets / changements de pratique	Réduction d'émissions unitaire	Réduction maximale annuelle (teqCO ₂ /an)	Données et hypothèses retenues	Information complémentaire sur le monitoring et les coûts de réduction
Le non-labour	0,7 tCO ₂ /ha.an	87.500 teqCO₂/an	Si la pratique de non-labour est maintenue pendant 20 ans (INRA, 2003) ; La superficie estimée représente 125.000 ha.	Stockage carbone fortement réversible en cas de changement de pratique culturale ; Le facteur de séquestration présente un taux d'incertitude très élevé. Une étude menée actuellement par l'équipe universitaire du Prof. Bodson ne permet pas d'affirmer un écart significatif entre ces deux techniques culturales (ULg, Gembloux Agro-Bio Tech, 03/2012). Si le coût est faible, voire négatif, le suivi des réductions semble programmatique (voir infra encadré)

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique à l'horizon 2020

La conversion de terres labourées en prairies permanentes	1,8 tCO ₂ /ha.an	36.000 teqCO₂/an	Facteur d'émission (INRA, 2003) ; La superficie estimée représente 20.000 ha.	Le suivi et le caractère additionnel, notamment par rapport aux MAE, de cette mesure sera difficile à mettre en œuvre. Le coût est par contre faible.
Restaurer le couvert végétal via la plantation de haies et de petits bois	0,5 tCO ₂ /ha.an	1.250 teqCO₂/an	Facteur d'émission (INRA, 2003) ; La superficie estimée représente 2.500 ha.	Le suivi et le caractère additionnel, notamment par rapport aux MAE, de cette mesure sera difficile à mettre en œuvre. Le coût est par contre faible.
La conversion de terres labourées en forêts, sur le long terme	9 tCO ₂ /ha.an	14.400 teqCO₂/an	Facteur d'émission (INRA, 2003) Hypothèse : 3X le rythme de l'année 2010 (soit 1.600ha)	Le cas landais vu dans la deuxième partie pourrait être adapté en cas de volonté de soutien à ce type de projet. Toutefois, les revenus générés par des crédits volontaires de type VCS (entre 0,5 et 5€) semblent fort faible pour encourager durablement la plantation de forêt (entre 5€ et 35€ de revenus par hectare).

III.3.5. Politiques existantes et spécificités des secteurs agricole et forestier

a. Politiques et mesures existantes

En 2012, deux instruments législatifs concernant le secteur agricole en Wallonie et relatifs à la préservation de l'environnement sont en vigueur : le Plan de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) et les mesures agro-environnementales (MAE). Ces deux instruments jouent indirectement un rôle dans la réduction des émissions de GES dans le secteur agricole.

Le PGDA est la transposition wallonne de la Directive nitrates (91/676/CEE) qui concerne la protection des eaux contre la pollution par le nitrate à partir de sources agricoles. Ce programme fixe des impositions sur les quantités maximales d'azote épandables (soit 250 kg/ha en culture et 350 kg/ha en prairie), les périodes autorisées et les conditions d'épandage ainsi que sur le respect du taux de liaison au sol (inférieur à un). Il contribue donc à une diminution de l'azote apporté et une meilleure gestion des engrais de ferme.

Les primes agro-environnementales sont des compensations financières qu'un exploitant agricole peut recevoir en échange d'efforts réalisés en faveur de l'environnement. Selon l'AGW du 24 avril 2008, onze MAE sont proposées aux agriculteurs. Parmi les MAE pouvant réduire les émissions épinglons les mesures suivantes :

- la couverture hivernale du sol ;
- les tournières enherbées³² et bandes de parcelles aménagées ;
- les bordures herbeuses extensives ;
- la réduction d'intrants en céréales ;
- le maintien de faibles charges en bétail ;
- la protection de prairie naturelle et/ou de haute valeur biologique ;
- la réalisation plan d'action agri-environnemental ;
- la certification « agriculture biologique ».

Le Plan Air Climat inclut plusieurs mesures qui ont un effet indirect sur la réduction des GES dans ou grâce aux secteurs agricole et forestier :

- La mesure 26 vise à octroyer des aides en vue de favoriser le développement d'une filière de bio-méthanisation agricole.
- La mesure 29 permet de renforcer l'effort de promotion du bois dans la construction auprès des professionnels du secteur de la construction et des particuliers, avec une attention particulière aux constructions agricoles.
- La mesure 30 supporte un programme de production de biomasse ligneuse en dehors du cadre de la forêt (taillis), afin de permettre le développement de la filière sans porter atteinte aux usages plus nobles du bois et de la forêt.

³² Installées prioritairement en bordure de lisière, de haie, de cours d'eau ou de fossé, les tournières sont des bandes d'herbes non fertilisées et non traitées de 12 mètres de large. Très bénéfiques à la faune et la flore sauvage, ces tournières demandent peu d'entretien, une fauche annuelle entre le 15 juillet et le 15 septembre suffit. Ces dispositifs multifonctionnels jouent un rôle de bandes tampons entre les milieux ; ils permettent également de limiter les effets du ruissellement (coulée de boues)

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

b. Projets identifiés

D'autres projets qui visent à réduire les émissions de GES ou à réaliser des économies d'énergie dans le secteur agricole ont été identifiés au niveau européen et régional. Ci-dessous, une revue des initiatives mises en place récemment.

Tableau 17 – Exemple de projets en cours en Wallonie dans l'agriculture

Nom projet	Description	Organismes	Financement
OPTENERGES	Projet interrégional de 3 ans qui a pour objectif d'identifier les itinéraires techniques à promouvoir, au sein des principaux types de systèmes d'élevage bovin afin de réduire leur dépendance énergétique et leurs émissions de GES. Les régions participantes sont la Lorraine, le Luxembourg et la Wallonie.	CRA-W, SPIGVA-Lux, etc.	INTERREG IV-A, FEDER, DGA
FARR-Wal	Développement de la filière 'Agriculture et Ressources Renouvelables en Wallonie'. Ce programme vise l'amélioration du revenu des agriculteurs wallons et la dynamique rurale grâce à la consolidation de filières non alimentaires de la biomasse.	ValBiom CRA-W	DGO3
DURAGR'ISO 14001 03/2009 au 06/2012	Démarche transrégionale de mise en place d'un système de gestion de la durabilité des exploitations agricoles basé sur les normes ISO14001 et sur le guide ISO26000. Les régions participantes sont le Nord-Pas de Calais, la Champagne-Ardenne, la Picardie, la Wallonie et la Flandre	CRA-W, FUGEA, PNPC, INAGRO, PERIG, Terr'Avenir Picardie	INTERREG IV
METHAMILK	L'objectif global de cette étude est de diminuer la production de CH ₄ par l'optimisation de la gestion des troupeaux laitiers tant au niveau de l'efficience alimentaire que de la génétique.	CRA-W et Unité de Zootechnie de la FUSAGx	DGO3
DAIRYMAN	L'objectif est d'améliorer les pratiques de fertilisation et de complémentation au sein des exploitations laitières européennes, et ce, afin d'en améliorer les performances tant économiques	ILVO, CRA-W, Hooibeekhoeve, etc.	INTERREG IVB FEDER

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

09/2009 au 09/2013	qu'environnementales (état des lieux, réseau de fermes pilote et transfert de connaissance)		
TEXBIAG 12/2006 au 01/2011	L'objectif de ce projet est de mener à une contribution significative de la bioénergie agricole à la diminution des émissions de gaz à effet de serre, à l'approvisionnement énergétique durable et diversifié, à l'augmentation des revenus des agriculteurs et au développement rural.	CRA-W FUNDP ELECTA, etc.	BELSPO
ENERBIOM 09/2008 au 03/2012	Ce projet vise à définir et diffuser des itinéraires de production agricole de biomasse-énergie, prenant en compte différentes dimensions agro-écologiques, pour développer des filières adaptées aux zones à fortes contraintes environnementale	CRA-W, Province de Liège et Agra-Ost	INTERREG IV-A, FEDER
BIO-METHANE REGIONS 05/2011 au 04/2014	Bio-methane Regions est un projet de trois ans, soutenu par Intelligent Energy Europe, qui vise à favoriser la digestion anaérobie (bio-méthanisation), la technologie biogaz, ainsi que le développement du marché du biométhane de par son injection dans le réseau de gaz naturel et son utilisation comme biocarburant	CRA-W, AILE, etc.	INTELLIGENT ENERGY FOR EUROPE (EU)
AGROBIOGAS	Le but principal d'AGROBIOGAS est d'étendre le développement européen de la digestion anaérobie en exploitation agricole, et ce à travers des objectifs spécifiques: - Accroître l'efficacité des procédés de fermentation anaérobie à partir de sous-produits agricoles. Promouvoir la valorisation du digestat comme bio-fertilisant de qualité en établissant des recommandations et un code de bonne pratique.	CRA-W	EC, THE SIXTH FRAMEWORK PROGRAMME

c. Spécificités du secteur de l'agriculture

La diminution des émissions de GES d'origine agricole ne fait que très peu souvent directement l'objet des politiques publiques agricoles actuelles. Des projets domestiques en agriculture permettraient de répondre à cet objectif et être additionnels au cadre en place.

Néanmoins, la mise en œuvre de ces projets en agriculture fait face à deux difficultés spécifiques :

- D'une part, comme les émissions d'origine agricole sont difficiles à mesurer sur le terrain, l'AwAC a retenu un certain nombre de règles comptables issues des lignes directrices du GIEC afin de réaliser l'inventaire régional. Pour tout projet potentiellement réducteur d'émission de GES dans le secteur agricole, il sera donc important d'estimer son impact sur l'inventaire en fonction des règles comptables retenues, et d'évaluer l'opportunité de mettre en place des systèmes de mesure plus précis, en lien notamment des instituts techniques, afin de modifier ces règles dans certains cas.
- D'autre part, comme l'ensemble des 15.000 exploitations en Wallonie émet des GES, mais que chacune n'est responsable que d'une faible émission (en moyenne 300 teqCO₂), il sera nécessaire de définir une taille minimale pour les projets agricoles afin d'éviter des coûts de suivi, rapportage, contrôle et gestion trop importants. Pour cela, il est pertinent d'identifier des porteurs de projets (ex : fédération,...) qui joueront un rôle d'intégrateur, en promouvant et centralisant des actions réductrices d'émissions pour un grand nombre d'exploitations agricoles. Du fait de l'organisation de certaines branches du monde agricole comme la filière laitière, la filière des betteraviers des projets concernant l'ensemble d'une filière donnée pourraient être particulièrement efficaces et conduire à d'importantes réductions d'émission.

Le secteur agricole connaît depuis plusieurs années des difficultés économiques importantes. Le développement des projets domestiques en agriculture pourrait permettre d'améliorer cette situation : la valorisation de la biomasse par exemple constitue un levier d'action intéressant pour développer et garantir sur le long terme de nouveaux débouchés pour les exploitants agricoles et sylvicoles. En revanche, il est nécessaire de porter une attention particulière au partage de la valeur entre les différents acteurs impliqués.

De son côté la révision de la PAC à partir de 2014 prévoit d'encourager, par des actions d'information, de formation et de recherche et par des mesures incitatives, les pratiques permettant de limiter les rejets de GES et/ou d'améliorer la fixation de carbone. La réforme de la PAC répond, entre autres, à la demande croissante de l'opinion en faveur d'une politique agricole plus durable, tout en gardant à l'esprit que le réchauffement climatique peut remettre en cause la capacité de production et d'alimentation de la population dans le monde, y compris en Europe (Commission de l'agriculture et du développement rural, 2009). D'ici 2014, la PAC prévoit une enveloppe « verte » à hauteur de 30% des paiements directs qui aura pour but de favoriser la diversification des cultures, le maintien des prairies permanentes et le développement de surfaces agricoles d'intérêt écologique prioritaires (7% des terres arables) .

Les actions envisagées ici au titre des projets domestiques pourraient également permettre au monde agricole d'anticiper les réformes de la PAC. Les projets domestiques

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

sont une opportunité pour les agriculteurs de mettre en pratique des démarches volontaire et proactive qui contribuent à l'effort général de transition vers une économie sobre en gaz à effet de serre.

S'il existe de nombreux projets agricoles développés dans le cadre du CDM (plus de 150 en mai 2012), la plupart concernent la destruction et/ou valorisation du méthane dans des porcheries industrielles ou exploitations bovines. Nous n'avons pas identifié de projets CDM liés à des changements de pratiques agricoles. De tels projets ont été soutenus dans le cadre du marché volontaire américain géré par le Chicago Climate Exchange. Toutefois l'octroi de crédits carbone à des agriculteurs américains adoptant des pratiques bas carbone a souvent été critiqué comme non additionnel par des journalistes ou ONG environnementales. L'encadré qui suit, extrait d'un article de 2006 dans le New York Times, résume bien la difficulté de réaliser des projets domestiques dans l'agriculture (Goodell, 2006).

Encadré 8 : Extrait d'un article du New-York Times sur les projets domestiques de compensation volontaire dans l'agriculture

*In the three years that CCX has been in operation, criticisms from environmentalists have only grown. **This is particularly the case with CCX's standards for using agricultural offsets**, in which carbon is sequestered in farmland soils and then sold for emissions credits. Agricultural offsets are **notoriously difficult to measure and quantify**, and a less-than-rigorous program is essentially a way of introducing overvalued emissions allowances into the trading system. Advocates of carbon trading like Environmental Defense have worked hard to develop stringent protocols for soil sequestration, while others, like David Doniger, the climate policy director at the Natural Resources Defense Council, remain skeptical of the whole concept. **"The problem with these kinds of offsets is that we've never found a way to separate the wheat from the chaff,"** Doniger told me. **"There is a constant tension between quality control and high participation rate.** And it's usually quality that goes in the toilet."*

To check this out for myself, on a rainy afternoon this spring I drove a few hours southwest of Omaha to visit Steve Wiese, a 51-year-old farmer who earns extra money by sequestering carbon on his 2,500-acre farm and selling the carbon allowances on CCX. When I arrived, Wiese was going over some paperwork in his barn. On his desk was a check for \$2,008.94. "It just came in the mail the other day," Wiese said, waving it happily. Wiese, like hundreds of other farmers who are getting paychecks from carbon emitters by way of CCX, practices a form of cultivation known as no-till. Instead of tearing up the fields each spring and releasing the carbon stored in the soil (mostly in the form of decomposing plant matter and roots), no-till farmers plant right over the previous year's crop, leaving the soil undisturbed.

"How long have you been no-tilling?" I asked him.

"About 14 years," he said, leaning back in his chair.

"How long have you been getting paid by CCX?"

"Just signed up last year," he said.

*Here was an instance of a major problem that critics of CCX have raised: Wiese is **getting paid for storing carbon in his soil, even though he has done nothing to increase the amount of carbon that is being stored on his land — he's just doing exactly what he's been doing for the last 14 years.** A polluter like A.E.P. or Ford can use a credit from*

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Wiese's farm to offset their greenhouse gas emissions, but the fact is, in cases like these the payments from CCX are having no net effect on the level of greenhouse gases in the atmosphere.

*And Wiese is hardly alone. Of the half-dozen farmers I spoke to in Nebraska and Iowa, all had started no-tilling before they ever received a check from CCX. When I asked Sandor about this, he argued that it doesn't matter if these agricultural reductions are "real" or not, because they make up only a small fraction of CCX's overall reductions. "What's important," he told me, "is to **incentivize people who are doing the right thing**. I think of these payments as a kind of 'tickler.' " To critics like Doniger, though, the problem is that Sandor doesn't advertise these kinds of offsets as a "tickler" — he advertises them as actual improvements in the atmosphere.*

III.4 Le potentiel dans le secteur industriel hors ETS

III.4.1. Présentation du secteur industriel hors ETS

L'objet de cette section est d'évaluer le potentiel de développement de projets domestiques dans le secteur industriel. Pour cela, il est important de distinguer les émissions de GES des industries soumises à un plafonnement et les émissions d'entreprises qui ne sont pas intégrées à l'EU ETS. Comme expliqué dans l'introduction, nous analyserons uniquement le cas des émissions non couvertes par l'EU ETS.

Rappelons que l'EU ETS couvre les émissions de CO₂ des acteurs industriels européens ayant une capacité de combustion supérieure à 20 MW. Il s'applique aux installations actives dans les activités industrielles telles que la production d'énergie, la production ou transformation de métaux ferreux, la production de ciment, de briques, de chaux, de verre, de papier ou de pulpe.

Depuis le 1^{er} janvier 2012, les compagnies aériennes qui desservent les pays de l'Union européenne sont également intégrées au système. Lors du démarrage de la 3^{ème} phase en janvier 2013, il est également prévu un élargissement du champ d'application du système qui inclura d'autres émissions de procédés industriels non couvertes auparavant (pétrochimie, ammoniacque et aluminium) ainsi que d'autres gaz à effet de serre additionnels (N₂O de la production de l'acide nitrique, adipique et glycolique, et PFC du secteur de l'aluminium).

Le périmètre hors ETS exclut de facto un pourcentage important d'émissions de GES industrielles, émissions représentant une cible potentielle pour des programmes domestiques. Nous pouvons regrouper les émissions industrielles hors EU ETS en deux catégories :

- les émissions industrielles de CO₂ d'installations inférieures à 20 MW ou en dehors du champ d'application de la directive quotas, comme par exemple celles des déchetteries ;
- les émissions industrielles des autres GES couverts par le Protocole de Kyoto, (hors CO₂) : CH₄, N₂O, HFC, SF₆, PFC.

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

III.4.2. Les émissions de GES industrielles hors ETS et le secteur des déchets

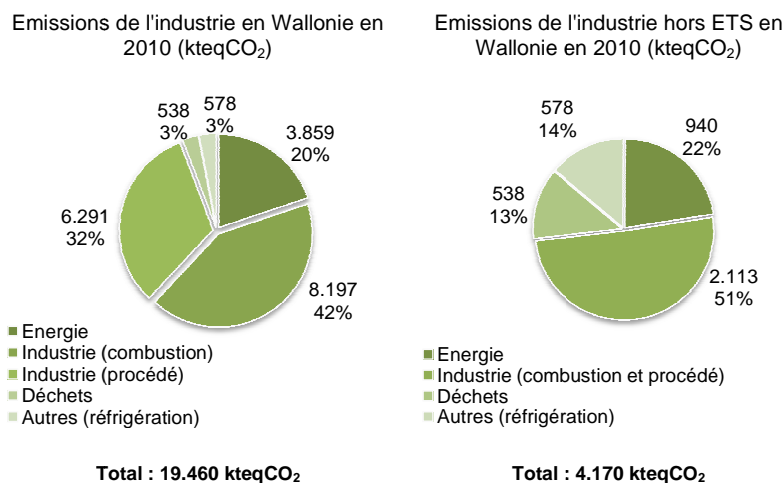
a. Une diminution importante depuis 1990

A partir du tableau de synthèse de l'inventaire régional des émissions de GES, nous avons identifié quatre catégories dont les sources d'émission sont liées à l'activité industrielle :

- Energie : les émissions provenant de la production d'électricité et de chaleur publique et de la production de combustible solide et des autres énergies industrielles (CO₂, CH₄ et N₂O) ;
- Industrie : les émissions issues de la combustion d'intrants énergétiques (CO₂, CH₄ et N₂O) et les émissions issues des procédés de production industrielle (CO₂ et N₂O) ;
- Déchets : les émissions provenant des procédés de gestion des déchets tels que les centres d'enfouissement technique (CET), les stations d'épuration, les centres d'incinération et le compostage (CO₂, CH₄ et N₂O) ;
- Autres : cette catégorie comprend, entre autres, les émissions provenant des fuites de systèmes d'air conditionné et de réfrigération (HFC, PFC et SF₆).

De manière globale, le secteur industriel en Wallonie est à l'origine de 19.460 kteqCO₂ en 2010. 78% de ces émissions (soit 15.260 kteqCO₂) sont couvertes par l'EU ETS. Par conséquent, le potentiel de réduction des projets domestiques peut atteindre au maximum près de 4.200 kteqCO₂.

Figure 27 - Répartition des émissions GES issue de l'industrie et de la gestion des déchets en Wallonie (ETS et hors ETS)



Source : Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

La figure et le tableau suivants résumant les sources industrielles des émissions, leur contribution, et leur évolution depuis 1990. Notons que l'industrie wallonne a réduit fortement ses émissions avec une diminution de 14.320 kteqCO₂ depuis 1990 (soit -42,4%).

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Cette diminution s'explique d'une part par la fermeture d'industries lourdes et d'autre part par des améliorations de l'efficacité énergétique dans les autres secteurs industriels.

Figure 28 - Sources des émissions du secteur de l'industrie en 2010 (kteqCO₂)

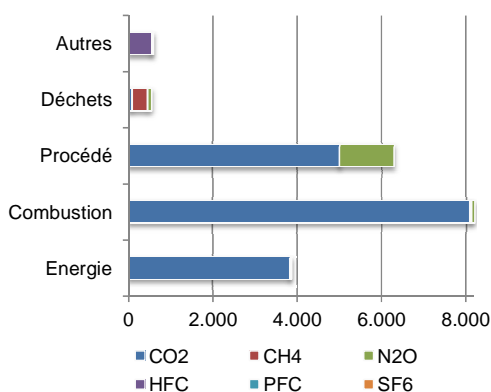


Tableau 18- Evolution des émissions GES du secteur depuis 1990

Source	Gaz concernés	Evolution 2010/1990
Energie	CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O	-42,5%
Industrie (combustion)	CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O	-54,2%
Industrie (procédé)	CO ₂ et N ₂ O	-20,6%
Déchets	CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O	-50,0%
Autres (réfrigération)	HFC, PFC et SF ₆	226,6%
Total		-42,4%

Source : Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

b. Industrie de l'énergie

Les émissions de GES provenant de la production de chaleur et d'électricité à usage public sont à l'origine de 97,4% des émissions du secteur de l'énergie (soit 3.759 kteqCO₂). Les émissions restantes (100 kteqCO₂) proviennent de la production de combustible solide et des autres énergies industrielles. Les émissions de GES du secteur de l'énergie se composent à 99,1% de CO₂, 0,3% de CH₄ et 0,6% de N₂O.

En soustrayant les émissions couvertes par le programme ETS (les centrales de production d'Electrabel et de SPE), on constate que les émissions potentiellement couvertes par des projets domestiques se situent à environ **940 kteqCO₂**. Ces sources d'émissions sont des installations avec une capacité de combustion inférieure à 20 MW.

c. Industrie manufacturière (combustion et procédé)

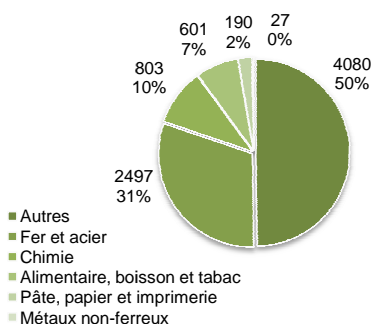
Les émissions de l'industrie manufacturière sont subdivisées en deux catégories : les émissions issues de la combustion de produits énergétiques et les émissions issues des procédés industriels. Les émissions de GES du secteur de l'industrie manufacturière se composent à 90,3% de CO₂, 0,3% de CH₄ et 9,5% de N₂O.

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

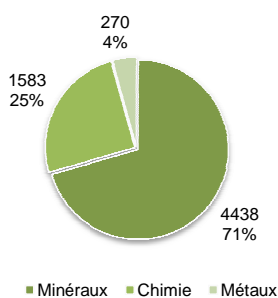
Les figures suivantes présentent la répartition des sources d'émissions de l'industrie manufacturière selon l'origine (combustion ou procédé).

Figure 29 - Répartition des émissions de l'industrie (combustion et procédé) de la Wallonie en 2010

Emissions dues à la combustion de l'industrie wallonne en 2010 (kteqCO₂)



Emissions de procédé de l'industrie wallonne en 2010 (kteqCO₂)



Source : Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

En tenant compte des émissions comprises dans l'ETS, les émissions de l'industrie manufacturière non couvertes par l'ETS atteignent un niveau de **2.110 kteqCO₂**.

d. Traitement des déchets

Les émissions liées au traitement des déchets ne sont pas couvertes par le programme ETS. Elles représentent 1,3% des émissions totales (hors LULUCF³³) de la Wallonie en 2010, soit **538 kteqCO₂**. Cela représente environ 13% des émissions industrielles hors ETS. Les émissions de GES du traitement des déchets se composent à 16,8% de CO₂, 65,3% de CH₄ et 17,9% de N₂O.

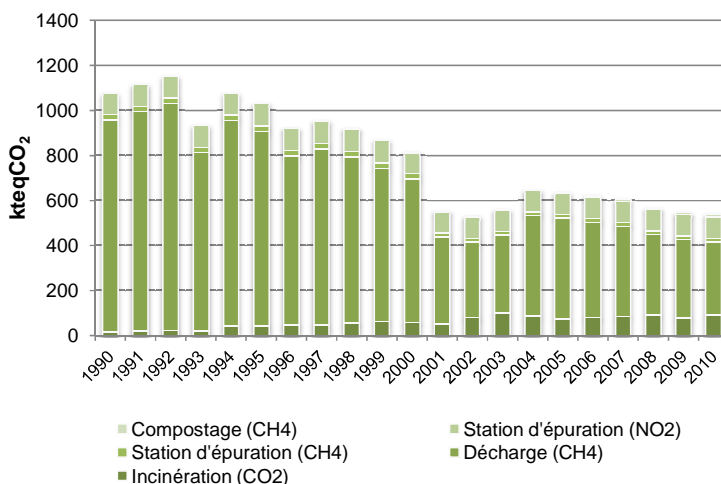
Les émissions issues du traitement des déchets sont subdivisées en 4 catégories :

- la mise en décharge (60%) ;
- le traitement des eaux usées (21%) ;
- l'incinération des déchets hors déchets ménagers (17%) ;
- le compostage (2%).

³³ Land Use, Land Use Change and Forestry

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Figure 30 - Evolution des émissions liées au traitement des déchets en Wallonie de 1990 à 2010 en kteqCO₂



Hormis l'incinération des déchets ménagers repris dans la section énergie de l'inventaire (suivant les guidelines de l'IPCC), la mise en décharge constitue la source d'émission la plus importante du secteur du traitement des déchets (60% avec 324 kteqCO₂). Pourtant, les émissions de méthane (CH₄) ont été fortement réduites ces dernières années grâce d'une part à l'augmentation de la récupération des gaz de centres d'enfouissement technique (CET), valorisés pour leur contenu énergétique et d'autre part à la réduction des quantités de matières biodégradables déposées en CET (collecte sélective et incinération).

Le traitement des eaux usées est également une source importante d'émissions dans le secteur des déchets (21% avec 112 kteqCO₂).

Les émissions liées à l'incinération des déchets sont en augmentation depuis 1990 en raison des politiques privilégiant cette forme de traitement de déchets par rapport à la mise en décharge (Commission Nationale Climat, 2007). En effet, le Plan wallon des déchets - Horizon 2010 privilégie l'incinération adéquatement contrôlée à la mise en CET. En plus de l'emprise spatiale réduite des unités de traitement, l'incinération des déchets présente d'autres avantages par rapport aux CET : réduction du volume des déchets, moindre émission de méthane et meilleure récupération de l'énergie (Godin, 2007).

Finalement, le compostage contribue de façon très marginale aux émissions liées au traitement des déchets. On constate tout de même une hausse des émissions liées à cette pratique depuis 1990 (ces émissions ont été multipliées par cinq). Ce phénomène s'explique par la pratique croissante du tri sélectif et la promotion du recyclage des déchets.

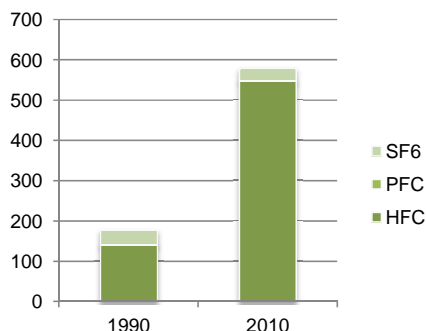
e. Autres (réfrigération)

Les émissions liées aux équipements d'air conditionné et de réfrigération ne sont pas couvertes par le programme ETS. Elles représentent 1,3% des émissions totales (hors LULUCF) de la Wallonie en 2010, soit un potentiel théorique maximal de **578 kteqCO₂**.

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Elles représentent près de 14% des émissions industrielles hors ETS. Les émissions de GES des équipements de réfrigération se composent à 94,3% de HFC, 0,1% de PFC et 5,6% de SF₆.

Figure 31 - Evolution des émissions des équipements de réfrigération entre 1990 et 2010



Source : Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

Parmi les gaz HFC les plus utilisés en Wallonie, on retrouve :

- Le HFC-134a (43%) avec un pouvoir de réchauffement global à 100 ans équivalent à 1.300 kgCO₂ ;
- Le HFC-143a (31%) avec un pouvoir de réchauffement global à 100 ans équivalent à 3.800 kgCO₂;
- Le HFC-125 (24%) pouvoir de réchauffement global à 100 ans équivalent à 2.800 kgCO₂.

III.4.3. Principaux leviers d'action de réduction identifiés dans le secteur de l'industrie hors ETS

a. Pistes de réduction des émissions de CO₂ dans l'industrie hors ETS

Cette section détaille les pistes de réduction des émissions de CO₂ du secteur industriel hors ETS et fournit une estimation quantitative du potentiel de réduction de projets domestiques.

La combustion industrielle

Le potentiel de réduction des émissions de CO₂ des processus de combustion concerne les petites installations de combustion (puissance installée inférieure à 20 MW) aussi bien dans l'industrie de l'énergie que dans les industries manufacturières.

Les solutions d'ordre général concernant les unités de combustion sont les suivantes :

- Privilégier les unités de combustion qui utilisent des biocombustibles (pellets, huile de colza, etc.) permet de réduire de 100% les émissions liées à la combustion ;

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

- Privilégier les unités de cogénération lors de besoin en chaleur relativement important et constant ;
- Remplacer les chaudières qui sont devenues obsolètes (>20 ans) permet l'amélioration de l'efficacité énergétique de 20 à 50% ;
- Améliorer le réglage et la régulation du brûleur permet une économie d'au moins 1% ;
- Colmater les trous et isoler la chaudière permet de réduire jusqu'à 35% la perte de chaleur par les parois de la chaudière ;
- Réguler les chaudières en cascade permet une économie estimée à 3% ;
- Réduire les pertes de distribution de la chaleur (isolation des conduites) ;
- Optimiser la vitesse de régulation ;
- Etc.

Ces pistes de réduction sont assez comparables à celles recommandées suite à des audits énergétiques dans le secteur des bâtiments. L'optimisation d'autres aspects techniques (pression, température, etc.) liés aux besoins des différentes activités industrielles ne sont pas abordés dans cette étude car trop spécifique à chaque type d'installation. En outre, étant donné les différents mécanismes de soutien existants pour le secteur industriel (les accords de branches³⁴, les certificats verts, les primes ou subsides aux investissements propres, etc.), nous considérons que les acteurs industriels hors ETS disposent déjà d'aides suffisantes pour se tourner vers des technologies efficaces de production de chaleur et d'électricité et/ou à base d'intrants renouvelables. En dehors de cas spécifiques (à identifier si nécessaire), le potentiel de projets domestiques additionnels dans ce secteur paraît faible.

Les procédés industriels

L'amélioration de procédés industriels est très difficile à identifier car cela demande un éventail de compétences techniques dans les différents secteurs concernés. Trois secteurs (la production de ciment, de chaux et d'acide nitrique) concentrent 88% des émissions de procédés de l'industrie wallonne (respectivement 41%, 26% et 21%). Néanmoins, les entreprises des secteurs cités ci-dessus sont déjà soumises à l'EU ETS et réalisent déjà d'importants efforts afin de réduire leurs émissions. Par exemple, les entreprises cimentières belges mettent en œuvre des solutions innovantes afin de réduire leurs émissions de procédé (Febelcem, 2007) :

- Avant cuisson, incorporation dans les matières premières de certains matériaux sélectionnés (cendres volantes), déjà décarbonatés ou ne contenant pas de calcaire ;
- Après cuisson, incorporation dans les ciments des constituants (laitiers de haut-fourneaux ou cendres volantes) réduisant d'autant la quantité de clinker, matière issue de la cuisson et constituant de base du ciment.

Il est évident qu'il n'est pas du ressort de cette étude d'identifier de nouveaux procédés de production qui permettront de réduire les émissions de GES. Au contraire, il est plus constructif que les acteurs industriels eux-mêmes identifient les changements de pratique pauvres en GES qui sont compatibles à leur production.

³⁴ Le nombre de projets d'amélioration déjà mis en œuvre est significatif de la volonté des industries de s'inscrire résolument dans la démarche : 778 projets d'investissement réalisés sur les 1.607 projets identifiés, auxquels il convient d'ajouter 115 projets non retenus au départ mais pourtant réalisés (AwAC, 2007).

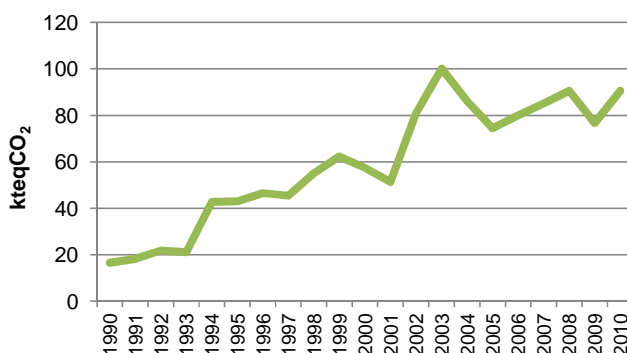
Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

A ce jour, Yara Terre est la seule entreprise qui a pris contact avec l'AwAC pour présenter un projet de réduction des émissions de procédé issues de la production d'acide nitrique. Le projet implique l'installation de nouvelles techniques de réduction des émissions de N₂O sur ces deux réacteurs : un catalyseur à pastilles sera mis en place dans le réacteur d'oxydation.

L'incinération de déchets

Au sein des techniques de traitement des déchets, l'incinération prend une place de plus en plus importante grâce à la possibilité de valoriser la chaleur de combustion par la production d'électricité. Les quatre principaux centres d'incinération en Wallonie valorisent la chaleur par la production électrique de plus de 235.000 MWh/an (d'après les données communiquées sur le site internet de *Belgian waste to energy*). Les émissions de CO₂ associées à l'incinération ont pratiquement été multipliées par cinq depuis 1990 (+445%).

Figure 32 - Evolution des émissions liées à l'incinération des déchets en Wallonie en kteqCO₂



Source : Inventaire des émissions de GES de la Région wallonne de l'année 2010

Au niveau de la gestion des déchets, une autre solution peut être apportée afin de réduire les émissions de GES : limiter la quantité de déchets à traiter. Ce point est détaillé dans la section consacrée à la mise en décharge.

b. Piste de réduction des émissions des autres GES dans l'industrie hors ETS et les déchets

Cette section détaille les pistes de réduction des émissions des autres GES dans l'industrie hors ETS et le secteur des déchets ainsi qu'une estimation quantitative du potentiel de réduction via des projets domestiques.

Les émissions fugitives du réseau gazier

Les émissions fugitives de gaz naturel concernent les pertes de gaz sur les réseaux de transport et de distribution. Le potentiel de ce type de projet réside essentiellement dans son caractère facilement reproductible. En effet, les pertes de gaz naturel dans les réseaux de transport et de distribution sont liées à 50% à des accidents, par définition, diffici-

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

lement contrôlables, et liées à 50% à des pertes dues à l'utilisation normale sur l'ensemble du réseau.

En termes de solutions techniques, on pense naturellement au remplacement des conduites mais celui-ci se fait déjà en temps normal notamment pour des raisons de sécurité et suivant des plans d'investissement pluriannuels. Les autres pistes de solutions sont :

- la réduction de la pression dans les conduites de gaz ;
- le remplacement des régulateurs à haute pression en basse pression ;
- éviter la dépressurisation après la fermeture des conduites ;
- l'utilisation d'ultrasons pour détecter les fuites.

Les solutions techniques existent et il est donc envisageable de récupérer ou de brûler le gaz qui s'échappe à certains endroits ciblés du réseau de transport ou de distribution. Ces solutions sont notamment mises en place sur ou à proximité des sites classés SEVESO étant donné le niveau de protection qui s'impose dans des environnements à haut risque.

On constate qu'il n'existe actuellement, outre la valeur économique du méthane, pas de réelle incitation économique à la prévention, la récupération ou la combustion de ces émissions fugitives par les acteurs du secteur. Les solutions techniques sont relativement coûteuses et un système de projet domestique pourrait constituer un incitant financier nécessaire pour convaincre les acteurs du transport et éventuellement de la distribution du gaz en Wallonie.

L'inventaire des émissions de la Wallonie estime les émissions fugitives liées au méthane à 124 kteqCO₂. En supposant que 25% de ces pertes puissent être évitées, le potentiel théorique de réduction des émissions de CH₄ est de l'ordre de **31.000 teqCO₂**.

La consommation de gaz fluorés

La hausse très importante des émissions de HFC des équipements de réfrigération et de climatisation (+292% depuis 1990) fait suite à la mise en œuvre du Protocole de Montréal, notamment à travers le règlement européen 2037/2000 relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. Ces accords visent à interdire l'utilisation de substances destructrices d'ozone (CFC). Ces dernières ont alors été remplacées par les HFC pour des utilisations diverses telles que la réfrigération, le conditionnement d'air, la production de mousses isolantes et de certains aérosols, etc. Mais il est également possible de remplacer les gaz CFC par des gaz non fluorés, tels que l'ammoniac pour la réfrigération, le pentane et le CO₂ pour les mousses isolantes, etc.

L'ensemble des gaz fluorés, HFC, PFC et SF₆, ont été inclus dans le Protocole de Kyoto en raison de leur impact élevé sur le réchauffement climatique. En effet, les gaz HFC ont un potentiel de réchauffement global (PRG) de 1.000 à 3.000 fois plus élevé que celui du CO₂. En Wallonie, la consommation de HFC dans les équipements de climatisation et de réfrigération s'élève à 544 kteqCO₂ pour l'année 2010.

Avant d'évaluer le potentiel de réduction des émissions, il est important de souligner que ces gaz font déjà l'objet de suivi de la part des instances européennes. Ainsi, un règlement européen (842/2006) est d'application depuis 2006 afin de tenter de réduire les émissions de HFC-PFC. Ce règlement met en place 3 concepts pour limiter les fuites de gaz dans les équipements frigorifiques :

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

- le confinement : afin de prévenir les fuites et les réparer dans les meilleurs délais ;
- la récupération : mesures qui permettent une récupération correcte des agents réfrigérants ;
- la certification : la certification du personnel et des entreprises concernées par l'installation, la maintenance ou l'entretien des équipements.

La Commission européenne a également lancé fin 2011 une consultation publique sur le renforcement des mesures de l'UE visant à réduire les émissions de gaz fluorés.

Un rapport de la Commission conclut que le règlement existant sur les gaz fluorés a une incidence notable et qu'il reste une marge de manœuvre importante pour réaliser des réductions d'émissions supplémentaires et économiquement avantageuses. La principale piste concerne la possibilité d'utiliser des substituts aux gaz fluorés qui ne contribuent pas au changement climatique ou qui y contribuent dans une moindre mesure. Le rapport indique qu'il est possible d'éliminer en Europe jusqu'à deux tiers des émissions actuelles de gaz fluorés d'ici à 2030 (European Commission, 2011).

Sur base de l'anticipation progressive du scénario de la Commission européenne d'une réduction de 2/3 de la consommation des gaz fluorés d'ici 2030, le potentiel de réduction des émissions liées à la consommation de gaz HFC en Wallonie d'ici 2020 est estimée à **163.500 teqCO₂** (hypothèse conservatrice d'une diminution de 30% par le biais de projets domestiques).

Le traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées est également une source importante d'émissions (112 kteqCO₂). Les sources d'émissions peu diffuses et les solutions techniques existantes telles que la bio-méthanisation des boues de stations d'épuration (STEP) pourrait permettre d'envisager une réduction des émissions par le développement d'un programme de projets.

D'après ValBiom, le potentiel technique des boues de STEP s'élèverait à 21.000 tonnes, valorisable via bio-méthanisation ce qui représente 56 GWh. Un potentiel additionnel pourrait être mobilisé via une modification des autres utilisations des boues, soit un potentiel théorique total de 31.000 tonnes soit 83 GWh. Suite aux difficultés de mise en œuvre des projets, ValBiom estime que seuls 30% du potentiel pourrait être mobilisé d'ici 2020, soit 28 GWh (Pieret, 2010). Cela engendrerait une réduction d'émission de l'ordre de **33.600 teqCO₂** pour la récupération du méthane et, en prenant pour hypothèse que le biogaz se substitue au mazout, de **7.500 teqCO₂** pour la valorisation énergétique du méthane (un peu plus de 5.000 teqCO₂ si le biogaz remplace du gaz naturel).

La mise en décharge

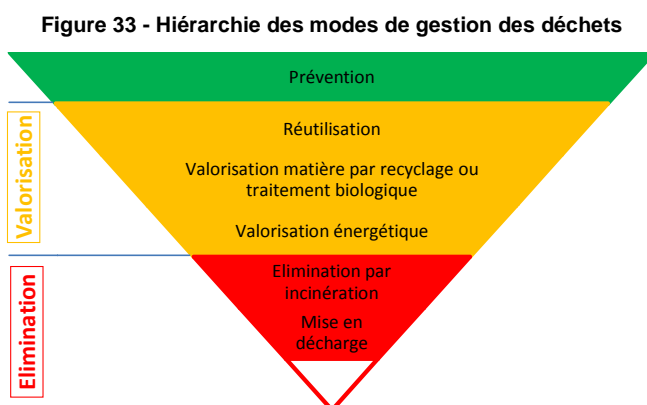
Les émissions de méthane provenant de la mise en décharge de déchets ont été réduites de 66% depuis 1990 grâce à l'augmentation de la récupération des gaz de CET et à la réduction des quantités de matières biodégradables déposées en CET.

La récupération de méthane émis par la fermentation des déchets peut être valorisée en électricité et/ou en chaleur ou, théoriquement, en le réinjectant, après purification, dans le réseau. Pour l'année 2010, l'inventaire des émissions de GES de la Wallonie a comptabilisé des fuites de méthane issues des décharges pour un total de 324 kteqCO₂. En théorie,

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

nous pourrions prendre l'hypothèse que la moitié des émissions fugitives de méthane des décharges pourrait être valorisée ou détruite par torchère, ce qui représenterait un potentiel de réduction de 162.000 teqCO₂. Néanmoins, depuis 2010, la mise en CET des déchets organiques est interdite ce qui diminue de manière drastique les quantités d'émissions fugitives de méthane. La rentabilité de cette mesure sur les petits CET non équipés pourrait être analysée mais semble a priori être très faible.

Une autre possibilité pour réduire les émissions du secteur est de diminuer la quantité de déchets à traiter. Il est important de rappeler la hiérarchie des modes de gestion de déchets encouragée par la réglementation européenne :



Source : environnement.wallonie.be

La prévention consiste, entre autres, à prévenir ou à réduire la production de déchets ou de leurs composants. La prévention se fait en principe au niveau de la production de biens de consommation en modifiant la composition de ceux-ci afin d'atteindre des objectifs fixés. Il existe deux types de prévention :

- la prévention qualitative : restreindre la diversité des composants de produits. Par exemple, le secteur automobile qui utilise désormais trois types de plastique au lieu d'une vingtaine afin d'améliorer le recyclage des véhicules en fin de vie ;
- la prévention quantitative : réduire la quantité de matériaux utilisés. Par exemple, le poids des bouteilles en plastique qui a diminué de 30 à 40% en une trentaine d'années.

La valorisation d'un déchet consiste à trouver un nouvel usage pour tout ou partie du matériau dont il est constitué, soit par réemploi, réutilisation, régénération, récupération, recyclage, l'équarrissage pour les déchets animaux, le traitement biologique, soit par son utilisation au sein d'un procédé pour son apport énergétique (co-incinération).

Le choix de l'une ou l'autre filière de valorisation va dépendre de la nature du déchet et de son mode de collecte (flux mélangé ou trié), de ses caractéristiques (bois, papier,...), de son volume ainsi que de sa disponibilité.

La mise en décharge et l'incinération sans valorisation énergétique sont ainsi les ultimes étapes du processus de gestion des déchets.



Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Des actions complémentaires peuvent être mises en place afin de promouvoir le tri et la collecte sélective des déchets. Par exemple, la région de Bruxelles-Capitale envisage de développer le projet Bruxelles-Biogaz qui permet de valoriser les déchets verts en organisant une collecte systématique et en soutenant le développement d'une centrale de biométhanisation. A Liège, Intradel envisage aussi la construction d'une centrale de biométhanisation. Notons qu'ici aussi il est important de tenir compte des émissions liées à la logistique pour le transport de la biomasse. En effet, le bilan carbone global peut être supérieur à de l'incinération avec récupération de chaleur lorsque l'on inclut les émissions engendrées par la logistique et les procédés.

III.4.4. Résumé du potentiel théorique pour des projets domestiques dans les secteurs de l'industrie hors ETS et des déchets

Projets / changements de pratique	Potentiel de réduction annuelle (teqCO ₂ /an)	Données et hypothèses retenues	Information complémentaire sur le monitoring et les coûts de réduction
Réduire les émissions fugitives du réseau gazier	31.000 teqCO₂/an	Hypothèse : 25% des fuites de méthane du réseau peuvent être évitées grâce à des investissements pour moderniser le réseau gazier.	Si un projet pilote de projet domestique pourrait être lancé en partenariat avec Fluxys, il est cependant probable que la finance carbone ne puisse pas apporter un financement significatif face à l'ampleur des investissements.
Réduire la consommation de gaz fluorés	163.500 teqCO₂/an	Anticipation progressive du scénario de réduction des gaz fluorés de la Commission européenne : réduction de 30% d'ici 2020	La France a mis en place un projet domestique lié à la destruction de gaz fluorés. Ces projets sont parmi les plus rentables du CDM. Le CDM avait même conduit à des productions non justifiées économiquement de HFC pour pouvoir bénéficier des revenus liés à la destruction (Wara, 2007). La difficulté ici est de pouvoir aller plus loin et plus vite que la réglementation européenne afin de justifier le recours à la finance carbone et garantir le caractère additionnel.
Bio-méthanisation des eaux usées	33.600 teqCO₂/an (récupération du CH ₄) + 7.500 teqCO₂/an (substitution au mazout)	Le potentiel mobilisable d'ici 2020 est estimé à 28 GWh (Pieret N., 2010) ; Substitution au mazout	Si la région pouvait acheter les éventuels crédits carbone à un à l'avance alors la mise en place d'un projet domestique, en renfort des aides déjà existantes, pourrait renforcer le développement de cette technologie.

III.4.5. Politiques existantes et spécificités du secteur industriel

a. Politiques et mesures existantes

Le Plan Air Climat pour le secteur industriel inclut une série de mesures qui ont un impact direct sur les émissions de GES :

- La mesure 36 encourage la poursuite de la dynamique des accords de branche avec le secteur industriel ;
- La mesure 37 souhaite de favoriser l'utilisation d'énergie renouvelable et de la cogénération dans l'industrie ;
- La mesure 40 soutient la définition des exigences en matière de PEB pour les bâtiments industriels en fonction de leur destination.

Le Plan Air Climat pour le secteur des déchets inclut plusieurs mesures qui ont un effet indirect sur la réduction des GES :

- La mesure 92 encourage l'évaluation de divers mécanismes réduisant l'impact environnemental du secteur des déchets ;
- La mesure 93 permet l'adoption et l'application de conditions sectorielles ayant trait à la bio-méthanisation et au compostage.

b. Mécanismes de soutien identifiés

Ci-dessous, une revue des initiatives mises en place récemment qui contribuent à réduire les émissions dans ce secteur.

Tableau 19 – Exemple de mécanismes de soutien dans l'industrie hors ETS et les déchets

Nom projet	Description	Organismes	Financement
Les accords de branche	Les accords avec les fédérations industrielles consistent à la réalisation d'audits au sein des entreprises afin d'identifier le potentiel d'économie et à la préparation de plans de réduction des émissions de gaz à effet de serre et/ou d'amélioration de l'efficacité énergétique. Un rapport sectoriel est publié chaque année avec les résultats chiffrés des objectifs du secteur. Depuis 2003, de nombreux secteurs industriels tels que la chimie, le papier, la sidérurgie, le verre, le ciment se sont engagés dans le processus.	Région wallonne	Région wallonne
Les certificats verts	Le système des certificats verts permet d'offrir une rentrée financière supplémentaire pour les producteurs d'électricité verte et de garantir un certain pourcentage	Région wallonne CWAPE	Le Gouvernement wallon a prévu un mécanisme des-

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

	<p>ge de production d'électricité verte pour l'ensemble de la Wallonie. Chaque site de production d'électricité verte doit disposer d'un certificat de garantie d'origine (CGO) qui atteste que la production d'électricité permet réellement d'économiser des émissions de CO₂.</p>		<p>tiné à garantir un prix minimum des certificats verts sous certaines conditions. Ce prix minimum garanti est de 65 € par certificat vert.</p>
<p>EIE - Energie intelligente pour l'Europe</p>	<p>Le programme Energie Intelligente – Europe (EIE) est mis en œuvre par l'Agence Exécutive pour la Compétitivité et l'Innovation. Il s'inscrit dans la lignée de la politique européenne en matière d'énergie qui a pour objectifs la durabilité, la compétitivité et la sécurité des approvisionnements énergétiques de l'Union Européenne. Concrètement, de 2007 à 2013, le programme représente un montant d'investissements de quelque 730 millions d'euros destinés à soutenir les politiques d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique européennes. Il tend à encourager la consommation d'énergies intelligentes prouvées. Le programme couvre 4 thèmes :</p> <ul style="list-style-type: none"> •L'efficacité énergétique (SAVE); •L'efficacité énergétique dans les transports (STEER); •Les sources d'énergies renouvelables (ALTENER) ; •Les initiatives intégrées. 	<p>Union européenne</p>	<p>Région wallonne Union européenne</p>

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

IV. Analyse synthétique et conclusion

IV.1 Analyse synthétique des projets

Dans le tableau ci-dessous nous présentons une grille de critères afin de faire ressortir les projets ayant le potentiel le plus intéressant dans le cadre de la mise en œuvre d'un mécanisme de projet domestique en Wallonie.

Code Couleur	Potentiel de réduction annuelle (teqCO ₂)	Additionalité	Complexité de la méthodologie	Financement carbone
	Inférieur à 25.000	Il existe déjà des normes ou contraintes au niveau wallon et/ou le projet est déjà programmé dans les plans d'investissements	Il n'existe pas de méthodologie ou la méthodologie semble être compliquée à mettre en place	Le financement carbone contribue à moins de 5% de l'investissement total (en prenant un prix de 20€ par tonne de CO ₂).
	Entre 25.000 et 100.000		Il existe déjà une méthodologie dans le secteur volontaire ou la méthodologie semble être techniquement réalisable	Le financement carbone contribue entre 5% et 50% de l'investissement total (en prenant un prix de 20€ par tonne de CO ₂).
	Plus de 100.000	Il n'existe pas encore de normes ou contraintes au niveau wallon et/ou le projet n'est pas encore programmé dans les plans d'investissements	Il existe déjà une méthodologie appropriée dans le cadre du CDM/JI ou la méthodologie semble être facile à implémenter	Le financement carbone contribue à plus de 50% de l'investissement total (en prenant un prix de 20€ par tonne de CO ₂).

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Transport				
Projets	Réduction (teq-CO ₂ /an)	Additionalité	Complexité méthodologique	Finance carbone
Transport collectif en site propre	14.000 Deux projets d'ici 2020 : tram à Liège et métro à Charleroi			
Développement du car-sharing	9.500			
Remplacement de flotte – bus hybrides	19.200 à terme (la moitié en 2020)			
Remplacement de flotte – bus au bio-méthane	38.400 à 48.000 (la moitié en 2020)			
Liaisons fluviales	190.000 à l'horizon 2020			
Alternatives ferroviaires au réseau routier	NA			
Plateformes multi-modales	NA			
Adaptation des horaires de livraison (centres urbains)	9.000			
Cours d'éco-conduite	120.000			

Bâtiments				
Projets	Réduction (teq-CO ₂ /an)	Additionalité	Complexité méthodologique	Finance carbone
Isolation des parois des bâtiments des administrations publiques	2.000 à 5.000			
Isolation des parois des bâtiments scolaires	2.000 à 5.000			
Isolation des parois des bâtiments des institutions des soins de santé	2.000 à 5.000			
Isolation des parois des logements sociaux ou collectifs	5.000 à 15.000			
Programme pour	25.000			

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

distribuer des pommeaux de douche efficace				
Promotion de la cogénération, si possible à partir de biomasse.	1.000 à 10.000			
Remplacement de vitrages	NA			

Agriculture				
Projets	Réduction (teq-CO ₂ /an)	Additionalité	Complexité méthodologique	Finance carbone
Réglage des tracteurs + Itinéraire technique simplifié	entre 12.000 et 43.000			
Utilisation de miscanthus	245.000			
Utilisation de taillis à très courte rotation (TtCR)	72.500			
Bois-énergie	210.000			
Bois-construction	87.000			
Augmenter la productivité ou réduire le cheptel bovin	42.000			
Modifier la ration pour diminuer la fermentation entérique des bovins	82.000			
Modifier la ration pour diminuer les déjections des bovins	68.000			
Bio-méthanisation des effluents d'élevage porcin et bovin	53.000 (récupération du CH ₄) et 240.000 (substitution au mazout)			
Diminuer la surfertilisation	89.000 (réduction de la fertilisation) 32.000 (réduction de la			

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

	production d'engrais)			
Introduire des trèfles blancs dans les prairies	77.000 (réduction de la fertilisation) 28.000 (réduction de la production d'engrais)			
Introduire des cultures intercalaires CIPAN avant les cultures de printemps	17.000 (réduction de la fertilisation) 2.000 (réduction de la production d'engrais)			
Le non-labour	87.500			
La conversion de terres labourées en prairies permanentes	36.000			
Restaurer le couvert végétal (haies et petits bois)	1.500			
La conversion de terres labourées en forêts (long terme)	14.500			

Industrie hors ETS				
Projets	Réduction (teq-CO ₂ /an)	Additionalité	Complexité Méthodologique	Finance carbone
Réduire les émissions fugitives du réseau gazier	31.000			
Réduire la consommation de gaz fluorés	163.500			
Bio-méthanisation des eaux usées	33.500 (récupération du CH ₄) 7.500 (substitution au mazout)			

En analysant le tableau ci-dessous on constate que sept projets sont verts pour au moins deux critères et n'ont aucun critère rouge. Il s'agit :

- 1) Organisation des cours d'éco-conduite
- 2) Distribution de pommeaux de douche
- 3) Plantation de miscanthus
- 4) Plantation de taillis à très courte rotation
- 5) Biométhanisation

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

6) Destruction de gaz fluorés

Bien que non analysé, dans notre étude le potentiel du covoiturage sera aussi analysé dans la partie opérationnelle.

IV.2 Conclusion

Sur base de l'analyse des expériences à l'étranger, les initiatives allemandes, danoises, françaises et néerlandaises en matière de projets domestiques sont celles qui présentent le plus d'intérêt dans le cas wallon.

Le cas français est intéressant en raison du développement de méthodologies originales par rapport aux mécanismes de flexibilité de Kyoto et souples dans leur mise en œuvre. Le concept de « Kyoto-responsabilité » développé aux Pays-Bas est particulièrement pertinent puisqu'il s'agit d'inciter les acteurs économiques à contribuer aux efforts de réduction de la Wallonie plutôt que de les encourager à obtenir une neutralité carbone sans doute encore trop chère à atteindre pour de nombreux secteurs. En période de crise et étant donné que la Wallonie pourrait avoir des difficultés à atteindre ses objectifs dans les secteurs non couverts par l'EU ETS, cette responsabilité partagée entre secteurs privés et pouvoirs publics prend tout son sens. En promouvant cette responsabilité la Wallonie pourrait créer une demande pour des crédits de compensation générés par un système domestique wallon et assurer que cette demande se fasse à un prix supérieur aux cours en vigueur sur les marchés du carbone (en juillet 2012 un ERU s'échangeait à seulement 3,7€ sur le marché secondaire et les perspectives futures de CDC Climat sur l'évolution du prix des crédits carbone ne sont guère optimistes).

Si la possibilité de générer des crédits à travers la mise en place de projets ou changements de pratiques dans l'économie wallonne est avérée, un mécanisme de projets de domestique ne peut fonctionner que s'il existe une demande pour les crédits octroyés.

En 2012, il apparaît que la demande pour des crédits issus de projets de mise en œuvre conjointe arrive à saturation, maintenant le prix des ERU à un niveau trop faible pour susciter l'intérêt de développeurs de projets.

Un lien direct avec l'EU ETS, notamment à travers l'article 24bis de la directive Emission Trading semble difficile à envisager dans le contexte de surplus de quotas sur le marché du carbone européen.

En conséquence, il semble qu'une nouvelle source de demande devra être créée. Dans un premier temps, il serait plus aisé que cette source se trouve en Wallonie.

L'enjeu pour la Wallonie est de mobiliser un public peu affecté par le renchérissement de l'énergie et les réglementations tout en permettant de financer des projets bas carbone novateurs, notamment dans des domaines non liés à l'énergie (agriculture, gaz fluorés, etc.). La démarche de « Kyoto-responsabilité » ou « responsabilité climatique » serait un moyen de mettre en avant le rôle responsable des acteurs wallons qui s'engagent dans la réduction des émissions sans pour autant risquer de compromettre le budget (financier et carbone) de la Région.



Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Dans le contexte actuel d'incertitude post-2012 sur les négociations internationales, le développement de marchés du carbone, et l'équilibre offre-demande sur le SCEQE (EU ETS), la Wallonie devra identifier toutes les alternatives possibles pour pouvoir développer des projets domestiques. Des liens pourront aussi être établis avec la mise en place d'un futur label entreprise éco-systémique inscrite dans la DPR. Il semble en effet qu'une entreprise éco-systémique devrait au minimum contribuer à l'atteinte des objectifs de réduction de la Wallonie (ce qui n'empêche pas des entreprises plus ambitieuses d'atteindre la neutralité carbone).

V. Références

V.1 Publications

Akkermans L., Vanherle K., Moizo A., Raganato P., Schade B., Leduc G., Wiesenthal T., Shepherd S., Tight, M., Guehmann, A., Krail M., et Schade W (2010), *Ranking of measures to reduce GHG emissions of transport: reduction potentials and qualification of feasibility*. Deliverable D2.1 of GHG-TransPoRD: Project co-funded by European Commission 7th RTD Programme. Transport & Mobility Leuven, Leuven.

Ansenne A.S. (2010), Actions et valorisation économique des réductions des émissions de GES dans le domaine agricole, ValBiom, Travail réalisé dans le cadre de la convention cadre FARR-Wal, Filière Agriculture et Ressources Renouvelables en Wallonie, Belgique

Arnaud E., de Dominicis A., Leguet B., Leseur A. et de Perthuis C. (2005), Elargir les instruments d'action contre le changement climatique grâce aux projets domestiques – Rapport d'évaluation, CDC Climat Recherche, Groupe Caisse des Dépôts, France

Arvalis (2005), Utilisation de la biomasse pour des usages non-alimentaires, Institut du végétal, Cultural 2005, France

AwAC (2007), Plan air et climat de la Région wallonne, Ministère de la Région wallonne Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Belgique

Banque Mondiale (2011), *States and Trends of the Carbon Market*, juin 2011

Bellassen, V., 2011. What will the market be for Kyoto credits in 2014 and 2015? Tendances Carbone 64, 1 p.

Bellassen, V., Viovy, N., Luyssaert, S., Maire, G., Schelhaas, M.J., Ciais, P., 2011. Reconstruction and attribution of the carbon sink of European forests between 1950 and 2000. *Global Change Biology*.

B-Mobility Trends (2011), Numéro 30 - Décembre 2011



Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Belgium NIR (2011), Belgium's Greenhouse Gas Inventory (1990-2009) National Inventory Report 2011, prepared by Flemish Environment Agency (VMM), Flemish institute for technological research (VITO), Walloon Agency for Air and Climate (AwAC), Brussels Environment (IBGE-BIM), Federal Public Service of Health, Food Chain Safety and Environment and Interregional Cell for the Environment (IRCEL-CELINE), Belgium

CE Delft (2008), STREAM, *Studie naar transport emissies van alle modaliteiten*.

Chyzenko, M., 2011. Personal communication.

Clapp, C., Leseur, A., Sartor, O., Briner, G., Corfee-Morlot, J., Clapp, C., Leseur, A., Sartor, O., Briner, G., Corfee-Morlot, J., 2010. Cities and Carbon Market Finance: Taking Stock of Cities' Experience With Clean Development Mechanism (CDM) and Joint Implementation (JI). OECD Publishing.

Climate Focus, 2010. Domestic Offset Projects in Denmark: An assessment of JI Host Country Experiences. Amsterdam.

Cmíral, M., 2003. Small-scale carbon project bundling. Unido.

Commission européenne (2003), Directive 2003/30/CE, Véhicules à moteur: Utilisation des biocarburants,
http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/l21061_fr.htm

Commission nationale Climat (2007), Emissions de gaz à effet de serre en Belgique 2007 – Tendances, projections, et progrès par rapport à l'objectif de Kyoto, Commission nationale du climat, Belgique

Couturier C., Bochu J.-L., Pointereau P., Doublet S. (2003), 12 propositions pour lutter contre le changement climatique dans le secteur de l'agriculture, Solagro, Plan Climat Groupe Agriculture – Forêt – Produits dérivés, France

Danish Energy Agency, 2011. Developing a domestic emission reduction mechanism [WWW Document]. URL <http://www.ens.dk/en-US/ClimateAndCO2/>

Deheza, M., Bellassen, V., 2010. Getting carbon value out of the forestry and wood sector in Annex I Countries: The French Example (No. 20), Climate Report. CDC Climat Research, Paris.

Deheza, M., Bellassen, V., Rubio, M., Leguet, B., Casset, L., Delbosc, A., Guinard, L., Henry, J.-Y., Le, H., Levet, A.-L., Martel, S., Morel, R., Postec, G., Rondet, M., Stephan, N., Szczepan, N., Toppan, E., Vial, E., 2011. Comptabilisation nationale et incitation locale – Comment gérer le risque d'incompatibilité? (Dossier du Club Carbone Forêt-Bois No. 3). CDC Climat Research, Paris.

Dries Consultant (2010) EIE pour un projet de construction d'une plateforme multimodale « Trilogiport » et ses accès à Hermalle-sous-Argenteau

Dufourny. S., Pieret N., Robinet D. (2009), Atelier production d'électricité et de chaleur, Assemblée Générale ValBiom, Gembloux, Belgique



Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Ecorem (2010), Etude environnementale stratégique. Liaison fluviale à grand gabarit Seine-Escaut et raccordements sur le territoire wallon, étude commanditée par la Région wallonne.

Edora (2011), Livre Vert, Bio-méthanisation - production de biogaz et de fertilisants verts en RW, Belgique

European Commission (2011), On the application, effects and adequacy of the Regulation on certain fluorinated greenhouse gases (Regulation (EC) No 842/2006), Report from the commission, Europe

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2010), Biogas Basisdaten Deutschland, Allemagne

Febelcem (2007), La contribution de l'industrie cimentière à la réduction des émissions de CO₂, CBR, CCB et Holcim, Belgique

Fiorelli J.-L., Soussana J.-F. et Cellier P. (2009), Emissions de gaz à effet de serre et efficacité énergétique en agriculture Introduction à la problématique de leurs calculs, Optenerges, Metz, France

Fluxys (2011), Rapport financier annuel, Belgique

Foucherot C. et Bellassen V. (2011), Les projets de compensation carbone dans le secteur agricole, Etude climat n°31, La recherche en économie du changement climatique, CDC Climat Recherche, Groupe Caisse des Dépôts, France

Godin M.-C. (2007), L'élimination des déchets, le rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007, Analyse de l'utilisation des ressources, l'utilisation des ressources forestières, Belgique

Goodell, J. (2006), "Capital Pollution Solution?", New York Times, 30 juillet 2006

Goubet, C., 2011. The future Californian carbon market revealed (Climate Brief No. 9). CDC Climat Research, Paris.

Government of the Russian Federation, 2011. Decree #780 on measures of implementation of the article 6 of the Kyoto Protocol (in Russian) [WWW Document]. Consultant Plus. URL <http://base.consultant.ru/>

Gray, M., Greenwood, T., 2011. Forecasted AAU Positions for 2008-12: Implications for International Emissions Trading [WWW Document]. IDEA Carbon. URL <http://www.ideacarbon.com/>

Guns A. (2010), Emissions de gaz à effet de serre et de gaz acidifiants du secteur agricole en Région Wallonne, AwAC, Belgique

Gusbin (2004), « Conséquences énergétiques et sectorielles à long terme d'une contrainte sur les émissions de CO₂ en Belgique », Danielle Devogelaer et Dominique Gusbin, Belgique

Gybels, K., Wustenberghs H., Claeys D., Verhaegen E., Lauwers L. et Kestemont B. (2009), Nutrient Balance for Nitrogen. Statistics Belgium, Working paper n°22. SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie et ILVO, Belgique

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Jamieson, T., Brasell, R., Wakelin, B., 2005. Projects to Reduce Greenhouse Gas Emissions in New Zealand. IPENZ.

Kebe, A., Bellassen, V., Leseur, A., 2011. Voluntary carbon offsetting by local authorities: practices and lessons (Climate Report No. 29). CDC Climat Research, Paris.

Hennart S., Lebacqz T., Rabier F., Lejeune L., Paul C., Peeters P., Stilmant D., Morhain B. (2010), Typologie des exploitations agricoles wallonnes, Département Agriculture et Milieu naturel, Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W), Belgique

Hertveldt B., Hoornaert B., Mayeres, I. (2009), *Perspectives à long terme de l'évolution des transports en Belgique : projection de référence*. Bureau Fédéral du Plan, Bruxelles.

ICEDD (2008), L'industrie wallonne de la construction, La situation environnementale des entreprises en Région wallonne, pour le compte la Direction Générale de l'agriculture, des Ressources, naturelles et de l'Environnement, Belgique

ICEDD (2009), Le secteur tertiaire, pour le compte la Direction Générale de l'agriculture, des Ressources, naturelles et de l'Environnement, Belgique

ICEDD (2010), Recueil de statistiques énergétiques de la Wallonie 2000-2008. SPW DG04, Namur

INRA (2003), Contribution à la lutte contre l'effet de serre, stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?, France

Intelligent Energy Europe, 2009. *The environmental impact of car-sharing use. Car-sharing fact sheet*, MoMo N°3. A consulter : http://www.uitp.org/pdf/factsheet_3e_Umwelt.pdf

IPCC (2006), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management, Chapter 11: N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application

IPCC (2007), "Climate Change 2007: Synthesis Report. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change", GIEC

Jossart J.-M. (2008), Plan d'Action Biocarburants, Facilitateur Biocarburants, ValBiom, Belgique

Juillot D. (2003), La filière bois française, la compétitivité enjeu du développement durable, Rapport au Premier Ministre, France

Knoden D., Lambert R., Nihoul P., Stilmant D., Pochet P., Crémer S. et Luxen P. (2007), Fertilisation raisonnée des prairies, les livrets de l'agriculture, Ministère de la Région wallonne Direction générale de l'Agriculture, Belgique

Laurent C., Lecomte H. et Noiret O. (2007), La composition, l'évolution et l'exploitation de la forêt, le rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007, Analyse de l'utilisation des ressources, l'utilisation des ressources forestières, Belgique

Leseur A., Elisseeff V. et Mousset J. (2006), Les marchés du carbone : quelle place pour l'agriculture française ?, SAF agriculteurs de France, ADEME et CDC Climat Recherche, Groupe Caisse des Dépôts, France

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

- Luxen P (2010), Valorisation des engrais de ferme : Opportunités et limites, directeur d'Agra-Ost, Belgique
- Mathot M., Lambert R., Stilmant D., Froidmont E. et Decruyenaere V. (2010) Impacts de l'alimentation, de la stabulation, du niveau de paillage et du compostage sur les émissions de gaz à effet de serre liées aux déjections bovines, UCL et CRA-W, Belgique
- Mignon C. (2011), Agro-combustibles : Analyse de la disponibilité de la paille, ValBiom, CRA-w, FARR-Wal, Belgique
- Ministry for Economic Development of Russia, 2009. Order #485 on the rules of selection of applications for projects under article 6 of the Kyoto Protocol (in Russian) [WWW Document]. URL <http://www.referent.ru/1/149843>
- Ministry for the Environment of New Zealand, 2011. Projects to reduce emissions (PRE) [WWW Document]. URL <http://www.mfe.govt.nz/issues/climate/policies-initiatives/projects/>
- Mühlpointner, T., 2010. Domestic Offset / JI implementation in Germany - Presentation by FutureCamp Climate GmbH.
- Muhr, E. (2010), *Report survey on satisfaction of Cambio clients in Wallonia*. <http://www.momo-cs.eu/index.php?obj=page&id=146&unid=9f7ddb5b44cc55a1facc29e014ad2e96>
- Nitrawal (2007), Règles d'épandage de l'azote sur les terres arables, Belgique
- Nitrawal (2008), CIPAN : Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrate - la destruction des CIPAN, fiche du classeur Eau-Nitrate, Belgique
- Nitrawal (2010), Fertilisation raisonnée des cultures, fiche du classeur Eau-Nitrate, Belgique
- Nitrawal (2011), Fertilisation raisonnée en prairie, fiche du classeur Eau-Nitrate, Belgique
- OECD (2004), *Agriculture*
Organisation for Economic Co-operation and Development
- Otten, M. et van Essen, H. (2010), "Why slower is better - Pilot study on the climate gains of motorway speed reduction", CE Delft report
- Parlement européen et Conseil de l'Union européenne (2006), Règlement (CE) n° 842/2006 du Parlement européen et du Conseil, du 17 mai 2006, relatif à certains gaz à effet de serre fluorés
- Peters-Stanley, M., 2012. *Bringing it Home: Taking Stock of Government Engagement with the Voluntary Carbon Market*. Ecosystem Marketplace, Washington, D.C.
- Pieret N. (2010), Appui technique à la rédaction du Plan d'Action Wallon Energies renouvelables – Volet biomasse, Rapport final (extrait), ValBiom asbl, Avec l'appui du CRA-W, Département Valorisation des productions agricoles, Unité Biomasse, bioproduits et bioénergie, Belgique

Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

Rabier F. (2010), Synthèse de diagnostics énergétiques d'exploitations agricoles wallonnes, attachée scientifique au CRA-W, Belgique

Remrova, M., Vos, J., 2006. Small-Scale Project Bundling for Joint Implementation: A Biomass Energy Portfolio for The Czech Republic.

Robinet D. (2009), Bilan environnemental et énergétique de la culture du miscanthus, Val-Biom, Farr-Wal, Région wallonne – Direction Générale de l'agriculture, Belgique

Shishlov, I., Bellassen, V., Leguet, B., 2012. Joint Implementation: a frontier mechanism within the borders of an emissions cap (Climate Report No. 33). CDC Climat Research.

Shyrkozhukhov, A., Polonyk, O., 2011. Joint implementation projects in Ukraine: tips for prospective investors. Avellum Partners.

SPF Economie (2011), Chiffres clés de l'agriculture 2010, Service Public Fédéral Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie, Belgique

SPW-DGO4 (2007), Enquête sur la qualité de l'habitat en Région wallonne 2006-2007. Etudes et documents, logements 5, Ministère de la Région wallonne, direction générale de l'aménagement du territoire, du logement et du patrimoine, Division du logement

SPW (2008), Plan régional wallon d'allocation des quotas d'émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de la directive 2003/87/CE, Période 2008-2012, Belgique

SPW - DGARNE (2010), Evolution de l'économie agricole et horticole de la Wallonie 2009 – 2010, Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement, Département de l'Etude du milieu naturel et agricole, Direction de l'Analyse économique agricole, Belgique

SPW DGO3 (2010), Tableau de bord de l'environnement wallon, Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement, Cellule Etat de l'environnement wallon, Belgique

SRWT (2010), Rapport d'activité 2010.

<http://www.infotec.be/index.aspx?PageId=633044650068942246>

State Environmental Investment Agency of Ukraine, 2012. Annual Report of the State Environmental Investment Agency of Ukraine (in Ukrainian).

Stilmant D. (2010), L'agriculture, quelles évolutions possibles ? Avec quels impacts en termes de consommations d'énergie et d'émissions de GES ?, directeur de l'Unité Valorisation du CRA-W, Belgique

Stilmant D., Herman J. et Decruyenaere V. (2009), Tirer un maximum du potentiel offert par les légumineuses en limitant les pertes au fanage, Belgique

Swiss Federal Office for Energy (2006), Evaluation Car-Sharing, Schlussbericht. Bern

Théate P. et Gohy D. (2008), Équipements frigorifiques « Conditions d'exploitation », DGRNE, Cellule air et Office wallon des déchets, Belgique

UNEP-Risoe, 2012. JI Pipeline - Avril 2012.



Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

UNFCCC (2011), Report of the in-depth review of the fifth national communication of Belgium, Framework Convention on Climate Change

UNFCCC (2011), Report of the individual review of the annual submission of Belgium submitted in 2010, Framework Convention on Climate Change

ValBiom (2011), Economisez l'énergie à la ferme, Guide pratique, DGO3, Wallonie, CRA-W, Belgique

Valbiom (2009), Bilan environnemental et énergétique de la culture du miscanthus, Farr-Wal, Belgique

Van Wesemael B. (2010), Evolution des stocks de carbone dans les sols agricoles en Belgique et potentiel de séquestration, professeur à l'UCL, Belgique

Velders G., Fahey D., Daniel J., McFarland M. and Andersen S. (2009), The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing, University of California at San Diego, La Jolla, CA, United states

Wara M. (2007), « Is the Global Carbon Market Working? », Nature, vol. 445, p.595–596

Warnant G., Rabier F., Marchal D. et Schenkel Y. (2006), Grains et paille combustibles : une autre voie de valorisation des céréales, Livre Blanc « céréales » FUSA et CRA-W, Gembloux, Belgique

Yulkin, M., 2005. Russia and the Kyoto Protocol: how to meet the challenges and not to miss the chances (in Russian). Climate Change Global Services.

Yulkin, M., 2011. Kyoto mechanisms in Russia are skidding again (in Russian). Climate Change Global Services.



Mise en œuvre de projets domestiques en Région wallonne dans le cadre de la politique climatique

V.2 Entretiens avec des experts

AwAC (03 et 04/2012) : contact avec MM. André Guns et Pascal Theate

Cabinet du Ministre de l'environnement, de l'Aménagement du Territoire et de la Mobilité (04/2012), Mme Laurence Lambert

Fédération Wallonne de l'Agriculture FWA (03/2012), De Cock B. et Hick C., conseillers au service d'études de la Fédération Wallonne de l'Agriculture,

Fluxys (04/2012) : contact avec Mme Sandrine Murrath (Gas Flow Planning Project Officer)

Fourrages mieux (03/2012), Knoden D., agronome, coordinateur de l'asbl qui prône une bonne gestion des prairies

Greenotec (03/2012), Merchier M., coordinateur de l'asbl qui promeut les Techniques Culturelles Simplifiées telles que le non-labour et les cultures intermédiaires

ULg, Gembloux Agro-Bio Tech (03/2012), Bodson B., agronome, directeur de l'Unité de Phytotechnie des régions tempérées et directeur de la ferme expérimentale, Spécialiste en systèmes de production agricole en régions tempérées, Spécialiste en cultures de céréales, d'oléagineux et de protéagineux

Synergrid (04/2012): contact avec M. Filip Decock

ValBiom et CRA-W (03/2012), Pieret N., conseillère en bois-énergie, Gauthier G., conseiller en cultures énergétiques, Mignon C., conseillère en bio-méthanisation, agro-combustible et diagnostic énergétique