



## MEANS-InOut



### 1. Objectif

MEANS-InOut est un outil permettant le calcul des inventaires des émissions et des consommations de matières et d'énergie pour réaliser des bilans environnementaux des systèmes agricoles par Analyse du Cycle de Vie.

### 2. Destinataires

Cet outil est destiné aux scientifiques, ingénieurs et personnes chargées du développement de systèmes de production végétales, animales et de transformation des produits agricoles.

### 3. Contenu, fonctionnalités

L'outil est constitué d'un ensemble de fiches dédiées permettant de renseigner les étapes des différents systèmes agricoles. Il permet de choisir les différents objectifs environnementaux étudiés. La méthodologie utilisée est celle décrite dans le projet Agribalyse de l'ADEME, et se décline en un certain nombre de modèles agronomiques permettant le calcul des émissions directes des activités agricoles.

### 4. Conditions d'accès à l'outil

L'outil est accessible en ligne. Un contrat de prestation est nécessaire pour les utilisateurs hors INRA et CIRAD. Une licence d'essai gratuite est accessible pour 3 semaines.

### 5. Pour en savoir plus

<https://www.inra.fr/means>

### 6. Contact (s)

means-info@inra.fr



*Partenaires, financeurs*

**INRAE**





## MEGEVE (Mesure des Échanges de Gaz et d'Énergie entre le Vivant et l'Environnement)



### 1. Objectif

La plateforme MEGEVE permet de proposer des techniques innovantes de conduite des agrosystèmes (animaux, plantes), notamment pour améliorer l'efficacité des intrants (aliments du bétail, eau, énergie, engrais) et permettre leur adaptation au changement climatique. En effet, ce dispositif permet de caractériser le rôle respectif des facteurs biotiques et abiotiques pour des problématiques telles que l'émission gazeuse (ammoniac, gaz à effet de serre), le recyclage par le milieu de l'azote entrant dans le système, l'émission ou le stockage de carbone. Parmi les facteurs biotiques, ce dispositif expérimental permet d'étudier en les reproduisant les régulations à l'échelle d'un groupe d'animaux, liées au comportement ou à la densité des animaux, celles liées aux rétroactions positives ou négatives sur plusieurs semaines, et de détecter des seuils d'irréversibilité de l'évolution de ces systèmes.

MEGEVE peut également être utilisée comme banc d'essai soit pour certifier les émissions potentiellement polluantes de systèmes biologiques anthropisés, dans des conditions climatiques réalistes actuelles ou futures, soit pour regrouper un ensemble de mesures de disciplines nombreuses, ou encore pour confronter des avis d'experts sur un système vivant utilisé comme référence et pouvant être reproduit ultérieurement. L'usage de ce dispositif pour certifier des émissions polluantes suppose une approche pluridisciplinaire des systèmes choisis comme référence, et des nouveaux systèmes proposés, pour en définir les indicateurs de gestion (obligations de moyens / résultats).

## 2. Destinataires

Organismes de recherche et d'enseignement, organismes de recherche et développement, industriels (au niveau national et international).

## 3. Contenu, fonctionnalités

La plateforme MEGEVE est constituée d'une partie fixe (la halle expérimentale) et d'une partie mobile (ensemble métrologique). La halle expérimentale comprend un local expérimental dans lequel sont disposées des enceintes d'élevage (surface de chaque enceinte : 5m<sup>2</sup>) équipées de matériel de mesure (température, hygrométrie, concentrations en gaz, apports d'énergie (chauffage, éclairage), vitesse d'air), un local mesure, un local étalonnage et des locaux techniques. Le local expérimental permet la reproductibilité du climat extérieur (entre -10 et 40°C) et son homogénéité autour des enceintes. Les savoir-faire liés à ce dispositif permettent de quantifier les composantes des bilans de masse et d'énergie avec une reproductibilité des flux de l'ordre de 10% sur des périodes de plusieurs mois. Cette reproductibilité est un enjeu majeur de la certification des flux environnementaux.

Le dispositif de mesure mobile est destiné à des campagnes de mesure terrain pour la validation de résultats obtenus en conditions contrôlées. Il est constitué d'un analyseur de gaz, d'un échantillonneur doseur, d'un PC, de bouteilles de gaz traceur, d'onduleurs, d'une station météo, de thermohygromètres et de pesons. Cet ensemble permet la quantification des émissions gazeuses suivant différentes méthodes : calcul des débits d'air des installations à partir des bilans thermiques, mesure directe du débit d'air avec la méthode gaz traceur, méthode des rapports de concentrations, bilans de masse.

## 4. Conditions d'accès à l'outil

Fonctionnement par projet en collaboration avec l'INRA.

## 5. Pour en savoir plus

<https://www6.rennes.inra.fr/umrsas/Outils-et-dispositifs/Dispositifs/MEGEVE>

## 6. Contact (s)

Paul Robin (paul.robin@inra.fr, 0223485221)

Mélynda Hassouna (melynda.hassouna@inra.fr, 0223485226)

*Partenaires, financeurs*

Propriétaire  
 INRA  
SCIENCE & IMPACT

METROPOLE  
vivre en intelligence  
 Rennes  
 INRA  
SCIENCE & IMPACT

  
Région  
BRETAGNE

l'Europe  
s'engage  
en Ile-de-France  
avec le FEDER

  
UNION EUROPEENNE

 apivale

*Journées des RMT élevages et environnement & Erytage des 2-3 décembre 2019, Rennes*

<http://www.rmtelevagesenvironnement.org> ; <http://erytage.org>



## Méthasim



### 1. Objectif

Méthasim est un calculateur permettant de déterminer la rentabilité d'un projet de méthanisation à la ferme. Cet outil s'adresse en priorité à des projets de méthanisation en phase liquide effectuant de la co-génération d'une puissance installée de 50 à 600-700 kW électrique environ ou de l'injection (60 – 300 Nm<sup>3</sup>/h). L'intérêt d'un tel outil est de fournir, par défaut, de multiples références technico-économiques. Cela permet d'aider les utilisateurs notamment lors de leurs premières simulations.

La première version de Méthasim finalisée en 2010 a été réactualisée en 2017 dans le cadre du projet Casdar METERRI. Outre la réactualisation des coûts d'investissement et de fonctionnement, cette seconde version permet maintenant de simuler l'intérêt économique de l'injection de biométhane et le coût du traitement des digestats.

### 2. Destinataires

Conseillers en énergie et environnement – Eleveurs ayant un projet de méthanisation – Enseignants et étudiants

### 3. Contenu, fonctionnalités

Dans Méthasim, après avoir identifié son nouveau projet, l'utilisateur doit renseigner successivement 4 rubriques principales : choix des intrants, description du procédé de méthanisation, valorisation thermique, rubrique économique. Avec l'acquisition de nouvelles informations en cours de projet (réalisation de potentiels méthanogènes, réception de devis...), il pourra retourner sur sa simulation afin de préciser le niveau de rentabilité escompté.

Concernant le choix des intrants, l'utilisateur accède aux principales catégories d'intrants via des boutons. Le choix peut se faire parmi plus de 400 produits ou déchets organiques. Méthasim analyse ensuite la cohérence de la ration pour divers critères (taux de matière sèche, d'azote ammoniacal, de graisse/d'huile). La teneur moyenne en éléments est également indiquée pour les intrants et le digestat.

Dans la rubrique « Procédé », l'utilisateur doit définir les paramètres techniques concernant le type de méthanisation (liquide/solide, existence d'un post digesteur ou non), de valorisation du biogaz (chaudière, cogénération, injection), préciser les rendements énergétiques (électrique, thermique, pertes) et la présence ou non d'un procédé de traitement des digestat.

Le bilan thermique constitue la troisième rubrique. Le calculateur dispose de modules permettant de fournir des ordres de grandeur sur des besoins thermiques parfois complexes à déterminer (déshydratation de digestat, chauffage de bâtiments d'élevages...).

Avant d'accéder aux indicateurs économiques avancés (temps de retour sur investissement, taux de rentabilité interne, valeur actualisée nette), l'utilisateur doit renseigner les coûts d'investissement et de fonctionnement, les recettes, le taux de subvention, la durée de vie des équipements. Enfin, un onglet permet de visualiser différents modes de présentation des résultats : synthèses du projet, bilan des flux matières et d'énergie, comparaison de projets.

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Depuis 2018, Méthasim est devenu payant afin de contribuer financièrement à sa maintenance. L'accès s'effectue via la création d'un compte utilisateur sur le site internet de l'Ifip ([www.ifip.asso.fr](http://www.ifip.asso.fr)) par abonnement annuel au tarif de 250 €/an pour un éleveur ou 1 000 €/an pour une entreprise (tarif dégressif selon le nombre d'utilisateurs).

#### 5. Pour en savoir plus

Une publication décrit de façon plus détaillée le contenu, l'intérêt et les limites d'utilisation de cet outil : Levasseur P., Aubert P., Berger S., Charpiot A., Damiano A., Meier V., Quideau P. Innovations Agronomiques 17 (2011), 241-253.

Par ailleurs, les instituts techniques Animaux et Arvalis organisent annuellement une journée de formation sur la méthanisation agricole où cet outil est présenté. Des interventions à la demande sont également envisageables.

#### 6. Contact (s)

Pascal Levasseur – IFIP institut du Porc – [pascal.levasseur@ifip.asso.fr](mailto:pascal.levasseur@ifip.asso.fr)





## MOGADOR

### Modèle d'aide à la décision pour améliorer les performances et la durabilité des élevages de porcs

### 1. Objectif

L'objectif de l'outil MOGADOR est de tester l'effet de différentes combinaisons de pratiques, structures d'élevage et niveaux de potentiel des animaux, sur les performances technico-économiques et environnementales de l'atelier d'engraissement porcin dans un contexte économique donné.

### 2. Destinataires

Techniciens des groupements de producteurs, éleveurs, enseignants...

### 3. Contenu, fonctionnalités

L'outil MOGADOR produit les indicateurs suivants pour un atelier d'engraissement conduit pendant un an :

- Indicateurs techniques : poids d'abattage, indice de consommation, TMP (taux de

- muscle des pièces) et pourcentage de porcs dans la gamme de paiement
- Indicateurs économiques : plus-value technique, produit, coût alimentaire, marge par porc entré
- Indicateurs environnementaux : excrétion d'azote, de phosphore et de matière organique par porc, impacts du kg de poids vif en sortie de ferme pour changement climatique, acidification, eutrophisation, consommation en énergie fossile et non-renouvelable, occupation des sols.

L'outil MOGADOR se décline selon deux niveaux. L'outil MOGADOR-consultation permet de consulter la base de données des simulations réalisées avec le modèle de l'atelier d'engraissement. Il utilise actuellement les données de 1 440 simulations correspondant à des scénarios distincts selon 8 entrées : la conduite en bandes, le poids vif moyen en entrée d'atelier, le nombre de salles d'engraissement et de cases par salle, la présence ou non d'une salle tampon, et les pratiques : poids vif objectif d'abattage, plan d'alimentation, séquence alimentaire (un aliment unique, séquence biphasé et séquence multiphasé en 10 phases) et teneur en lysine digestible des aliments par rapport au besoin du porc moyen (90, 100 ou 110%). Dans l'outil MOGADOR-consultation, l'utilisateur peut choisir rapidement un scénario proche de la situation de l'élevage qui l'intéresse, et consulter les indicateurs associés. L'outil MOGADOR-expert n'est pas développé à ce jour. Faisant appel directement au modèle de l'atelier d'engraissement, il permettra d'avoir une analyse plus fine de l'effet des facteurs de variation sur les sorties techniques, économiques et environnementales.

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

L'outil MOGADOR-consultation est accessible gratuitement en ligne à l'adresse [www.mogador.ifip.asso.fr](http://www.mogador.ifip.asso.fr).

#### 5. Pour en savoir plus

Le modèle intégré à l'outil MOGADOR a été développé dans le cadre de la thèse CIFRE IFIP-INRA d'Alice Cadéro (2014-2017).

- Cadéro, A., Aubry, A., Dourmad, J.-Y., Salaün, Y., Garcia-Launay, F. (2018). Du modèle à l'outil d'aide à la décision : comment paramétrer un modèle individu-centré du fonctionnement de l'atelier d'engraissement porcin pour une utilisation en élevage ? Journées de la Recherche Porcine en France, 50, 311-316.
- Aubry, A., Cadéro, A., Salaün, Y., Dourmad, J.-Y., Garcia-Launay, F. (2018). MOGADOR : un outil d'aide à la décision à deux niveaux pour l'atelier d'engraissement. Journées de la Recherche Porcine en France, 50, 331-332
- Cadéro, A., Aubry, A., Brossard, L., Dourmad, J.-Y., Salaün, Y., Garcia-Launay, F. (2017). Modélisation des performances technico-économiques et environnementales de l'atelier d'engraissement porcin à l'aide d'un modèle dynamique, mécaniste et stochastique. Journées de la Recherche Porcine en France, 49, 151-156.

#### 6. Contact (s)

Alexia Aubry IFIP [Alexia.Aubry@ifip.asso.fr](mailto:Alexia.Aubry@ifip.asso.fr)

Florence Garcia-Launay INRA [Florence.Garcia-Launay@inra.fr](mailto:Florence.Garcia-Launay@inra.fr)

 <p>Propriétaire ifip Institut du porc</p>	<p>Partenaires, financeurs</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>	
---	---	--





## Outil d'Évaluation des Modifications d'assolements : OMIMEA



### 1. Objectif

L'outil OMIMEA permet d'évaluer rapidement et très simplement l'incidence environnementale, économique, et travail d'un changement d'assolement. Cette évaluation concerne également les échelles atelier bovins viande (naisseur engraisseur) et lait.

### 2. Destinataires

L'outil OMIMEA a été pensé pour accompagner très en amont les phases exploratoire d'évolutions de système d'exploitation et aborder la problématique du changement sur une grande diversité de domaines (travail, économie, environnement etc...). Cet outil est donc à destination des conseillers techniques et conseillers d'entreprises qui accompagnent le changement en exploitations. Il permet de mettre en perspective les effets systémiques des changements d'assolements au sein d'un système d'exploitation dans un grand nombre de domaines.

### 3. Contenu, fonctionnalités

L'outil OMIMEA est un outil facile d'utilisation, les seuls paramètres à saisir sont l'assolement initial, la destination des cultures (vente ou autoconsommation) et les modifications d'assolement à tester. Cette simplicité doit permettre à un large panel de conseillers d'utiliser facilement cet outil. Un module zootechnique permet d'évaluer l'incidence de l'évolution de l'assolement sur le volume et la concentration en énergie et protéine des concentrés et fourrages produits ainsi que sur la productivité d'un atelier type

bovins viande et laitier.

Il est possible de personnaliser un certains nombres de cultures pour affiner ces évaluations

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

L'outil n'est disponible que sous demande formaliser auprès de Philippe Tresch ou Nicolas Chartier de l'Institut de l'Elevage.

#### 5. Pour en savoir plus

- [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/le-reseau-dephy-ferme-des-systemes-de-polycultures-elevage-plus-economes-en-produits-phytosanitaires.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/le-reseau-dephy-ferme-des-systemes-de-polycultures-elevage-plus-economes-en-produits-phytosanitaires.html)
- [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/phytoel-quels-systemes-de-polyculture-elevage-demain-face-aux-enjeux-du-plan-ecophyto.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/phytoel-quels-systemes-de-polyculture-elevage-demain-face-aux-enjeux-du-plan-ecophyto.html)
- Tresch P., Chartier N., Combourieu Q., 2019. Quels systèmes de polycultures élevages demain face aux enjeux de réduction d'usage de produits phytosanitaires. *Innovations Agronomiques* 71 (2019), 311-322.

#### 6. Contact (s)

Tresch Philippe - Institut de l'Elevage : [philippe.tresch@idele.fr](mailto:philippe.tresch@idele.fr)

Chartier Nicolas - Institut de l'Elevage : [nicolas.chartier@idele.fr](mailto:nicolas.chartier@idele.fr)

Propriétaires



Partenaires, financeurs





## Ouvrage Educagri/Quae "élevages et environnement"



### 1. Objectif

L'ouvrage vise à apporter les bases scientifiques, techniques et méthodologiques qui permettent d'éclairer les débats sur les élevages et leurs évolutions, sur la question environnementale.

### 2. Destinataires

L'ouvrage s'adresse aux enseignants, formateurs, agents de développement, professionnels qui s'intéressent aux systèmes de production animale et à leurs performances technico-économiques et environnementales.

### 3. Contenu, fonctionnalités

Environnement et élevages : comment parvenir à une cohabitation ? À l'heure d'une remise en cause fréquente des modes d'élevage et d'une demande pressante de la société en matière d'environnement, quel bilan peut-on faire des systèmes actuels de production animale et quelles perspectives peut-on dégager ? Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, cet ouvrage regroupe les connaissances sur, les bonnes pratiques environnementales d'élevage, sur les impacts des stratégies d'alimentation des animaux et des stratégies de gestion de leurs effluents, ainsi que sur les méthodes et outils d'évaluation environnementale applicables aux

élevages. Ces synthèses, généreusement illustrées, pédagogiquement structurées, sont enrichies de photos et d'une bibliographie abondante. Portant sur les principales filières animales françaises, elles font le point sur les connaissances et ouvrent des perspectives de durabilité.

Synthèse 1 : Stratégies de choix de méthodes et outils d'évaluation environnementale en systèmes d'élevage (coordination Françoise Vertes – INRA)

Synthèse 2 : Les stratégies d'alimentation des animaux au sein de l'exploitation et du territoire et leurs incidences environnementales (coordination Jean-Yves Dourmad – INRA)

Synthèse 3 : Les effluents d'élevages, les coproduits de traitement et leurs incidences environnementales (coordination Pierre Quideau – Chambre d'Agriculture de Bretagne)

Synthèse 4 : Bonnes pratiques environnementales en production avicole, bovine et porcine : les choix techniques (coordination Nadine Guingand – IFIP).

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

L'ouvrage peut être commandé sur les sites d'EDUCAGRI (<http://editions.educagri.fr/>) et QUAE (<http://www.quae.com/>)

#### 5. Contact

Sandrine Espagnol – 02.99.60.98.20 – [sandrine.espagnol@ifip.asso.fr](mailto:sandrine.espagnol@ifip.asso.fr)





## Pratiques pour la transition agro-écologique

10 fiches pour accompagner la transition



### 1. Objectif

Mettre en avant les pratiques clefs pour la préservation du climat, des sols et de l'air, et les économies d'énergie en agriculture

### 2. Destinataires

Professionnels du monde agricole et agro-alimentaires

### 3. Contenu, fonctionnalités

Les études menées par l'ADEME ont mis en évidence un réel potentiel d'amélioration de la performance environnementale de l'agriculture à horizon 2030. Ces analyses ont ainsi permis d'identifier neuf leviers d'actions, regroupant un ensemble de pratiques applicables aux exploitations agricoles :

- maîtriser l'énergie en agriculture : un objectif économique et environnemental ;
- optimiser la fertilisation azotée, et valoriser au mieux les engrais organiques ;
- des techniques culturales simplifiées pour protéger le sol et économiser l'énergie ;
- introduire des cultures intermédiaires pour protéger le milieu et mieux valoriser l'azote ;
- cultiver des légumineuses pour réduire l'utilisation d'intrants de synthèse ;
- réintégrer l'arbre dans les systèmes agricoles pour diversifier la production et renforcer les écosystèmes ;

- optimiser les apports protéiques pour réduire les rejets azotés et Apporter des lipides pour réduire les émissions de méthane chez les ruminants ;
- mieux valoriser les déjections animales pour fertiliser et produire de l'énergie ;
- optimiser la gestion des prairies pour valoriser leur potentiel productif et leurs multiples atouts environnementaux.

Chacun de ces neuf leviers présente des progrès en termes d'atténuation des émissions de GES et d'ammoniac, d'économies d'énergie et d'amélioration de la qualité des sols. Des aspects technico-économiques ont également été pris en compte pour une meilleure adéquation aux réalités du terrain. Une dixième fiche « Trajectoires d'agriculteurs » complète le jeu en illustrant l'introduction progressive de ces pratiques en exploitations. Ce jeu de fiche est un support utilisable dans la mise en oeuvre de l'outil Climagri® pour les plans climat énergie territoriaux comme dans l'enseignement agricole.

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Gratuit, en ligne

#### 5. Pour en savoir plus

<https://www.ademe.fr/agriculture-environnement-pratiques-clefs-preservation-climat-sols-lair-economies-denergie>

#### 6. Contact (s)

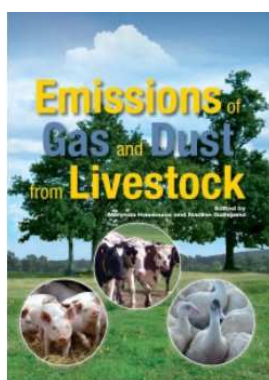
Thomas Eglin : [thomas.eglin@ademe.fr](mailto:thomas.eglin@ademe.fr);

Propriétaire





## Actes du colloque EMILI sur les émissions gazeuses et poussières des élevages (2012 et 2017)



### 1. Objectif

Le congrès EMILI lancé en 2012 concerne à la fois les émissions de gaz et de poussières de tous types d'élevage. Avant la première édition, il n'existait pas d'évènement international abordant la thématique des pollutions atmosphériques dues à l'élevage de manière aussi transversale et complète (différents polluants, échelles, méthodes, espèces animales).

Le congrès EMILI a pour ambition de favoriser les échanges entre la recherche, les professionnels (industrie du capteur), le développement et les ministères agriculture et environnement. En 2012 et 2017 pour les éditions françaises, ces différents publics avaient été représentés et plusieurs conférenciers avaient été invités pour présenter les enjeux auxquels est liée la thématique de recherche. Les sessions orales ont permis d'aborder la thématique des émissions de gaz sous différents angles (méthodes de mesure, modélisation, inventaires et évaluation environnementale, facteur d'émission, processus d'émission, techniques d'atténuation), ce qui constitue également l'originalité de ce congrès. Le nombre de participants étaient d'environ 140 (27 pays différents) venant à la fois du développement, de la recherche et de l'industrie. Au vu de l'intérêt suscité, l'EMBRAPA (Brésil) a souhaité organiser la deuxième édition en 2015 et l'IRDA organise la 4<sup>ème</sup> édition au Québec en 2020 en même temps que le congrès de la CIGR.

A la suite des deux éditions françaises, les actes ont été publiés et mis en libre accès sur le site suivant : [https://www6.inra.fr/animal\\_emissions/Page-d-accueil/Actualites/EMILI-Symposium](https://www6.inra.fr/animal_emissions/Page-d-accueil/Actualites/EMILI-Symposium)

## 2. Destinataires

Acteurs R&D

## 3. Contenu, fonctionnalités

Les deux documents regroupent des articles de 4 pages correspondants aux présentations orales et poster ayant eu lieu dans les différentes sessions au cours du colloque. Toutes les personnes ayant présenté n'ont pas forcément transmis leur article.

## 4. Conditions d'accès à l'outil

Téléchargement gratuit

## 5. Pour en savoir plus

[https://colloque.inra.fr/emili2017\\_eng/](https://colloque.inra.fr/emili2017_eng/)

## 6. Contact (s)

Mélynda Hassouna  
Melynda.hassouna@inra.fr







## Quantification des émissions de gaz en élevages

### 1. Objectif

Cet ouvrage, rédigé en partenariat avec l'ADEME et le RMT Elevage et Environnement par un collectif de 34 personnes, vise à faire le point sur les principales méthodes de mesure utilisées en France pour quantifier les émissions de gaz à effet de serre, d'ammoniac et d'oxydes d'azote des systèmes d'élevages. L'objectif principal est de guider un utilisateur potentiel dans ses choix en lui donnant les éléments qui lui permettront d'identifier la ou les méthodes de quantification les plus adaptées à ses objectifs et à ses moyens. L'ouvrage pourra être utilisé pour prendre connaissance de la plupart des approches métrologiques utilisées en France pour quantifier les émissions de gaz à effet de serre, d'ammoniac et d'oxydes d'azote au niveau des élevages et des cultures, dans le cas des méthodes à la parcelle. Il existe en français et en anglais.

### 2. Destinataires

Acteurs R&D  
Formation

### 3. Contenu, fonctionnalités

L'ouvrage s'articule de la manière suivante:

1. Le premier chapitre rappelle les enjeux liés aux émissions gazeuses pour les activités d'élevage: environnementaux, sanitaires, techniques et réglementaires. Il décrit aussi les mécanismes d'émissions des gaz concernés.

2. Le second chapitre présente les différentes méthodes développées et mises en œuvre par les partenaires du réseau pour mesurer les émissions de gaz à effet de serre, d'ammoniac et d'oxydes d'azote. Les méthodes présentées vont du prélèvement des échantillons d'air à la mesure d'émission, que ce soit au bâtiment d'élevage, au stockage des effluents ou à la parcelle. Chaque méthode fait l'objet d'une fiche synthétique qui en décrit le principe, les conditions de mise en œuvre, les sources d'incertitudes ainsi que les principaux intérêts et limites. Ces derniers sont récapitulés dans un tableau de synthèse. En fin de chapitre sont discutés les usages des

méthodes par rapport à des objectifs qu'ils soient scientifiques, techniques ou réglementaires. Enfin, une dernière partie aborde la question de l'incertitude sur la mesure d'émissions et un exemple d'évaluation sur un cas concret.

3. Le troisième chapitre (n'existe pas dans la version en anglais) illustre, par une dizaine d'études de cas, la mise en œuvre des différentes méthodes (généralement en combinaison) selon l'objectif recherché: comparaison du potentiel d'émission de différents effluents, caractérisation de l'efficacité de procédés de réduction des émissions, quantification d'émissions sur le terrain dans l'objectif de produire des facteurs d'émissions, etc. Ces études de cas permettent de discuter le domaine de validité des méthodes employées et les éventuelles évolutions/adaptations réalisées ou à envisager.

Enfin, l'ouvrage s'ouvre sur des perspectives de travail dans le domaine et un glossaire précise les définitions de certains termes et acronymes utilisés.

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Téléchargement libre

<https://www.ademe.fr/mesurer-emissions-gazeuses-elevage>

[https://www6.inra.fr/animal\\_emissions/Actualites/Mesurer-les-emissions-gazeuses-en-elevage](https://www6.inra.fr/animal_emissions/Actualites/Mesurer-les-emissions-gazeuses-en-elevage)

#### 5. Pour en savoir plus

[https://www6.inra.fr/animal\\_emissions/Actualites/Mesurer-les-emissions-gazeuses-en-elevage](https://www6.inra.fr/animal_emissions/Actualites/Mesurer-les-emissions-gazeuses-en-elevage)

#### 6. Contact (s)

Mélynda Hassouna  
Melynda.hassouna@inra.fr  
Thomas Eglin  
Thomas.eglin@ademe.fr

Propriétaire

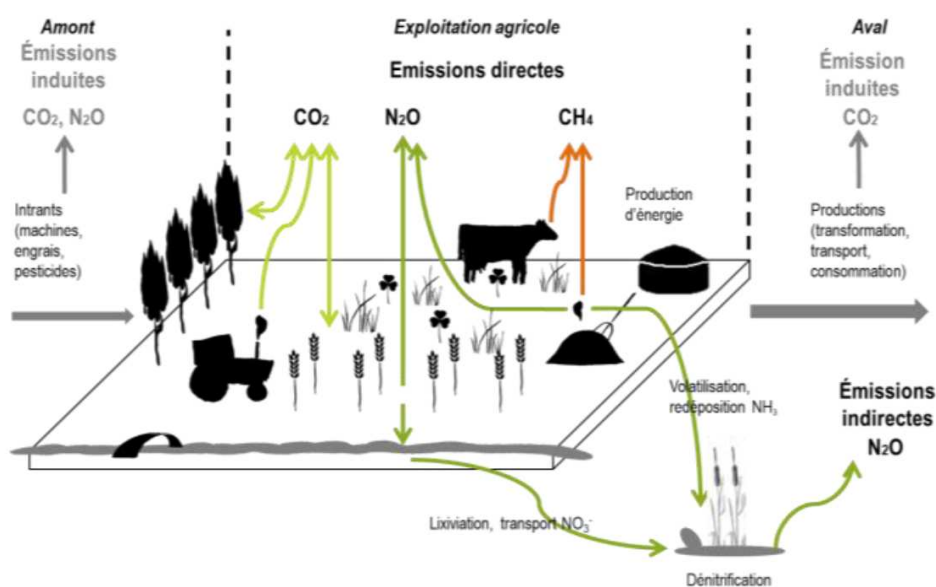


Partenaires, financeurs





## Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques.



### 1. Objectif

L'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), le MAAF (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt) et le MEDDE (Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie) ont demandé à l'INRA de réaliser une étude sur l'atténuation des émissions de GES du secteur agricole français métropolitain. Il s'agissait de déterminer et d'analyser une dizaine d'actions portant sur des pratiques agricoles susceptibles de contribuer à la réduction des émissions de GES et/ou à l'accroissement du stockage de carbone dans les sols et la biomasse. L'analyse a consisté à estimer le potentiel d'atténuation de chacune de ces actions et les coûts et gains économiques associés. Cette étude devrait contribuer à faciliter la conception et/ou la réorientation de politiques publiques destinées à réduire les émissions de GES dans le secteur agricole.

### 2. Destinataires

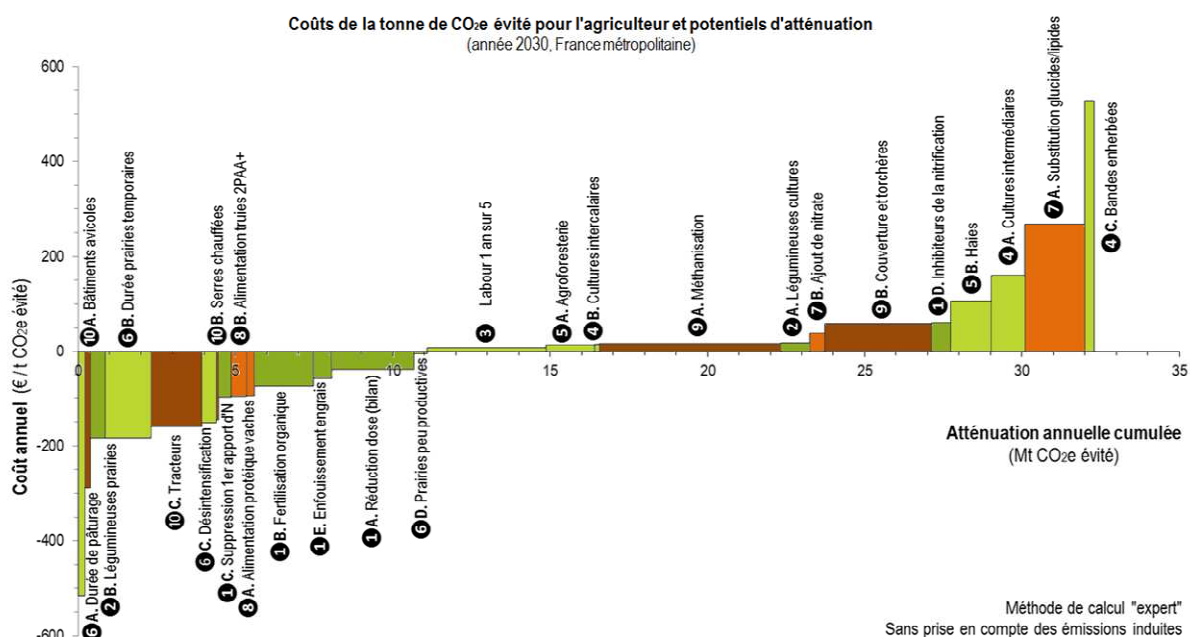
Large public : décideurs, agriculteurs, enseignants, citoyens

### 3. Contenu, fonctionnalités

Tableau des actions et sous-actions retenues pour l'étude des coûts et de l'atténuation

	Actions	Sous-actions	Effet(s) sur les GES
Diminuer les apports de fertilisants minéraux azotés	❶ Réduire le recours aux engrais minéraux de synthèse, en les utilisant mieux et en valorisant plus les ressources organiques, pour réduire les émissions de N <sub>2</sub> O associées	1A. Réduire la dose d'engrais azoté de synthèse apporté par application de la méthode du bilan	↘ N <sub>2</sub> O
		1B. Améliorer la valorisation des produits organiques apportés	
		1C. Ajuster les dates d'apport aux besoins des cultures	
		1D. Adapter les formes d'azote minéral apportées	
		1E. Adapter les modalités d'apport	
	❷ Introduire davantage de légumineuses en grandes cultures et dans les prairies temporaires pour réduire le recours aux engrais azotés de synthèse et les émissions de N <sub>2</sub> O associées	2A. Introduction de légumineuses à graines dans les grandes cultures 2B. Augmentation et maintien des légumineuses dans les prairies temporaires	↘ N <sub>2</sub> O
Stocker du carbone dans le sol et la biomasse	❸ Développer les techniques culturales sans labour pour stocker du C dans les sols	Passer à un labour occasionnel 1 an sur 5	↘ CO <sub>2</sub>
	❹ Introduire davantage de cultures intermédiaires, de cultures intercalaires et de bandes enherbées dans les systèmes de culture pour stocker du carbone dans les sols et limiter les émissions de N <sub>2</sub> O	4A. Développer les cultures intermédiaires semées entre deux cultures de vente dans les systèmes de grande culture	↘ CO <sub>2</sub> ↘ N <sub>2</sub> O
		4B. Introduire des cultures intercalaires en vignes et en vergers	
		4C. Introduire des bandes enherbées en bordure de cours d'eau ou en périphérie de parcelles	
	❺ Développer l'agroforesterie pour favoriser le stockage de carbone dans le sol et la biomasse végétale	5A. Développer l'agroforesterie à faible densité d'arbres	↘ CO <sub>2</sub>
		5B. Développer les haies en périphérie des parcelles agricoles	
❻ Optimiser la gestion des prairies pour favoriser le stockage de carbone	6A. Allonger la durée de pâturage	↘ CO <sub>2</sub>	
	6B. Accroître la durée des prairies temporaires		
	6C. Désintensifier les prairies permanentes et temporaires les plus productives en ajustant mieux la fertilisation azotée		
	6D. Intensifier modérément les prairies permanentes peu productives par augmentation du chargement		
Modifier la ration des animaux	❼ Substituer des glucides par des lipides insaturés et utiliser un additif à base de nitrate dans les rations des ruminants pour réduire les émissions de CH <sub>4</sub> entérique	7A. Substituer des glucides par des lipides insaturés dans les rations	↘ CH <sub>4</sub>
		7B. Ajouter un additif (nitrate) dans les rations	
	❽ Réduire les apports protéiques dans les rations animales pour limiter les teneurs en azote des effluents et les émissions de N <sub>2</sub> O	8A. Réduire la teneur en protéines des rations des vaches laitières	↘ N <sub>2</sub> O
		8B. Réduire la teneur en protéines des rations des porcs et des truies	
Valoriser les effluents pour produire de l'énergie et réduire la consommation d'énergie fossile	❾ Développer la méthanisation, et installer des torchères, pour réduire les émissions de CH <sub>4</sub> liées au stockage des effluents d'élevage	9A. Développer la méthanisation	↘ CH <sub>4</sub>
		9B. Couvrir les fosses de stockage et installer des torchères	
	❿ Réduire la consommation d'énergie fossile des bâtiments et équipements agricoles pour limiter les émissions directes de CO <sub>2</sub>	10A. Réduire la consommation d'énergie fossile liée au chauffage des bâtiments d'élevage	↘ CO <sub>2</sub>
		10B. Réduire la consommation d'énergie fossile liée au chauffage des serres	
		10C. Réduire la consommation d'énergie fossile des engins agricoles	

Les principaux résultats sont résumés dans la figure ci-dessous où l'on peut voir qu'un certain nombre d'actions concernant l'alimentation des ruminants (pâturage, gestion des prairies, complémentation protéiques) présentent un rapport coût/bénéfice très favorable.



#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Les vidéos de présentation de l'étude, le rapport complet de l'étude (pour connaître le détail de chaque action), le document de synthèse et le résumé sont disponibles sur le site de l'INRA.

<http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Etude-Reduction-des-GES-en-agriculture>

ou à l'adresse

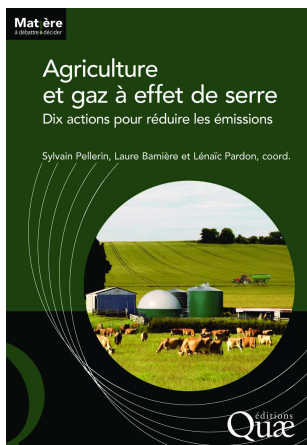
<https://www6.paris.inra.fr/depe/Projets/Agriculture-et-GES>

Libre accès sur internet

#### 5. Pour en savoir plus

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude, INRA (France), 92 p. + synthèse de 8 pages pour l'essentiel

Ou aux éditions QUAE



<https://www.quae.com/produit/1294/9782759223169/agriculture-et-gaz-a-effet-de-serre>

## 6. Contact (s)

Délégation à l'expertise, à la prospective et aux études (DEPE), INRA PARIS

<https://www6.paris.inra.fr/depe/Contact>

Pour les actions élevages

Contact : [Philippe.faverdin@inra.fr](mailto:Philippe.faverdin@inra.fr)





## Référentiel et analyse des niveaux d'usage des produits phytosanitaire des exploitations Bovins lait et viande du réseau d'élevage INOSYS



### 1. Objectif

Ce référentiel a été construit pour permettre d'évaluer le niveau d'usage des produits phytosanitaire d'un élevage aux échelles exploitation et atelier par rapport à un système de référence équivalent (bovins lait et bovins viande). Ce document donne également quelques clefs d'interprétations et décrits les liens entre usage des produits phytosanitaire, alimentation du troupeau, productivité et performances.

### 2. Destinataires

*Ce référentiel est destiné aux conseiller en zootechnie et agronomie qui veulent accompagner les éleveurs vers une réduction d'usage des produits phytosanitaire. Il se positionne en amont de cet accompagnement, pour évaluer le niveau d'usage et établir les marges de manœuvre possible pour le réduire.*

### 3. Contenu, fonctionnalités

*Le référentiel comprend deux grandes parties : La premier décrit l'origine des données et les méthodologies mobilisés dans le document, la seconde présente les références par types de systèmes. Ces dernières comprennent les références bovins lait, bovins viandes et une présentation selon le degré de spécialisation des exploitations. Pour chaque groupes typologique, la présentation comporte un volet technique descriptif des groupes (aux échelles ateliers et exploitations) ainsi qu'un volet phytosanitaire. Ces références sont expliquées par un ensemble de commentaires et de graphique établissant les liens entre*

assolements, alimentations et usage des produits phytosanitaire.

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Le référentiel est disponible sur demande formaliser auprès de Philippe Tresch de l'Institut de l'Elevage : [philippe.tresch@idele.fr](mailto:philippe.tresch@idele.fr)

#### 5. Pour en savoir plus

Ressources en liens avec cette thématique :

- [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/le-reseau-dephy-ferme-des-systemes-de-polycultures-elevage-plus-economes-en-produits-phytosanitair.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/le-reseau-dephy-ferme-des-systemes-de-polycultures-elevage-plus-economes-en-produits-phytosanitair.html)
- [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/phytoel-quels-systemes-de-polyculture-elevage-demain-face-aux-enjeux-du-plan-ecophyto.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/phytoel-quels-systemes-de-polyculture-elevage-demain-face-aux-enjeux-du-plan-ecophyto.html)
- Tresch P., Chartier N., Combourieu Q., 2019. Quels systèmes de polycultures élevages demain face aux enjeux de réduction d'usage de produits phytosanitaires. *Innovations Agronomiques* 71 (2019), 311-322.

#### 6. Contact (s)

Tresch Philippe - Institut de l'Elevage : [philippe.tresch@idele.fr](mailto:philippe.tresch@idele.fr)

Partenaires, financeurs

Propriétaire







## RÔLES, IMPACTS ET SERVICES ISSUS DES ELEVAGES E@UROPE

Résumé du rapport de l'Expertise scientifique collective réalisée par l'INRA  
à la demande des ministères en charge de l'Environnement et de l'Agriculture, et de l'Ademe  
Novembre 2016



L'élevage, secteur majeur pour l'économie de nombreux territoires et structurant beaucoup de paysages ruraux européens, fait l'objet de controverses, depuis au moins une décennie, notamment du fait des dommages environnementaux qu'il engendre. Dans un tel contexte, il est apparu nécessaire d'étayer les débats en faisant le point sur l'état des connaissances scientifiques relatives aux rôles, impacts et services environnementaux, économiques et sociaux issus des élevages européens et leurs produits. Pour ce faire, les ministères français en charge de l'Environnement et de l'Agriculture ainsi que l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) ont sollicité l'Inra pour réaliser une expertise scientifique collective (ESCO) abordant conjointement les multiples conséquences sur les milieux et le climat, l'emploi et le travail, les marchés et certains enjeux sociaux et culturels, de la production et de la consommation humaine de produits d'origine animale (bovins, ovins, caprins, porcins et avicoles). L'analyse de ces diverses dimensions s'appuie sur les démarches d'évaluation rapportées dans la littérature scientifique internationale. Abordées, dans un premier temps, de manière analytique et globale, les connaissances ont ensuite été mobilisées par « bouquet de services » au sein de territoires contrastés. Les relations entre les différents impacts ou services permettent d'identifier des compromis et des leviers d'action envisageables pour les systèmes d'élevage.

## Un contexte marqué par le rapport « *Livestock's long shadow* » de la FAO

L'élevage et la consommation de produits animaux ont été particulièrement présents dans l'actualité médiatique et scientifique de la dernière décennie. Paru en 2006, le rapport « *Livestock's long shadow* »<sup>1</sup> de la FAO a eu un effet de cadrage des débats en mettant en balance les enjeux de sécurité alimentaire et les dommages climatiques et environnementaux associés à l'élevage. Son chiffrage de la contribution de l'élevage aux émissions de gaz à effet de serre (GES) – 18 % des émissions mondiales revus à 14,5 % en 2013 – a fait de l'élevage une des causes majeures du réchauffement climatique. Ce rapport pointe également l'emprise territoriale de l'élevage (3/4 des surfaces agricoles mondiales), les perturbations qu'il induit dans les grands cycles biogéochimiques, et la faible efficacité de la conversion protéique cultures-ruminants.

### La part des produits animaux dans l'alimentation

Ce diagnostic environnemental a été complété et modéré depuis, y compris par la FAO. Il continue d'interroger la hausse de la demande alimentaire mondiale en produits animaux, même si celle-ci a surtout concerné les pays développés et émergents. Il converge avec les recommandations de santé publique liant le développement de maladies chroniques à l'alimentation. S'y ajoutent les revendications de mouvements défendant la cause animale ainsi que l'intérêt croissant porté au végétarisme. L'accent est ainsi souvent mis sur les effets bénéfiques d'une réduction de la viande dans le régime alimentaire. Parallèlement, certaines innovations technologiques trouvent un écho médiatique comme la viande *in vitro* ou la consommation d'insectes en alimentation animale (alternative aux protéines végétales) ou humaine (alternative aux protéines animales classiques).

### Les transitions agricoles en question

Les débats sur l'élevage et l'alimentation entrent en résonance avec des enjeux sociétaux plus larges concernant notre modèle de développement et sa responsabilité dans les dommages causés à la biosphère. Des redéfinitions des modes de production visent à préserver la production tout en assurant une maîtrise de ses impacts environnementaux. La notion d'« intensification écologique » par exemple promeut la bioingénierie, l'élevage de précision mobilise capteurs, robots et données statistiques pour piloter et ajuster les interventions techniques, l'agroécologie cherche à refonder les systèmes agricoles à partir de l'utilisation des services écosystémiques. Ces options émergent dans un contexte de tensions récurrentes sur les marchés européens de produits animaux, dont les difficultés ne semblent pas réductibles à la seule incertitude économique mais apparaissent comme celles d'une transition d'un modèle « productiviste » vers des modèles plus économes qui restent encore à préciser.

## Evaluer les impacts et services issus des élevages

Les impacts et services issus des élevages sont étudiés dans la littérature scientifique selon de multiples domaines et critères d'évaluation, l'intensité de ces impacts étant fort variable selon les types d'élevage. Plusieurs ont déjà fait l'objet d'exercices de même nature que cette ESCO et ne seront pas détaillés ici.<sup>2</sup> Les volets relatifs à la nutrition humaine et à la qualité des produits ont été exclus car élargissant trop le champ d'investigation.

Les « services » étudiés sont ceux rendus par les élevages. Ils renvoient à la fourniture d'un avantage que la société retire des activités d'élevage et/ou de l'usage de produits d'origine animale. Cette acception n'équivaut donc pas à la notion de services écosystémiques, lesquels correspondent aux processus biophysiques dont les hommes tirent des avantages.

L'étude des effets positifs et négatifs de l'élevage se fonde généralement sur des évaluations multicritères. Les approches par analyse de cycle de vie (ACV) tiennent une place centrale car cette méthode sert de base à des évaluations normalisées à grande échelle. Elles s'appuient sur des données de plus en plus fines, sur des méthodologies éprouvées et partagées et sur un ensemble grandissant d'indicateurs précis. L'intérêt de l'ACV est d'évaluer conjointement plusieurs types d'impacts et toutes les étapes du cycle de vie. Les dimensions économiques, sociales et culturelles sont souvent mal prises en compte dans les analyses environnementales. Ainsi, le recours à des méthodes complémentaires est utile pour accompagner la prise de décision.

Quelle que soit l'approche privilégiée, l'interprétation et la comparaison des résultats nécessitent de garder à l'esprit certaines précautions d'usage. Ainsi, appréhender le périmètre d'une évaluation est complexe : s'appuie-t-il sur les frontières environnementales ou socio-économiques du système ? Prend-il en compte les effets directs, indirects, induits ? Etc. Les résultats divergent souvent selon l'échelle considérée : ainsi, une hausse de la productivité des animaux se traduit par une économie de ressources rapportée à l'animal, mais par un besoin accru en ressources au niveau de l'exploitation et *a fortiori* de la région.

Le choix de l'unité fonctionnelle, base de la quantification des indicateurs de performance, peut changer l'appréciation de l'ampleur de certains effets. Ainsi, rapporter une émission au « kilo produit » ou à l'« hectare utilisé » peut modifier le classement relatif des systèmes d'élevage. Le choix de l'unité fonctionnelle dépend alors des objectifs visés (globaux ou locaux, court ou long terme).

Enfin, il est parfois difficile d'interpréter les indicateurs, notamment lorsque l'on cherche à préciser un seuil de vulnérabilité : établir, par exemple, que 10 % de boîtes dans un élevage laitier est acceptable ou non comporte une large part de subjectivité.

<sup>1</sup> FAO; Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M.; de Haan, C., 2006. *Livestock long shadow*. Environmental issues and options. Rome, Italy: FAO, 390 p.

<sup>2</sup> Parmi ceux-ci, l'ESCO relative à l'azote en élevage est la plus souvent remobilisée ici : <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Expertise-Les-flux-d-azote-lies-aux-elevages>

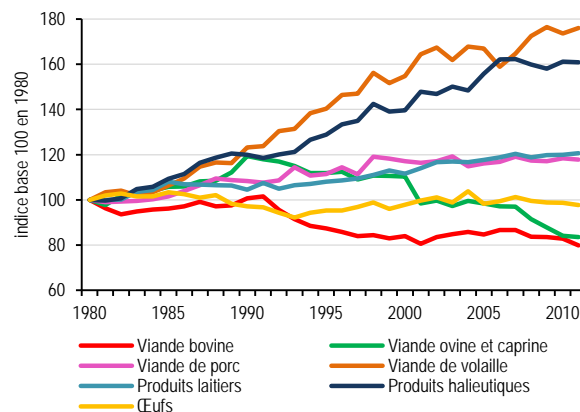
## La multiplicité des impacts et services issus des élevages européens

L'examen des impacts et des services rendus par les élevages européens a été organisé selon les cinq grands domaines du cadre d'analyse retenu (cf. encadré). Celui-ci permet de balayer successivement les effets des élevages sur : les marchés, l'emploi et le travail, les intrants, l'environnement et le climat, et certains enjeux sociaux et culturels.

### Marchés

**Consommation alimentaire :** Apportant près de 60 % des protéines quotidiennement ingérées, la consommation européenne de produits animaux est deux fois plus élevée que la moyenne mondiale. Depuis les années 1990, la consommation de protéines animales stagne en Europe avec cependant des substitutions entre produits (Figure 2). Deux phénomènes sociaux semblent marquer l'évolution des régimes alimentaires européens : i) une certaine « désanimalisation » de la consommation carnée qui se traduit par une substitution des viandes rouges par des viandes blanches (volailles, notamment) et par un poids croissant des produits transformés dans lesquels la référence à l'animal est occultée ; ii) un développement des aliments sous signe de qualité qui montre l'attrait des Européens pour les produits à valeur patrimoniale, voire gastronomique. La valorisation de ces modes de production mieux-disant en termes de qualité s'inscrit dans un contexte de défiance envers l'industrie agroalimentaire.

Figure 2. Evolution des consommations par personne de protéines animales dans l'UE à 28 entre 1980 et 2010 - Source : FAOSTAT



**Production :** A l'échelle de l'Union Européenne (UE), les productions animales contribuent pour environ 45 % à la production agricole finale en valeur. Un tiers du cheptel est concentré au sein de quelques territoires (Danemark, Pays-Bas, Nord de l'Allemagne, Ouest français...), en particulier les productions laitières, porcines et avicoles. Une « exploitation européenne d'élevage » utilise en moyenne 34 ha de SAU (Surface agricole utile) et dispose d'un cheptel de 47 UGB (Unité gros bétail), avec une modulation forte en fonction des systèmes d'élevage et des pays, les exploitations des nouveaux États-membres étant nettement plus petites.

**Echanges internationaux :** Les flux commerciaux de produits animaux entre pays membres de l'UE sont nombreux et en expansion sur la dernière décennie. La croissance de la demande mondiale en produits animaux, portée par les évolutions démographiques et le développement économique des pays émergents, dynamise les exportations hors UE, notamment dans les secteurs laitier et porcin. La concurrence sur les marchés européens et internationaux est forte ; le poids de la France dans les exportations européennes de produits animaux a ainsi baissé depuis 2000 tandis que celui de l'Allemagne s'accroît (ceci n'est pas uniquement imputable au différentiel du coût du travail).

**Filières aval :** Les industries européennes des filières animales (lait, viandes, aliments pour bétail) réalisent un chiffre d'affaires d'environ 400 milliards d'euros (2013). Malgré un grand nombre d'entreprises, les industries alimentaires du secteur sont dominées par quelques grands groupes d'envergure mondiale. La grande distribution représentait 54 % des ventes de produits alimentaires en 2012, le reste passant par d'autres circuits (marchés, boucheries, restauration...). On assiste récemment à un rapprochement des centrales d'achat européennes à l'initiative des grands groupes de distribution. Quelles que soient les filières, la recherche de gains d'efficacité-coûts ou/et la différenciation par la qualité et les signaux qui y sont associés jouent un rôle clé dans la compétitivité.

### Emploi et travail

**Emplois direct et indirect :** Les élevages européens emploient environ 4 millions d'actifs (salariés et non-salariés), dont 80 % dans les nouveaux États-membres. Les exploitations de polyculture-élevage et laitières représentent l'essentiel des emplois (37 % et 25 %), loin devant les élevages porcins et avicoles (8 %), moins nombreux mais individuellement plus grands et rassemblant l'essentiel des salariés du secteur. Les industries des filières animales emploient plus d'un million de salariés dans l'UE. L'effet multiplicateur de l'emploi direct est estimé entre 1,2 et 2,5 selon les filières ; il est généralement plus élevé dans les filières viande que laitières. Certains territoires sont dépendants des filières aval, du fait de leur poids dans l'économie locale. En France, l'emploi total lié à l'élevage est évalué à 3,2 % de l'emploi national.

### Cadre d'analyse du « bouquet de services » issu des élevages

Afin d'approcher conjointement toutes les dimensions des impacts et services de l'élevage, on a défini un cadre d'analyse permettant de les visualiser sous forme de « bouquets de services ».

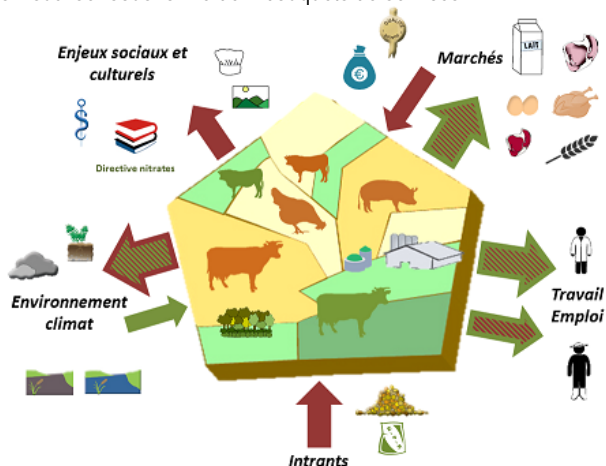


Figure 1. Représentation des bouquets de services issus des élevages

Le pentagone central figure un système d'élevage ou une filière dans son territoire. Celui-ci intègre certains éléments paysagers et les activités agro-industrielles sur lesquels s'appuient les élevages. Ce **territoire d'élevage** est décrit par ses caractéristiques : espèces, taille des troupeaux (symbolisée par un animal petit ou grand), source de l'alimentation (animal vert = pâturage, ocre = aliments concentrés). Le **mode d'usage des sols** est suggéré par un **parcellaire** à deux nuances de vert pour les prairies permanentes et temporaires, et à deux nuances de jaune pour les différentes cultures annuelles.

Ce système interagit avec **cinq interfaces** : les marchés, le travail et l'emploi, les intrants, l'environnement et le climat, les enjeux sociaux et culturels. Des **pictogrammes** symbolisent les principaux éléments concernés par ces interfaces : produits alimentaires, transactions financières, granulés de tourteau, rivière, directives juridiques, etc. L'ampleur des impacts est représentée par une **flèche sortante** plus ou moins large et dont la couleur indique que les effets sont positifs (vert), négatifs (rouge) ou mitigés (hachures). Dans ce dernier cas, l'effet dominant est celui qui borde la flèche. Les **flèches entrantes** indiquent l'existence de pressions sur les ressources exogènes (intrants) ou sur les systèmes d'élevage : risques, prédation, pression sociale, etc.

**Travail :** Une exploitation d'élevage compte en moyenne 1 à 2 travailleurs. La main-d'œuvre familiale continue de régresser au profit du salariat, des entreprises de travaux agricoles et de nouveaux arrangements collectifs. Le salariat représente 15 % du travail en élevage dans l'UE avec de fortes variations (de 2 % en Belgique à 50 % au Danemark). L'attractivité du métier d'éleveur apparaît faible, les conditions de travail et le manque de reconnaissance expliquant le désengagement des jeunes générations.

**Rapport aux techniques :** Les pratiques d'élevage évoluent rapidement. Les choix techniques influent sur la durée du travail, ce qui a justifié un effort de recherche sur des pratiques d'élevage simplifiées. Elles sont cependant controversées : l'augmentation de la productivité du travail tend à limiter la relation affective avec les animaux ce qui altère la symbolique et les règles du métier.

**La santé au travail :** Cette question est peu abordée dans la littérature scientifique. Les industries agro-alimentaires, dont les abattoirs, affichent une fréquence élevée de maladies du fait de tâches répétitives, des postures debout, du bruit et des températures souvent basses. En élevage, le travail physiquement pénible décroît mais la pénibilité mentale augmente, liée à un excès de stress. Aux côtés des cancers et des maladies cardiovasculaires, le suicide tient aujourd'hui une place non négligeable dans les causes de mortalité chez les agriculteurs.

### Intrants et ressources mobilisées

Les « intrants » désignent les ressources directes et indirectes utilisées par les élevages : cultures, terres, eau, fertilisants, énergie. Ils sont devenus une clé de lecture de l'efficacité environnementale, avec des débats sur l'empreinte territoriale des élevages due au faible taux de conversion des protéines végétales en protéines animales, à la délocalisation de leur approvisionnement protéique et à la pression exercée sur la biodiversité.

**Alimentation animale :** Les élevages européens consomment annuellement 220 millions de tonnes de céréales et d'oléoprotéagineux dont la moitié sous forme de concentrés industriels riches en protéines et en énergie. L'UE importe 70 % des protéines d'oléoprotéagineux (surtout le soja) destinées à l'alimentation animale. Si l'on compte les protéines contenues dans l'ensemble des aliments concentrés, la dépendance protéique de l'UE passe à 40 %, et elle baisse encore si l'on y ajoute les protéines contenues dans les fourrages grossiers et l'herbe.

**Usage des terres :** Si les bovins en systèmes herbagers sont plus consommateurs de surfaces que les volailles et porcins, ils peuvent valoriser des prairies et parcours sur des sols impropres aux cultures, ce qui concurrence peu la production de biomasse destinée à l'alimentation humaine. Dans l'UE, environ 74 Mha de prairies permanentes (dont 17 de parcours et landes), 10 Mha de prairies temporaires et 35 Mha des surfaces en céréales fourragères (soit 60 % de la sole) sont dédiés à l'alimentation du cheptel européen. La moitié de cette surface céréalière est destinée aux porcs, un quart aux volailles et un quart aux ruminants. L'estimation des terres labourables délocalisées hors UE pour l'alimentation du bétail ne fait pas consensus, et elle varie selon les surfaces considérées et les hypothèses retenues concernant les rendements et l'allocation des terres entre les différents coproduits.

**Énergie :** L'élevage consomme environ 45 % de l'énergie utilisée en agriculture (28 Mtep/an dans l'UE). L'énergie nécessaire pour produire un kilo de protéines diffère entre les types de produits (la viande de bœuf en nécessitant plus que le porc et que les produits avicoles et le lait), mais aussi au sein d'une même production (porcs : de 95 à 236 MJ/kg ; lait : de 37 à 144 MJ/kg). En fonction du type d'alimentation, l'énergie indirecte (fabrication d'aliments industriels et de fertilisants) peut représenter entre 50 % et 80 % de l'énergie totale. L'élevage est aussi producteur d'énergie via la méthanisation de ses effluents. L'Allemagne produit les 2/3 du

biogaz européen dans près de 9 000 exploitations, alors que la France valorise moins de 1 % de ses effluents par méthanisation.

**Phosphore :** L'utilisation du phosphore en agriculture, principalement comme fertilisant, a été multipliée par 15 depuis 1950. Or, c'est une ressource non renouvelable. Nutriment apporté aux animaux, il est majoritairement rejeté dans les déjections (taux de rétention de l'ordre de 20 %). Il est alors recyclé comme fertilisant et contribue à environ 40 % des apports aux cultures en phosphore, en France. L'excès restant dans les sols est une source de pollution. Enfin, contenu dans les produits animaux, il est la principale source de phosphore dans l'alimentation humaine.

**Eau :** L'eau étant géographiquement très inégalement répartie, son niveau de consommation par unité de produit n'est un indicateur pertinent que pour un contexte donné. Les méthodes d'évaluation des consommations d'eau comptabilisent différents types d'eau (eau « bleue » prélevée pour les animaux ou l'irrigation des cultures fourragères, eau « verte » stockée dans les sols) et utilisent des indicateurs différents (niveau de consommation, efficacité d'utilisation, stress hydrique). De ce fait, les résultats présentent des variations telles qu'ils sont difficilement comparables : selon les sources, la production d'un kilo de viande de bœuf peut mobiliser de 27 litres à 53 200 litres d'un agrégat d'eaux bleue et verte, un kilo de viande de porc de 4 800 à 6 000 litres, etc.

### Environnement et climat

**Gaz à effet de serre (GES) :** Contribuant de manière importante aux émissions anthropiques de GES, les élevages ont un impact clairement négatif sur le changement climatique. Dans l'UE, environ 42 % des émissions de l'élevage relèvent de l'alimentation animale, 22 % de la fermentation entérique, 19 % des effluents d'élevage et 17 % de la consommation d'énergie directe et indirecte (élevages et filières). Du fait de la fermentation entérique, les ruminants sont responsables de 60 % des émissions de GES provenant des élevages en Europe. Inversement, les systèmes herbagers permettent une séquestration durable du carbone dans le sol des prairies permanentes, ce qui a un impact positif sur le climat.

**Qualité de l'air :** Les élevages sont les principaux émetteurs d'ammoniac (90 %), lequel est un précurseur de particules fines. Celles-ci sont une préoccupation majeure en santé publique. Les particules primaires nuisent à la santé des personnes travaillant dans les élevages confinés (principalement les poulaillers). La contribution de l'ammoniac à la formation de particules secondaires affecte tous les territoires mais n'est pas quantifiée.

**Sols :** Les élevages interviennent sur le fonctionnement biologique et physique des sols en apportant de la matière organique et des nutriments favorables à la fertilité des sols, mais également des contaminants biologiques, médicamenteux et chimiques. Les effets de l'élevage diffèrent en fonction de l'usage des terres : cultures ou prairies, les effets les plus positifs sont liés aux prairies notamment permanentes et les plus négatifs aux conséquences d'une forte densité animale. Évaluer les effets cumulés des différents types d'impacts sur la vie du sol est trop complexe pour pouvoir conclure à un effet global positif ou négatif.

**Qualité de l'eau :** Dans les zones à forte densité d'élevage, l'enrichissement de l'eau en azote et phosphore contribue à l'eutrophisation des eaux (lacs, rivières et littoraux), ainsi qu'à la détérioration de la qualité de l'eau et à la hausse des coûts d'assainissement. L'UE a mis l'accent sur le suivi et la réduction de la charge en nutriments issus des effluents (directive Nitrates). Le chargement à l'hectare est le principal facteur aggravant mais les impacts dépendent de la sensibilité des milieux récepteurs.

**Biodiversité :** L'effet positif de l'élevage sur la biodiversité sauvage passe par le maintien des prairies permanentes, parcours et landes, milieux riches en biodiversité floristique et faunistique et qui évolueraient naturellement vers des couverts boisés en absence

d'élevage. La biodiversité dans les territoires agricoles s'accroît en présence d'élevage du fait de la présence de prairies, même temporaires, d'une diversification des cultures, et des paysages de bocage et sylvopastoraux. La régression des prairies permanentes et l'intensification de la fertilisation notamment ont toutefois diminué la diversité végétale utilisée par l'élevage. Pourtant, les essais expérimentaux montrent l'effet positif des mélanges d'espèces fourragères sur la production (quantité ingérée et qualité nutritionnelle) et sur la résilience face aux aléas climatiques.

La biodiversité domestique des espèces d'élevage s'est, quant à elle, fortement réduite. Aujourd'hui, quelques races spécialisées prédominent, caractérisées par des effectifs importants et des aires de répartition étendues. Leurs bases génétiques étroites limitent le potentiel d'adaptation, notamment chez les bovins laitiers. Néanmoins, le contexte institutionnel est, depuis 1992, plus favorable au maintien des races locales.

### Enjeux sociaux et culturels

**Enjeux liés à la santé animale :** 75 % des maladies infectieuses humaines émergentes sont zoonotiques. Ces dix dernières années, la circulation d'agents infectieux (grippe aviaire, fièvre catarrhale, etc.) s'est accrue, soulignant la mondialisation croissante des risques sanitaires. Les maladies des animaux d'élevage sont, à l'échelle planétaire, responsables de 20 % des pertes de production.

Le développement des phénomènes d'antibiorésistance a mis en cause certains mésusages d'antibiotiques en élevage. L'épandage des déjections peut disséminer dans l'environnement ces résistances et des antibiotiques eux-mêmes exerçant alors une pression de sélection sur les flores bactériennes du sol. Celle-ci reste néanmoins à qualifier et à quantifier. Enfin, de nombreux agents biologiques (microorganismes pathogènes, virus, parasites) et des substances chimiques (hormones de synthèse) présents dans les effluents sont potentiellement des contaminants.

**Enjeux patrimoniaux et culturels :** Fromages français, italiens, hollandais, des Balkans, charcuteries et techniques de viande séchée... Les signes officiels d'origine et de qualité (AOP et IGP) illustrent la richesse du patrimoine alimentaire lié aux produits animaux. Leur nombre continue de croître et avoisine les 600 en 2015. Pour autant, la transmission des savoir-faire artisanaux n'est pas vraiment assurée. L'élevage pastoral contribue, quant à lui, à la création de paysages culturels jouant le rôle de marqueurs identitaires, attractifs pour une société européenne largement urbaine.

**Bien-être animal :** La protection des animaux a été introduite dans le droit européen à partir des années 1990, l'enjeu étant d'établir un cadre commun aux pratiques dans les élevages, pendant le transport et à l'abattoir. Une telle législation s'impose au regard du nombre d'animaux élevés et mis à mort chaque année dans l'UE. L'évaluation du bien-être animal est cependant un exercice complexe. Les pratiques des éleveurs sont très variables et les « bonnes pratiques » peu reconnues par des labels, même si certains pays en ont développé (Royaume-Uni, Pays-Bas). Le bien-être est néanmoins mieux pris en compte dans les productions sous signe de qualité que dans d'autres formes d'agriculture.

### Un bilan global difficile à établir

Tant à cause de la multiplicité des effets, de leur variabilité selon les régions et les produits, de leur non-additivité que des incertitudes de certaines évaluations, il est peu aisé d'établir un bilan des effets positifs et négatifs des élevages et de leurs produits. L'agrégation, en un indicateur global d'impact, des résultats relatifs aux différents domaines est un exercice peu pratiqué et objet de forts débats car elle risque de masquer des effets négatifs majeurs derrière certains effets positifs.

Prises globalement, les dimensions positives tendent plutôt à relever de la production, des échanges et de certaines dimensions culturelles, alors que les impacts environnementaux et les pressions sur les ressources dominent parmi les effets négatifs. Il faut cependant garder à l'esprit que les conditions de pérennisation des services rendus par les premières passent en partie par la limitation de leurs conséquences négatives sur les autres dimensions.

### Les approches par bouquets de services

#### Une approche peu développée et centrée sur les antagonismes

Rares sont les travaux qui traitent simultanément de plusieurs services ou d'un « bouquet de services ». Ceux-ci mettent néanmoins en évidence que l'augmentation de la fourniture d'un service est souvent contrebalancée par la diminution d'un autre. De hauts niveaux de services ne peuvent être obtenus simultanément dans tous les domaines et il est nécessaire de réaliser des compromis. La question des compromis à l'échelle du système d'élevage est essentiellement abordée sous l'angle de l'arbitrage entre production de biens d'un côté, et impacts environnementaux de l'autre, dans l'objectif de réduire ces derniers sans altérer le niveau de production. Cet antagonisme entre production et services environnementaux est prégnant à toutes les échelles (parcelles, exploitations, territoires ainsi qu'aux échelles globales).

Les relations entre services ne sont pas forcément linéaires : les lois de réponse peuvent comporter des seuils, des optima, des points d'inflexion, etc. Par exemple, la courbe de séquestration du carbone dans une prairie s'infléchit à partir d'une intensité de production modérée alors que la production primaire se stabilise, ce niveau correspond, de ce fait, au compromis optimal.

L'examen des compromis entre services implique d'examiner à la fois leur concomitance spatiale, leurs interactions, les facteurs de changement qui les affectent et qui sont liés à la gestion des systèmes et des territoires ou à des facteurs exogènes (choc du marché, changement climatique...). L'intrication des phénomènes en jeu plaide pour l'adoption d'un cadre d'analyse très large. Les dimensions sociales et culturelles sont souvent négligées ou sous-évaluées par manque d'indicateurs. Or, elles peuvent déterminer *in fine* l'arbitrage entre deux cas de figures.

#### Le recours à la modélisation globale et aux scénarios pour l'analyse des compromis

Le principal intérêt des démarches de modélisation et de simulation globales s'appuyant sur des scénarios prospectifs réside dans l'effort d'assemblage d'informations de diverses origines et natures, donnant une cohérence d'ensemble aux projections réalisées. Ce type d'approche peut être utilisé pour mettre en évidence des synergies ou antagonismes entre les services issus des élevages (concernant à la fois la région d'élevage et ses régions d'approvisionnement en alimentation animale) et le résultat des compromis qui en découlent. Lorsqu'elles exposent leurs hypothèses de travail et leurs limites, de telles démarches favorisent leur mise en discussion.

Diminuer et modifier la composition et la part des produits animaux dans les régimes alimentaires apparaît régulièrement dans les simulations comme un levier pour limiter les impacts environnementaux de l'élevage, en changeant par ricochet l'usage des terres dédiées aux animaux et à leur alimentation. De façon générale, ces scénarios soulignent l'intérêt environnemental d'une réduction de la consommation de produits animaux couplée à une limitation de l'élevage de ruminants aux surfaces toujours en herbe et à un meilleur usage des coproduits dans l'alimentation animale. La suppression complète de l'élevage ne semble pas, pour autant, permettre d'atteindre les plus hauts niveaux de services environnementaux. Cela suppose l'existence d'un optimum de la part des produits animaux dans la consommation humaine.

Ces travaux prennent peu en compte l'effet des prix sur la demande alimentaire. Ils restent disjoints des analyses étudiant finement les habitudes et les préférences des consommateurs, qui permettraient pourtant de mieux évaluer l'impact effectif d'un changement sur la consommation et sur l'environnement. Enfin, les conséquences sociales des scénarios, bien que souvent mentionnées, sont rarement quantifiées.

### Bouquets de services et leviers d'action selon les territoires d'élevage européens

Ces approches globales des bouquets de services, menées à large échelle, présentent des limites tant la diversité des territoires et des systèmes d'élevage européens peut engendrer des bouquets de services contrastés. C'est dans cette optique que l'on s'est doté ici d'une grille de lecture des bouquets de services centrée sur le territoire. Du panorama précédent, se dégagent deux déterminants qui organisent la variabilité des effets des élevages et peuvent fonder une distinction entre bouquets de services territorialisés : la concentration animale et le mode d'alimentation du bétail. Les autres caractéristiques des systèmes d'élevage (espèce animale, conduite de troupeau, usage des sols, degré d'intensification des pratiques et gestion des effluents) sont directement reliées à ces deux facteurs-clés.

Une typologie des territoires européens (Figure 3) reposant sur la densité animale par hectare agricole et sur la part des prairies permanentes dans la surface agricole utile, permet de distinguer :

- i) des territoires denses en animaux et peu herbagers qui regroupent 30 % du cheptel européen sur 11 % de la SAU européenne, et où la gestion des pollutions est au cœur des arbitrages locaux ;
- ii) des territoires herbagers qui peuvent présenter des densités variables et où la productivité de l'herbe détermine le niveau de production et les stratégies de différenciation des produits (35 % du cheptel et 33 % de la SAU) ;
- iii) des territoires où cohabitent cultures et élevage qui recouvrent des dynamiques très diverses, allant de la complémentarité entre cultures et élevage, à l'éviction de l'élevage au profit des cultures (27 % du cheptel et 32 % de la SAU).

- haute densité animale peu herbager
- herbageur haute densité animale
- herbageur moyenne densité animale
- herbageur faible densité animale
- cohabitation entre cultures et élevages
- faible densité animale peu herbager
- pas de données

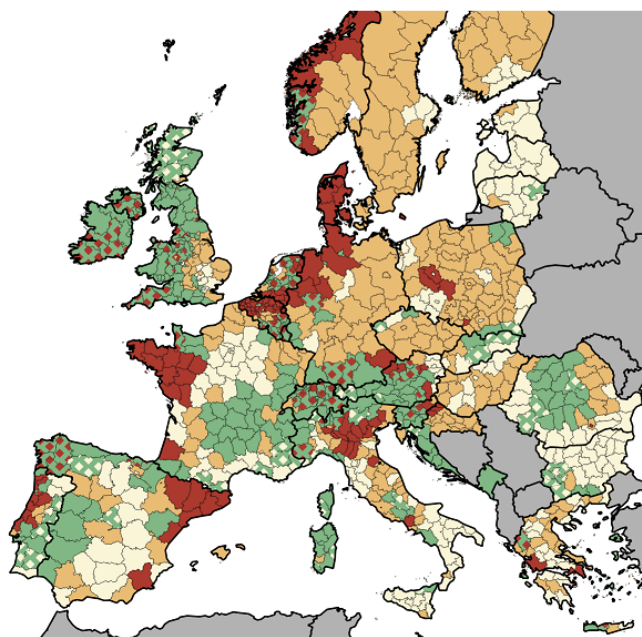


Figure 3. Une typologie des territoires d'élevage européens (Source : INRA d'après Eurostat, 2010)

### Les territoires peu herbagers à haute densité animale

Le bouquet de services des territoires à haute densité animale et peu herbagers est fortement orienté vers l'approvisionnement des marchés à des prix compétitifs (Figure 4). La principale caractéristique de ces territoires est leur niveau élevé de production par unité de surface, en raison de l'importance des élevages hors-sol. Du fait des volumes produits, les coûts unitaires de production sont relativement bas et, pour les réduire, les éleveurs cherchent notamment à optimiser les indices de conversion alimentaire de leurs animaux. Tout ceci a pour conséquence d'améliorer le bilan d'usage des ressources par animal.

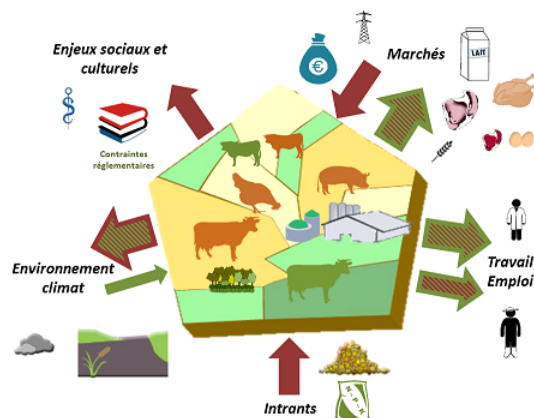


Figure 4. Bouquet de services des territoires peu herbagers à haute densité animale

Ces activités d'élevage sont concentrées autour de clusters agro-industriels, avec un fort effet d'entraînement sur leurs secteurs d'amont, d'aval et connexes. Elles s'inscrivent dans un contexte international concurrentiel, avec des systèmes fortement intégrés reposant sur des investissements, des flux de consommation et de production croissants. Les produits issus de ces élevages et territoires sont surtout des produits de masse vendus sur les marchés nationaux, européens, mondiaux. Les éleveurs en tirent une marge par unité de produit assez faible mais réalisent un chiffre d'affaires en moyenne plus élevé que les systèmes d'élevage plus extensifs grâce à leurs importants volumes de production. En contrepartie, de faibles variations de prix induisent des à-coups violents sur les volumes concernés et les résultats économiques. Ces systèmes sont ainsi très sensibles à la conjoncture économique (cours mondiaux des intrants et des produits) sur laquelle ils n'ont pas de prise. Les éleveurs ont une capacité restreinte de négociation liée à des asymétries de pouvoir de marché vis-à-vis du reste de la filière.

Si les fortes concentrations d'animaux sur un territoire permettent des gains de productivité, elles produisent des nuisances et des pollutions (risques de dégradation de la qualité des eaux et d'eutrophisation, nuisances olfactives, etc.). L'empreinte écologique sur les ressources est âprement discutée car, si elle est basse quand elle est ramenée au kg produit, elle est élevée à l'hectare utilisé et fortement dépendante de ressources extérieures importées (protéines, eau). Les débats portent également sur certaines atteintes au bien-être animal.

Dans le cas des monogastriques, les leviers d'action concernent ici : (i) l'amélioration de l'efficacité de la conversion alimentaire par la génétique, les modes de conduite d'élevage, la composition de la ration, (ii) l'aménagement des bâtiments (normes HOE, lavage d'air, bien-être...), (iii) la valorisation des produits animaux, (iv) la qualité sanitaire des troupeaux, (v) le traitement des effluents permettant leur exportation et leur recyclage (séchage, méthanisation...). Dans les systèmes ruminants, le levier d'action principal est l'accroissement du recours au pâturage qui, s'il est possible, réduit les besoins en intrants exogènes et génère moins de pollutions locales que le recours au maïs fourrage.

## Les territoires d'élevage à dominante herbagère

Le second type de territoire d'élevage concerne essentiellement les ruminants et se caractérise par un degré élevé d'autonomie vis-à-vis des intrants. Les systèmes herbagers ne cherchent en effet pas systématiquement à maximiser la production mais à valoriser les ressources locales, en limitant la fertilisation minérale des prairies et la mécanisation (Figure 5). En valorisant des terres non cultivables et/ou des espaces naturels protégés, ces systèmes entrent peu en concurrence avec la production végétale destinée à l'alimentation humaine.

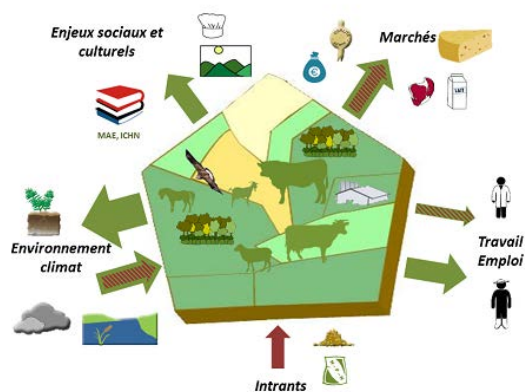


Figure 5. Bouquet de services des territoires à dominante herbagère

La production du fourrage sur l'exploitation n'exclut cependant pas l'achat de concentrés, notamment en zone de montagne. Les races d'animaux utilisées sont adaptées aux milieux. Les conditions de production de ces systèmes (durées d'élevage des animaux plus longues, moindre efficacité alimentaire...) conduisent à des niveaux d'émissions de GES par unité de produit plus élevés que dans les territoires peu herbagers à haute densité animale. Mais, du fait de la faible densité animale et du rôle des prairies permanentes dans la séquestration du carbone, leur impact environnemental par unité de surface reste en général limité. Cet impact augmente néanmoins quand leurs densités animales s'accroissent.

Avec une productivité apparente de la terre plus faible, la rentabilité économique de ces systèmes herbagers est en général moindre mais le revenu par hectare peut s'avérer comparable lorsque les élevages et les territoires tirent parti des potentialités du milieu et de la typicité des produits. Les territoires à dominante herbagère offrent ainsi des bouquets de services avec des niveaux de production inférieurs que dans le cas précédent mais ils misent sur l'image de qualité de leurs produits et limitent la pression sur leur environnement local.

Les compromis visent alors à préserver les bonnes performances environnementales sans pour autant pénaliser (voire en développant) leur potentiel de production. Lorsque la conjoncture économique devient difficile, les territoires herbagers sont soumis à la double menace de l'intensification et de l'abandon. Les principaux risques dans ces territoires sont très directement liés aux conditions pédoclimatiques et à leurs évolutions.

Les leviers d'action ne peuvent donc être envisagés qu'en adéquation avec le contexte local. L'arbitrage entre performances productives et environnementales se joue en premier lieu dans la conduite des prairies : période d'exploitation, diversification des usages, niveau de production. L'échelle du paysage offre des leviers supplémentaires en jouant sur l'agencement des espaces agricoles et naturels. L'organisation des filières est également cruciale pour la valorisation des produits, notamment lorsqu'ils sont sous signe de qualité (AOP/IGP, labels, AB...), et pour la répartition de la valeur ajoutée entre acteurs de la filière. Enfin, la pérennité du compromis suppose ici une articulation étroite entre les gouvernances sectorielle et territoriale, impliquant les gestionnaires des ressources naturelles.

## Les territoires où cohabitent cultures et élevage

Accueillant autant des monogastriques que des ruminants, les territoires qui associent cultures et élevage sont les zones où la structure des élevages est la plus hétérogène tant en taille qu'en orientations productives. Les systèmes de polyculture-élevage valorisant les complémentarités entre les cultures et l'élevage sont l'idéal-type de ces territoires (Figure 6) car ils permettent de fournir de nombreux services, en particulier en améliorant la qualité des sols et la trame paysagère et rendant plus efficace le bouclage des cycles biogéochimiques (azote, carbone).

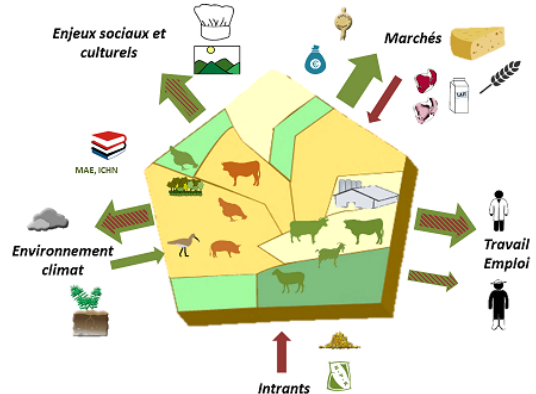


Figure 6. Bouquet de services des territoires associant cultures et élevage

Cette association entre productions animales et végétales n'est que très partiellement effective dans les territoires où coexistent élevage et cultures. L'élevage a subi une forte concurrence des cultures dont le développement a été soutenu par un marché porteur et des aides publiques plus importantes. Les changements d'usage des sols menacent les prairies et les exploitations de polyculture-élevage se maintiennent souvent dans des zones peu propices aux cultures (pente, zone humide...). Le repli des élevages résulte aussi d'un déficit de main-d'œuvre et/ou d'organisation du travail au sein de l'exploitation de polyculture-élevage, ce qui conduit certains acteurs à se mobiliser autour du maintien de l'élevage et de ses atouts.

Compte tenu des risques de disparition de l'élevage dans ces territoires, les leviers d'action visent à combiner les bénéfices tirés de l'intégration entre cultures et élevage avec des conditions qui permettent le maintien des élevages. La diversification des rotations peut accroître l'autonomie alimentaire des élevages, grâce en particulier à l'insertion de légumineuses. L'implantation de cultures intermédiaires renforce aussi l'autonomie alimentaire des troupeaux. D'autres options sont testées avec succès comme l'introduction de ruminants ou de volailles dans les vergers, vignes ou rizières. Enfin, le recours à des ressources fourragères arborescentes ou arbustives permettrait de limiter la sensibilité de la production au changement climatique.

Des verrous techniques et organisationnels freinant la réintroduction des animaux dans des exploitations de cultures, des complémentarités locales entre exploitations spécialisées en élevage et exploitations de grandes cultures peuvent être envisagés. Elles conservent l'intérêt du couplage des deux types de production sans ajouter de contraintes de main-d'œuvre. Cette coordination peut alors aider au maintien des élevages. Dans certaines zones, le maintien des exploitations de polyculture-élevage ou de poly-élevage a aussi été favorisé par l'existence de cahiers des charges et de labels assurant une rémunération de la qualité des produits.

## Conclusions et besoins de recherche

L'inventaire des effets que les élevages européens ont d'un point de vue économique, environnemental et social, permet d'apprécier la portée de chacun d'eux, sans être pour autant en mesure d'en proposer un bilan global. L'approche par bouquets de services territorialisés et leur déclinaison par type de territoires permettent d'envisager l'articulation entre ces différents effets et le bilan entre effets positifs et négatifs. Ils permettent en outre de raisonner les leviers d'action en les adaptant à la configuration territoriale des bouquets de services. Ainsi, dans les territoires à haute densité animale, la gestion des pollutions, notamment locales, et la limitation des intrants sont au cœur des enjeux, alors que, dans les territoires à dominante herbagère, l'enjeu se concentre autour, d'une part, de la productivité de l'herbe et, d'autre part, des stratégies de différenciation des produits. Les territoires alliant cultures et élevage doivent, pour profiter au maximum des avantages d'une telle association en un même territoire, s'organiser autour du maintien de l'élevage.

Les effets du changement climatique n'ont pas été pris en compte dans cette expertise notamment dans les leviers d'actions abordés. Une réflexion complémentaire serait nécessaire pour comprendre le rôle des élevages dans l'atténuation et l'adaptation au changement climatique.

Approfondir l'analyse des bouquets de services par type de territoire, réfléchir à l'articulation et aux interrelations entre ces différents types, anticiper leurs évolutions respectives et communes nécessitent de poursuivre les efforts de recherche dans plusieurs directions.

**Mieux intégrer tous les services rendus par l'élevage :** Si les études d'impact intégrées comptabilisent en général les effets négatifs sur l'environnement (pressions sur les ressources, contributions aux pollutions, etc.), les effets positifs interviennent en termes d'abattement d'émissions polluantes ou de consommation de ressources. Et une partie des services entre encore mal dans les comptabilités de cycle de vie. L'approche par bouquets de services tâche d'y remédier mais la littérature reste encore assez théorique et ne permet pas d'intégrer, dans les modélisations notamment, les plus-values identifiées. C'est l'objectif de l'analyse coût-bénéfice, dont les applications à l'élevage sont encore très rares et partielles.

**Rendre plus visible le bouquet des services :** Au-delà des difficultés de quantification et de pondération des effets des élevages, il reste difficile de les donner à voir. Des recherches visant à appréhender de manière holistique les bouquets de services permettraient d'améliorer leur lisibilité et d'appuyer les politiques publiques s'y référant.

**Affiner l'analyse des effets de la réduction de la consommation en produits animaux :** Dans les études évaluant les effets de changements de régimes alimentaires, ces derniers sont souvent posés *a priori* et de façon normative. Elles prennent peu en compte la complexité des comportements alimentaires et les impacts sur les filières. Il y aurait lieu de mieux y introduire la qualité nutritionnelle des aliments d'origine animale, leurs impacts nutritionnels, la substituabilité entre biens alimentaires, l'évolution des préférences des consommateurs, les mécanismes qui régissent le fonctionnement des filières.

### La démarche d'expertise scientifique collective

L'expertise scientifique collective (ESCo) consiste en un état des connaissances scientifiques actualisé et en son analyse critique permettant de faire le point sur les débats et controverses qui traversent les communautés scientifiques, les incertitudes dont la prise en compte est nécessaire à l'interprétation des résultats et les lacunes qu'il s'agira de combler à l'avenir. Elle ne formule ni avis ni recommandation. La conduite de l'exercice s'appuie sur une charte de l'expertise scientifique dont les principes généraux sont la compétence, l'impartialité, la pluralité et la transparence.

Le collectif d'experts réuni pour cette ESCo comporte 27 chercheurs (dont 1/3 extérieur à l'INRA). Leurs disciplines se sont réparties équitablement entre les sciences animales, les sciences de l'environnement, les sciences économiques et les sciences sociales.

Le corpus bibliographique a été constitué après interrogation des bases de données *Web of Science-TM* et *EconLit*. Les experts y ont sélectionné des références et l'ont complété en fonction de leurs compétences disciplinaires. Le corpus final comprend environ 2 450 références (articles, ouvrages, chapitres d'ouvrages, rapports, textes réglementaires...). Des sources statistiques complémentaires ont été mobilisées pour contextualiser les résultats dans un cadre européen.

### Pour en savoir plus :

Dumont B.(coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C. Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gaigné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauviel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective, INRA (France).

Le rapport complet de l'expertise scientifique collective, la synthèse et le présent résumé sont disponibles sur le site de l'INRA.



Délégation à l'Expertise scientifique,  
à la Prospective et aux Etudes

147, rue de l'Université  
75338 Paris Cedex 07  
France

Tél. : +33 1 42 75 94 90  
Fax : +33 1 42 75 91 72  
[www.inra.fr](http://www.inra.fr)







## SelfCO2

### Le bilan carbone de mon exploitation laitière



#### 1. Objectif

**SelfCO2®** est un outil d'auto-évaluation développé par l'Institut de l'Élevage, pour permettre aux éleveurs de mieux appréhender les interactions entre un élevage laitier et l'environnement afin d'engager dans un second temps des démarches de progrès.

**SelfCO2®** est un outil simple et rapide:

- 29 données à renseigner
- Des résultats instantanés
- Un référentiel pour se comparer
- Un suivi pluriannuel des diagnostics antérieurs
- Un outil du dispositif «Ferme Laitière Bas-Carbone»

#### 2. Destinataires

**SelfCO2®** est un outil d'auto-évaluation destiné directement aux éleveurs laitiers afin de répondre au défi du changement climatique et combiner production laitière et environnement.

### 3. Contenu, fonctionnalités

Les 3 étapes d'un diagnostic **SelfCO2®**:

#### 1. Renseigner ses données sur le troupeau, les surfaces et les intrants

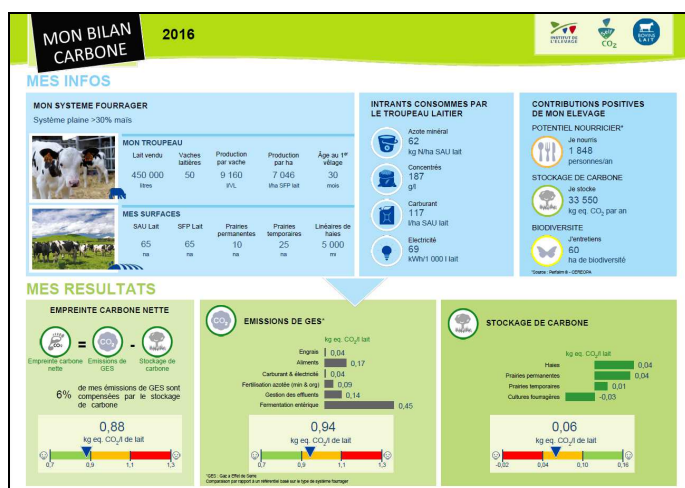
LES SURFACES UTILISEES PAR L'ATELIER LAIT		
Intitulé	Informations	Données de la ferme
Prairies permanentes	Prendre les informations de la PAC et appliquer une affectation par UGB si les PP sont utilisées par d'autres animaux autres que les bovin lait. Document PAC	Ha
Prairies temporaires	Idem PP. Document PAC	Ha
Cultures fourragères (maïs, sorgho, betterave...)	Idem PP. Document PAC	Ha
Céréales autoconsommées-Quantités	Voir votre comptabilité.	t brutes
Rendement des céréales autoconsommées	Un rendement par défaut de 65 q/ha est proposé.	q/ha
Mètres linéaires de haies	Si une affectation est nécessaire, la faire sur la base de la proportion des ha lait / ha SAU. Document PAC	ml

*Données à renseigner sur les surfaces*

#### 2. Vérifier ses données

JE VERIFIE MES DONNEES		
Indicateurs	unités	Seuils d'alerte
Type d'atelier bovin lait		Aucun
Surface agricole utile de l'atelier (SAU lait)	Ha	Aucun
Surface fourragère principale de l'atelier (SFP lait)	Ha	Aucun
Surface en prairies permanentes	Ha	Aucun

#### 3. Consulter ses résultats



#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Connectez-vous sur [www.selfco2.fr](http://www.selfco2.fr) pour lancer un diagnostic **SelfCO2®**.

#### 5. Pour en savoir plus

Rendez-vous sur le site <http://selfco2.idele.fr> pour trouver toutes les informations sur **SelfCO2®**, un guide utilisateur, une checklist et différentes ressources documentaires.

#### 6. Contact (s)

[selfco2@idele.fr](mailto:selfco2@idele.fr)

Catherine Brocas  
Tél. +33(0)2 99 14 86 35  
[catherine.brocas@idele.fr](mailto:catherine.brocas@idele.fr)

Propriétaire



Journées des RMT élevages et environnement & Erytage des 2-3 décembre 2019, Rennes  
<http://www.rmtelevagesenvironnement.org> ; <http://erytage.org>



## Syst'N®



### 1. Objectif

L'outil a pour premier objectif d'estimer les pertes d'azote des systèmes de culture dans leurs milieux pédoclimatiques, de comparer des parcelles et des scénarios entre eux. Le second objectif est de permettre/faciliter le diagnostic des pertes d'azote afin de contribuer à la gestion environnementale des exploitations et des territoires, et de faciliter la recherche de solutions d'amélioration des performances environnementales des systèmes agricoles.

### 2. Destinataires

Conseillers et ingénieurs du développement agricole (public assez large, pas forcément spécialiste) ; gestionnaires de l'eau ; agences environnementales ; collectivités territoriales ; formateurs et enseignants

### 3. Contenu, fonctionnalités

L'outil est un logiciel, constitué d'un simulateur de pertes d'azote vers l'environnement, qui utilise un modèle de culture dynamique permettant de simuler les flux d'azote dans les systèmes de culture au pas de temps de la journée (Figure 1), et d'une base de données de pertes d'azote (appelée Pertazote, version prototype). Le modèle azote est issu d'un assemblage de sous-modèles existants.

L'outil comprend en outre une interface Homme-Machine permettant de saisir les données d'entrée (figure 2) et de visualiser les émissions d'azote sous différentes formes ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$  et  $\text{N}_2\text{O}$ ). L'interface d'entrée inclut des données par défaut si l'utilisateur ne dispose pas de toutes les informations requises, et permet la comparaison de différents systèmes de culture et la prise en compte de la variabilité du sol et du climat.

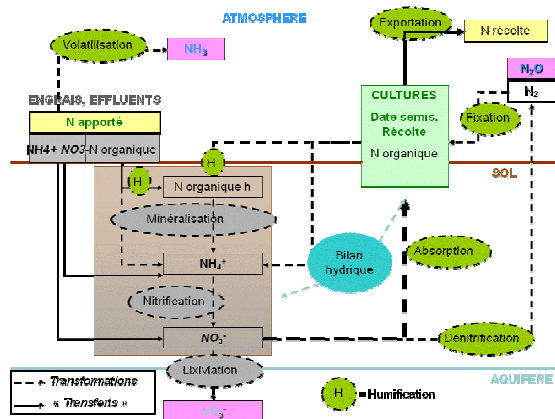


Figure 1 : Schéma du simulateur de flux d'azote dans le système sol-culture-atmosphère-eau.

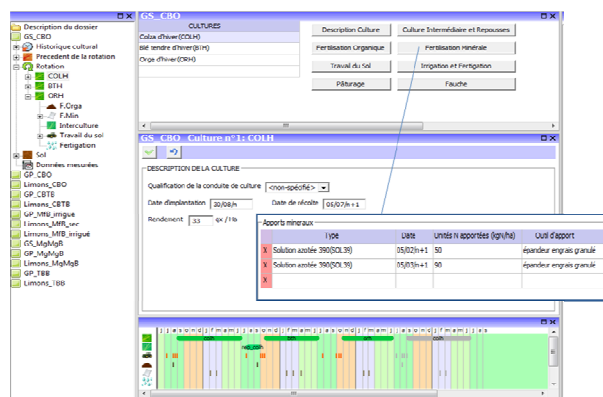


Figure 2 : Partie de l'interface d'entrée

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Outil gratuit. Voir le site internet de l'outil :

<http://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/moodle/course/view.php?id=61>

#### 5. Pour en savoir plus

<http://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/moodle/course/view.php?id=8>

Parnaudeau V., Reau R., Dubrulle P., (2012). Un outil d'évaluation des fuites d'azote vers l'environnement à l'échelle du système de culture : le logiciel Syst'N. *Innovations Agronomiques* 21, 59-70. <http://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volume-21-Septembre-2012>

R Dupas, V Parnaudeau, R Reau, MH Jeuffroy, P Durand, C Gascuel-Oudou (2015). Integrating local knowledge and biophysical modeling to assess nitrate losses from cropping. *Environmental modelling & software*, 69, 101-110.

Nitschelm L, Parnaudeau V, Vertès F, van des Werf HMG, Corson MS, Viaud V, Aubin J, Walter C (2018). Improving LCA estimates of nitrogen emissions during crop rotations at the scale of an agricultural territory, *Environmental Science & Technology*, 52, 1330-1338.

#### 6. Contact (s)

Virginie Parnaudeau, INRA UMR SAS, [Virginie.Parnaudeau@inra.fr](mailto:Virginie.Parnaudeau@inra.fr)

Raymond Reau, INRA UMR Agronomie, [Raymond.Reau@inra.fr](mailto:Raymond.Reau@inra.fr)

Mathilde Heurtaux, ACTA, [Mathilde.Heurtaux@acta.asso.fr](mailto:Mathilde.Heurtaux@acta.asso.fr)

Propriétaire de l'outil



Partenaires, financeurs



**AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ**

Établissement public du ministère de l'Environnement





## ThermiSim de l'Ifip



### 1. Objectif

ThermiSim est un outil qui évalue la rentabilité d'un investissement ou d'un changement de pratique afin d'économiser l'énergie en élevage de porcs : il prévoit les économies d'énergie possibles et le retour sur investissement.

Dans les élevages de porcs, les consommations d'énergie directes dépendent des échanges thermiques entre les bâtiments et l'environnement, surtout conditionnés par la gestion de l'ambiance des salles. En pratique, ThermiSim va, pour chaque élevage renseigné :

- diagnostiquer les consommations des bâtiments existants,
- prévoir les consommations d'énergie d'un projet de bâtiment,
- évaluer la rentabilité d'une technique/pratique économe en énergie.

### 2. Destinataires

Ce calculateur de la rentabilité d'un investissement s'adresse aux éleveurs, techniciens d'élevage et équipementiers.

### 3. Contenu, fonctionnalités

ThermiSim simule le fonctionnement d'une salle d'élevage pour 4 stades physiologiques. Il prédit la température d'une salle, le niveau de ventilation et les consommations de chauffage en engraissement, post-sevrage, maternité et gestation. Pour l'utiliser, il suffit de décrire la salle (dimensions, type de parois et type de plafond), les animaux (poids d'entrée, poids de sortie, GMQ) et de saisir les paramètres de gestion de la ventilation et du chauffage comme sur un boîtier de régulation de l'ambiance. Pour chaque salle d'un bâtiment, ThermiSim calcule les consommations d'énergie directes liées à la ventilation et au chauffage, c'est-à-dire 85 % des usages énergétiques d'un élevage. Les spécificités des élevages comme les caractéristiques des salles (isolation...) ou des équipements et la

gestion de l'ambiance (températures de consigne...) ou des animaux (nombre, stade), sont prise en charge par ThermiSim, ce qui rend les résultats très personnalisés. Il simule la température de chaque salle, et par conséquent le taux de ventilation et le niveau de chauffage nécessaires pour respecter les consignes définies par l'éleveur. Les flux d'énergie indirects sont estimés à partir de la consommation moyenne journalière d'aliment en tenant compte du poids vif de l'animal et de la température ambiante.

Un bilan économique évalue la mise en œuvre de différents choix techniques sur les économies d'énergie, par exemple l'incidence de la température et de l'humidité d'une salle sur les performances techniques des animaux.

En pratique, comme ThermiSim permet de tester différents réglages du boîtier de régulation et d'en évaluer l'incidence sur l'ambiance et les performances techniques des porcs, l'éleveur peut savoir si un changement de consigne de ventilation apporte des économies d'énergie et si ce changement dégrade ou non les performances techniques. Cet outil évalue non seulement l'intérêt d'un changement de réglage du boîtier de ventilation mais aussi par exemple de l'ajout d'1 cm d'isolant sur les consommations de chauffage, de la brumisation ou du cooling... En prenant en compte l'impact de l'ambiance (T°, Humidité, CO2) sur les performances des animaux, ThermiSim répond aux questions des éleveurs, par exemple : est-il possible de réduire le chauffage dans les salles pour économiser de l'énergie sans risque d'engendrer un déficit de température, et par conséquent une augmentation de l'indice de consommation ?

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

L'accès à ThermiSim est payant afin de contribuer à la maintenance de l'outil. L'IFIP propose l'accès à cet outil via la création d'un compte utilisateur sur son site internet et la souscription d'un abonnement annuel au tarif de 325 €/an pour un éleveur ou 1 3000 €/an pour une entreprise (tarif dégressif selon le nombre d'utilisateurs, tarif enseignement et version export : nous consulter sur [ifip@ifip.asso.fr](mailto:ifip@ifip.asso.fr) ).

#### 5. Pour en savoir plus

Rendez-vous sur le site internet de l'Ifip ou sur Youtube :

[https://www.youtube.com/watch?v=5bEiG7Ua92U&list=PL6b3qzGJNj7H3\\_wcRei4MX9Y2iwjv368&index=21](https://www.youtube.com/watch?v=5bEiG7Ua92U&list=PL6b3qzGJNj7H3_wcRei4MX9Y2iwjv368&index=21)

#### 6. Contact (s)

Marcon, Michel, IFIP, [michel.marcon@ifip.asso.fr](mailto:michel.marcon@ifip.asso.fr)

Rousselière, Yvonnick, IFIP, [yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr](mailto:yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr)

Propriétaire

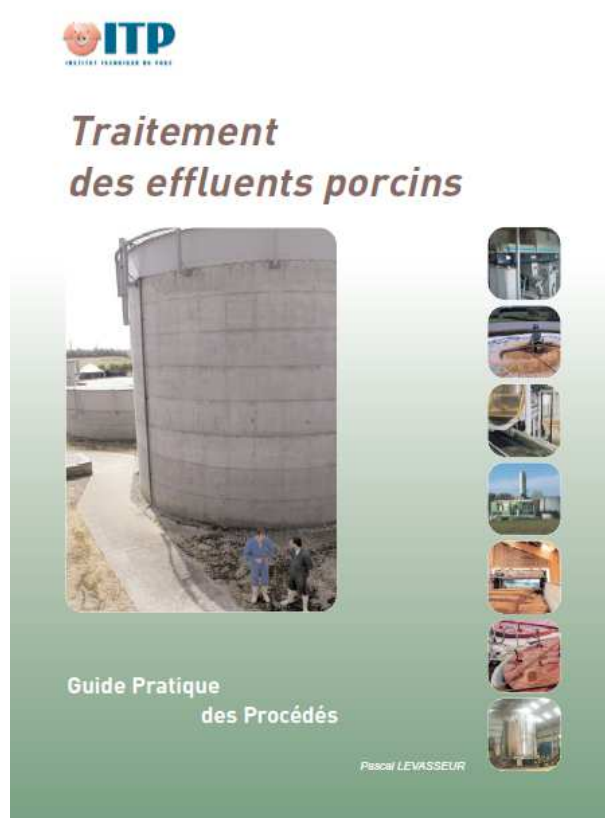


Partenaires, financeurs





## Traitement des effluents porcins - Guide pratique des procédés



### 1. Objectif

L'objectif de cette brochure est de montrer, de façon synthétique, l'ensemble des procédés de traitement applicable au lisier de porc. Le but peut être de réduire les quantités d'azote et de phosphore à gérer sur le plan d'épandage ou plus simplement d'améliorer la gestion du lisier.

### 2. Destinataires

Conseillers en agronomie et en environnement pour la production porcine

### 3. Contenu, fonctionnalités

Cette brochure propose le sommaire suivant :

- Classification des procédés de traitement
- Critères de choix d'un procédé
- Séparation de phases
- Traitements biologiques
- Procédés physico-chimiques
- Bilan matière des principales filières de traitement
- Adresses
- Références bibliographiques

Chaque fiche correspond à un procédé (1 fiche = 1 page). Elles présentent, de façon synthétique, les éléments suivants :

- Objectif du procédé
- Principe de fonctionnement
- Quelques éléments pratiques
- Coût d'investissement et de fonctionnement
- Difficulté de maintenance
- Temps de main-d'œuvre
- Abattement sur l'azote et le phosphore

### 4. Conditions d'accès à l'outil

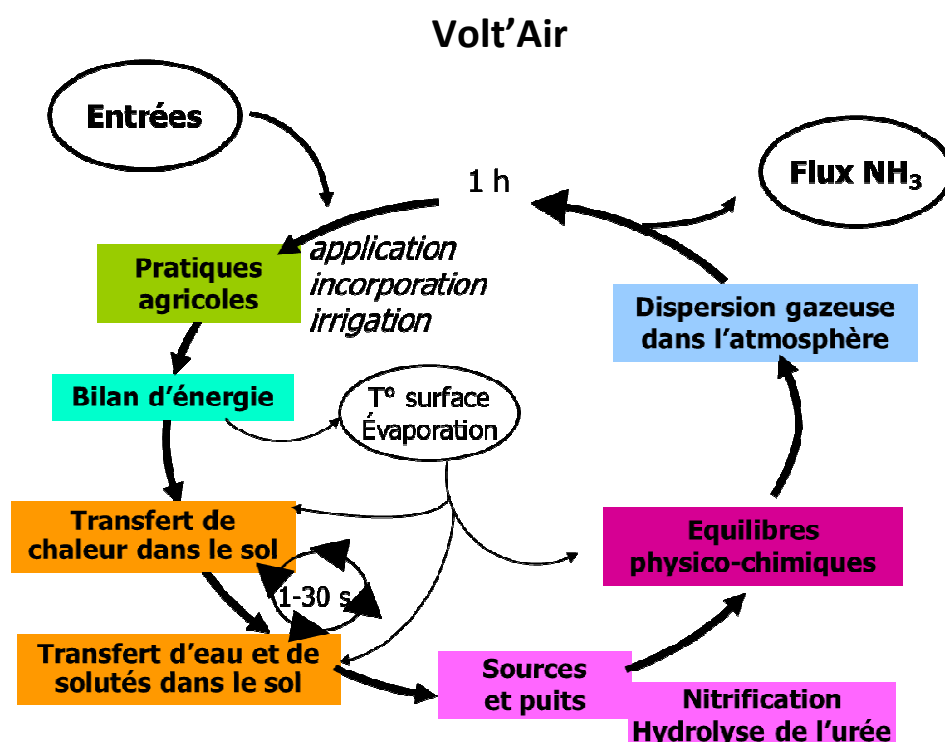
Brochure disponible gratuitement sur le site du RMT Elevages et Environnement

### 5. Contact (s)

Pascal LEVASSEUR – IFIP Institut du Porc – [pascal.levasseur@ifip.asso.fr](mailto:pascal.levasseur@ifip.asso.fr)







## 1. Objectif

Le modèle Volt'Air a pour principal objectif de simuler la dynamique et le cumul des flux de volatilisation d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) après épandage sur sol nu de produits résiduels organiques (lisiers, fumiers, composts, digestats...) ou de fertilisants minéraux (ammonitrate, urée, solution azotée), ainsi que la volatilisation des produits phytopharmaceutiques (PPP). Il prend en compte différentes méthodes d'apport ainsi qu'un éventuel travail du sol pratiqué en post-application et/ou une irrigation.

Il peut être utilisé pour :

- caractériser les pertes d'azote par volatilisation après fertilisation d'un système ou de tout un ensemble de systèmes « engrais-pratique-pédoclimat » ou de produits phytopharmaceutiques suite à un traitement phytosanitaire
- évaluer les techniques et stratégies de réduction des pertes par volatilisation au champ
- améliorer la prise en compte des facteurs agro-environnementaux et de leurs variabilités spatio-temporelles dans les inventaires nationaux d'émissions d'ammoniac ou en entrée de modèles de chimie-transport utilisés en prévision de la qualité de l'air
- générer des fonctions simples de volatilisation à intégrer dans des outils d'aide à la décision ou des bilans environnementaux, par métamodélisation par exemple.

## 2. Destinataires

- Scientifiques travaillant sur la volatilisation d'ammoniac, la fertilisation, la valorisation des produits résiduels organiques en agriculture, les traitements phytosanitaires, la protection des cultures, la qualité de l'air...
- Acteurs du développement agricole et organismes de conseil agricole
- Industriels de la fertilisation et industriels de la transformation des déchets de diverses origines (méthanisation, compostage...)
- Etudiants

## 3. Contenu, fonctionnalités

C'est un modèle 1D qui prend en compte de manière modulaire les principaux facteurs d'influence de deux compartiments - le sol et l'atmosphère : la description explicite des processus impliqués dans le sol (équilibres entre les différentes formes chimiques de l'intrant, transferts hydriques, thermiques et de solutés dans le sol, puits et sources) permet le calcul de la concentration du composé d'intérêt (NH<sub>3</sub> ou matière active du produit phytopharmaceutique) en phase gazeuse à l'interface entre le sol et l'atmosphère et, *in fine*, à partir des conditions micrométéorologiques locales, du flux de volatilisation. L'échelle spatiale est la parcelle agricole et l'échelle temporelle est de plusieurs jours à quelques semaines avec un pas de temps infra horaire, horaire ou pluri-horaire. Le compartiment sol est divisé en plusieurs couches sur 1 mètre de profondeur environ.

L'outil a été doté d'une interface graphique destinée à en faciliter l'utilisation :

- renseignement des données et variables d'entrées :
  - o propriétés physico-chimiques des composés azotés et des PPP ;
  - o propriétés hydrauliques des produits résiduels organiques ;
  - o données relatives au sol : texture, propriétés analytiques, caractéristiques hydrauliques..., teneur en eau initiale ;
  - o informations concernant les pratiques culturales : date, dose et mode d'application de l'intrant, date et mode d'incorporation, date et dose d'irrigation ;
  - o configuration de la parcelle (latitude, taille...) ;
  - o variables météorologiques issues d'une station météorologique classique à un pas de temps horaire.
- édition et représentation graphique des variables de sorties
  - o flux instantané de volatilisation et cumul des pertes ;
  - o termes du bilan d'énergie et température de la surface du sol, paramètres de turbulence ;
  - o températures, teneurs eau, teneurs en azote ammoniacal, azote nitrique et uréique et teneurs en pesticides des différentes couches de sol.

Grâce à un constant travail d'amélioration, doublé d'une démarche de validation par confrontation à des jeux de données expérimentaux acquis spécifiquement dans cet objectif, le domaine d'application de Volt'Air s'étend progressivement (diversification des intrants, des pratiques, des contextes pédoclimatiques...)

Le couplage de Volt'Air avec le modèle Sol-Végétation-Atmosphère SurfAtm permet la prise en compte des interactions avec le couvert végétal et leurs effets sur la dynamique et l'amplitude des émissions. Son couplage avec le modèle FIDES (dispersion atmosphérique et dépôt à courte distance) permet d'évaluer les impacts des émissions sur les écosystèmes non cibles à courtes distances (< 1 km ; par exemple étendues d'eau) et de calculer des émissions nettes à l'échelle d'un territoire et/ou d'une maille de modèles de Chimie Transport.

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Sur demande (voir contacts)

#### 5. Pour en savoir plus

<https://www.versailles-grignon.inra.fr/ecosys/Productions/Logiciels-Modeles/VOLT-AIR>

Génermont S., Cellier P., 1997. A mechanistic model for estimating ammonia volatilization from slurry applied to bare soil. *Agricultural and Forest Meteorology* 88:145-167.

[https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(97\)00044-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(97)00044-0).

Bedos C., Génermont S., Le Cadre-Barthelemy E., Garcia L., Barriuso E., Cellier P., 2009. Modelling pesticide volatilization after soil application using the mechanistic model Volt'Air. *Atmospheric Environment*, 43, 22-23, 3630-3639. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.atmosenv.2009.03.024>

Le Cadre E., Génermont S., Bedos C., Recous S., Cellier P., 2008. Adapting the mechanistic model Volt'Air to model ammonia volatilisation from industrial fertilisers applied to bare soil as related to chemical and biological processes at the soil surface, Oral presentation. Open Science Conference on Reactive Nitrogen and the European Greenhouse Gas Balance, 20-21/02/2008, Ghent, Belgium.

Garcia L., Bedos C., Génermont S., Braud I., Cellier P., 2011. Assessing the ability of mechanistic volatilization models to simulate soil surface conditions: a study with the Volt'Air model. *Science of the Total Environment*, 409, 19, 3980-3992. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.scitotenv.2011.05.003>

Garcia L., Génermont S., Bedos C., Simon N.N., Garnier P., Loubet B., Cellier P., 2012. Accounting for surface cattle slurry in ammonia volatilization models: the case of Volt'Air. *Soil Science Society of America Journal*, 76, 6, 2184-2194. <http://dx.doi.org/doi:10.2136/sssaj2012.0067>

Garcia L., Bedos C., Génermont S., Benoit P., Barriuso E., Cellier P., 2014. Modeling Pesticide Volatilization: Testing the Additional Effect of Gaseous Adsorption on Soil Solid Surfaces. *Environmental Science and Technology*, 48, 9, 4991-4998. <http://dx.doi.org/doi:10.1021/es5000879>

Hamaoui-Laguel L., Meleux F., Beekmann M., Bessagnet B., Létinois L., Génermont S., Cellier P., 2014. Improving ammonia emissions in air quality modelling for France. *Atmospheric Environment*, 92, 584-595. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.atmosenv.2012.08.002>

Ramanantenasoa M.M.J., Gilliot J.-M., Mignolet C., Bedos C., Mathias E., Eglin T., Makowski D., Génermont S., 2018. A new framework to estimate spatio-temporal ammonia emissions due to nitrogen fertilization in France. *Science of the Total Environment* 645:205-219. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.202>.

Ramanantenasoa M.M.J., Génermont S., Gilliot J.-M., Bedos C., Makowski D., 2019 Meta-modeling methods for estimating ammonia volatilization from nitrogen fertilizer and manure applications. *Journal of Environmental management* 236:195-205. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.066>.

#### 6. Contact (s)

UMR EcoSys INRA – AgroParisTech - Université Paris Saclay

Volt'Air-NH<sub>3</sub> : Sophie Génermont [sophie.genermont@inra.fr](mailto:sophie.genermont@inra.fr)

Volt'Air-PPP : Carole Bedos [carole.bedos@inra.fr](mailto:carole.bedos@inra.fr)

Propriétaire



*Journées des RMT élevages et environnement & Erytage des 2-3 décembre 2019, Rennes*

<http://www.rmtelevagesenvironnement.org> ; <http://erytage.org>



## Calcul des capacités de stockage des effluents d'élevage ruminant, équin, porcin, avicole et cunicole

### 1. Objectif

Rassembler les méthodes et références nécessaires pour le calcul des capacités de stockage des effluents d'élevage ruminant, équin, porcin, avicole et cunicole.

### 2. Destinataires

Un outil indispensable à tous les techniciens qui accompagnent les éleveurs dans la mise aux normes de leurs capacités de stockage.

### 3. Contenu, fonctionnalités

Pour chaque catégorie animale sont précisés les différents types d'effluents, les quantités produites et les obligations réglementaires, pour aboutir aux capacités de stockage à mettre en place sur une exploitation. Ce guide technique dont le contenu constitue une mise à jour majeure de la Circulaire Capacités de Stockage de Décembre 2001 n'a plus le statut de circulaire, mais celui de recueil de références techniques. La circulaire fait mention explicite de ce guide comme seule référence officielle en France. La version 2018 du Guide de Calcul des capacités de stockage des effluents d'élevage est en ligne sur le site d'Idèle et visible à la Une de la page Web "Logement et Bâtiments".

Cette version n'apporte aucun changement pour les ruminants mais deux points essentiels ont été modifiés :

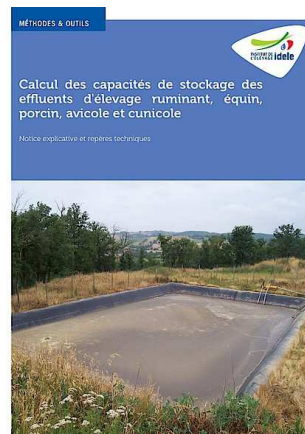
- les calculs des capacités pour les PORCINS intègrent maintenant la pluie de façon analogue aux autres espèces : la pluie n'est plus incluse dans la référence (qui a donc été diminuée d'autant) et on rajoute le cas échéant la pluie tombant sur les surfaces non couvertes et les ouvrages.
- les références pour les ÉQUINS ont été complètement revues avec l'aide de l'IFCE. La porte d'entrée dans les calculs n'est plus le cheval de trait mais le cheval de sang et les coefficients à appliquer aux divers types d'équins ont été revus en conséquence.

Une version 2019 paraîtra courant décembre 2019. Les compléments par rapport à la version de 2018 portent sur :

- l'intégration des références de capacités de stockage pour les palmipèdes gras,
- la partie sur les volailles revues et complétées,

Journées des RMT élevages et environnement & Erytage des 2-3 décembre 2019, Rennes

<http://www.rmtelevagesenvironnement.org> ; <http://erytage.org>



- - Quelques précisions concernant les ruminants

#### 4. Conditions d'accès à l'outil

Le guide est disponible gratuitement en pdf en suivant le lien suivant :  
<http://idele.fr/domaines-techniques/sequiper-et-sorganiser/logement-et-batiments/publication/idelesolr/recommends/calcul-des-capacites-de-stockage-des-effluents-delevage-ruminant-equin-porcine-avicole-et-cunicol-2.html>

#### 5. Pour en savoir plus

Rendez-vous sur le site [www.idele.fr](http://www.idele.fr) ou <http://www.rmtelevagesenvironnement.org/>

#### 6. Contact (s)

Sylvain Foray [sylvain.foray@idele.fr](mailto:sylvain.foray@idele.fr)  
François Gervais [francois.gervais@idele.fr](mailto:francois.gervais@idele.fr)

