

L'ÉLEVAGE DE RUMINANTS ET LA QUALITÉ DE L'AIR



« *Quel est le rôle de l'élevage de ruminants sur la qualité de l'air ?* »

1

L'alimentation, voie d'entrée de l'azote dans le système de l'élevage, est le premier poste permettant de réduire les émissions d'ammoniac.

Réduire la concentration azotée des rations des animaux permet de diminuer les émissions d'ammoniac par réduction des teneurs en azote dans les effluents.

2

La bonne gestion des effluents lorsque les animaux sont au bâtiment est une étape clé pour limiter les pertes azotées et ainsi préserver la qualité de l'air, avec pour objectif essentiel de limiter le temps de présence des effluents en bâtiment.

3

Pour limiter au maximum les pertes azotées lors du stockage des effluents, il existe des solutions progressivement adoptées par les éleveurs telles que la couverture physique ou croûte sur les fosses à lisier.

4

A l'épandage, des leviers existent pour réduire la volatilisation de l'ammoniac

en privilégiant notamment les équipements qui permettent un enfouissement direct et rapide.

5

Au pâturage, les émissions gazeuses sont limitées car les prairies utilisent directement l'azote des déjections et la phase de stockage est évitée.

6

La capacité des légumineuses à fixer l'azote atmosphérique permet d'atténuer les émissions d'ammoniac car elles ne nécessitent pas d'apport azoté et en restituent pour la culture suivante. Les introduire dans les systèmes culturaux est un levier important de réduction des émissions et l'élevage de ruminant en est le principal contributeur grâce à ses prairies et à la production de luzerne.

L'ÉLEVAGE DE RUMINANTS ET LA QUALITÉ DE L'AIR

DE QUOI PARLE T'ON ?

La qualité de l'air est affectée par des polluants que l'on distingue en particules primaires, directement rejetées dans l'air, et en particules secondaires, obtenues par réactions chimiques de composés gazeux (précurseurs de particules) ou avec d'autres particules. Les principaux précurseurs gazeux sont les oxydes d'azote (NO_x), de soufre (SO_2), l'ammoniac (NH_3) et les composés organiques volatiles (COV).

Les phénomènes naturels comme les éruptions volcaniques, les embruns marins ou les brumes de sable, ainsi que tous les secteurs d'activités humaines tels que les transports, l'industrie, le chauffage résidentiel ou l'agriculture, rejettent des gaz et particules directement dans l'atmosphère contribuant à la pollution de l'air. Dans le secteur de l'agriculture, l'élevage intervient dans la qualité de l'air principalement via ses déjections.

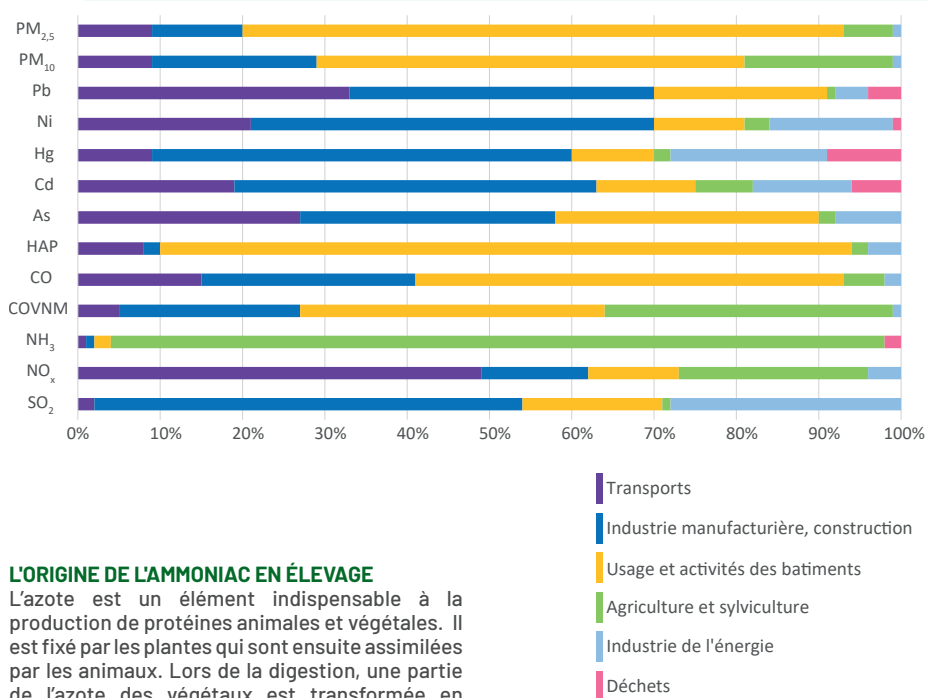
Ces 20 dernières années, la qualité de l'air s'est globalement améliorée mais la pollution de l'air continue à être un problème de santé publique majeur, notamment dans les zones urbanisées. Il faut noter que ces différents secteurs n'émettent pas les mêmes polluants atmosphériques et lorsque c'est le cas, les proportions d'émissions sont variables. Un nouveau plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA 2022-2025) rassemble l'ensemble des actions qui visent à baisser les pollutions dans tous les secteurs (transport, industrie, bâtiment, agriculture) et ainsi protéger la santé des Français.

Les principaux gaz émis en élevage et impliqués dans la qualité de l'air sont listés ci-après par ordre d'importance quantitative :

- **L'ammoniac (NH_3)**, dont 94 % des émissions nationales proviennent de l'agriculture, 37 % des activités d'élevage et 22 % du cheptel bovin (CITEPA, 2023b ; Manneville et al., 2023) ;
- **Les Composés Organo-Volatils Non Méthaniques (COVNM)**, dont 15,5 % des émissions agricoles proviennent du secteur bovin (animaux seulement). Le secteur agricole représente près de 35 % des émissions nationales (Agriculture et Sylviculture - CITEPA, 2023a).
- **Les oxydes d'azote (NO_x)** impactent également la qualité de l'air mais la contribution de l'élevage aux émissions nationales est très faible (1,2 %) et elle est de 0,8 % pour le secteur bovin.

Dans la suite de cette fiche, le gaz ammoniac (NH_3) sera le principal gaz considéré. En ce qui concerne les autres émissions, celles de NO_x sont particulièrement faibles et les COVNM regroupent une série de composés très diversifiés qui ne seront pas traités ici. Il faut cependant noter que leurs émissions ont été diminuées de plus de la moitié (-55%) entre 2000 et 2020. Cette évolution est principalement due à des actions menées dans les domaines des solvants organiques et du secteur automobile.

PART DES DIFFÉRENTS SECTEURS D'ACTIVITÉ DANS L'ÉMISSION DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES (CITEPA, 2023b)

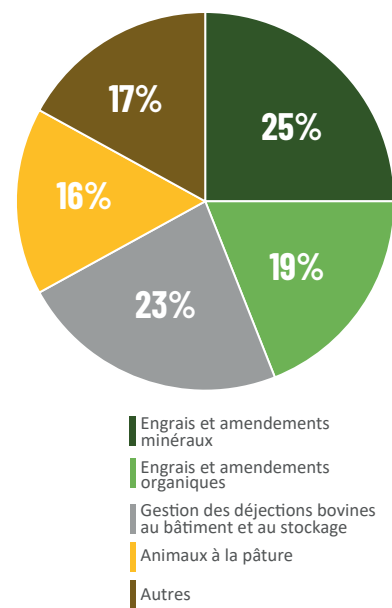


L'ORIGINE DE L'AMMONIAC EN ÉLEVAGE

L'azote est un élément indispensable à la production de protéines animales et végétales. Il est fixé par les plantes qui sont ensuite assimilées par les animaux. Lors de la digestion, une partie de l'azote des végétaux est transformée en azote ammoniacal puis rejeté dans les urines et les fèces (Interbev, Idele, CNIEL, CITEPA, 2022). Les pertes d'azote sous forme d'ammoniac ou d'oxydes d'azote (NO_x et N_2O) représentent entre 20 et 70 % de l'azote excrété par les animaux (Hassouna et al., 2015). Le recyclage de l'azote issu des déjections animales permet la fertilisation organique des sols et favorise ainsi la production végétale. Une partie de l'azote peut toutefois se retrouver dans les eaux par lessivage, le sol et dans l'atmosphère par volatilisation sous forme de NH_3 . Les émissions gazeuses ont lieu tout au long de la gestion des effluents d'élevage (au pâturage, au bâtiment, au stockage, à l'épandage). Maitriser la chaîne de gestion des effluents mais également l'alimentation des ruminants ouvre des marges de manœuvre pour limiter les pertes en ammoniac et ainsi préserver la qualité de l'air et diminuer l'achat de fertilisants azotés minéraux.

Les réglementations européennes et nationales liées à la qualité de l'air visent une réduction des émissions de NH_3 de 13 % à horizon 2030, par rapport à 2005 (Plan National de Réduction des Polluants Atmosphériques, conformément à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance et à la directive (UE) 2016/2284). En 2019, une diminution de 4 % a été réalisée. Des réductions supplémentaires sont nécessaires pour atteindre l'objectif 2030. En France, la réduction des émissions de NH_3 liées à l'élevage passe principalement par une meilleure gestion de la valorisation de l'azote contenue dans les effluents d'élevage, les fertilisants et l'alimentation animale.

PART DES DIFFÉRENTS POSTES D'ÉMISSIONS DE NH_3 DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE EN 2021 (CITEPA, 2023b)



PARCOURS DE L'AZOTE DANS LES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE (ADEME, 2020)



1 L'alimentation des animaux

L'efficacité alimentaire des rations animales, un des leviers pour réduire les émissions azotées de l'élevage

Optimiser la teneur en protéines dans la ration pour être au plus proche des besoins des animaux permet de limiter les apports en protéines et ainsi de limiter les rejets d'azote par déjections. Cela réduirait notamment l'excrétion d'azote urinaire, difficile à conserver dans les effluents d'élevage car il se volatilise en quelques heures sous forme d'ammoniac. Il est notamment conseillé de viser en premier lieu la réduction des apports en azote très dégradable (Godinot et al., 2022), de préférer la ration semi-complète avec distribution individuelle de concentrés tout en veillant à la couverture des besoins des animaux (ADEME, 2020).

Les ruminants ne mangent pas dans l'assiette de l'être humain

Il est souvent reproché à l'élevage que le détour par les animaux pour la fabrication de protéines occasionne automatiquement des pertes d'azote réactif supérieures à celles occasionnées par la fabrication de la même quantité de protéines végétales. Cependant, il faut rappeler que l'alimentation des ruminants est peu en compétition avec l'alimentation humaine car la majorité des protéines consommées par les troupeaux de ruminants en France est non consommable par l'être humain. De nombreux élevages de ruminants peuvent produire plus de protéines qu'ils n'en consomment en améliorant leur qualité nutritionnelle. Les filières laitières sont en moyenne toutes productrices nettes de protéines pour l'alimentation humaine. Ainsi, les ruminants convertissent efficacement les aliments non comestibles pour l'être humain en produits comestibles pour ce dernier et à haute valeur nutritive (Rouillé et al., 2023). Le projet ERADAL a pour objectif d'aller vers une utilisation plus efficace de ressources alimentaires en production laitière pour produire des denrées alimentaires pour l'homme (www.idele.fr/eradal/).



CHIFFRES CLÉS

Pour des vaches produisant plus de 8 000 kg de lait /an, **4 %** d'émissions ammoniacales évitées lorsque la concentration azotée de la ration est réduite de 10 % (Manneville et al., 2023).

A l'échelle de la ration annuelle, la très large majorité des protéines consommées par les ruminants ne sont pas consommables par l'être humain :

- 86 %** en caprins laitiers,
- 89 %** en ovins laitiers,
- 89 %** en bovins laitiers,
- 93 %** en bovins viande,
- 90 %** en ovins viande (Idele, 2022c).

L'ÉLEVAGE DE RUMINANTS ET LA QUALITÉ DE L'AIR

2 La gestion des effluents d'élevage au bâtiment

Des axes d'amélioration pour diminuer les émissions au bâtiment

Le bâtiment est un lieu stratégique de réduction des pertes azotées. En effet, les animaux y rejettent leurs déjections et l'ammoniac s'y retrouve volatilisé. Ces émissions dépendent principalement de la nature des déjections, de la surface et du temps de contact entre les déjections et l'air et de l'humidité de la litière. La filière réfléchit à la mise en place de bonnes pratiques avec pour objectif principal de limiter le temps de présence des déjections en bâtiment (par exemple par l'augmentation de la fréquence de raclage des aires d'exercices). L'augmentation d'apport en paille est aussi envisagée pour diminuer les émissions essentiellement reliées aux déjections liquides (ADEME, 2020). L'urée étant la principale source d'ammoniac, les techniques induisant une séparation de phase (urée/fèces) ont un effet bénéfique pour en atténuer les émissions.



CHIFFRES CLÉS

Les principaux postes d'émission de NH₃ en élevage bovin :

- 26 % bâtiment / gestion des déjections,
- 20 % stockage,
- 29 % épandage,
- 10 % pâture,
- et 15 % fertilisation minérale (Manneville et al., 2023).

Le potentiel de réduction des émissions de NH₃ peut atteindre **20 %**, pour des raclages effectués toutes les 3 heures (Manneville et al., 2023).

Entre 1990 et 2021, les émissions de NH₃ ont baissé de **19 %**, notamment sur le poste de la gestion des déjections bovines au bâtiment et au stockage (-24 % des émissions de ce poste) (CITEPA, 2023b).

3 La gestion des effluents d'élevage lors du stockage

Des possibilités de réduction des émissions lors de la phase de stockage

Des émissions d'azote se produisent lors du stockage des déjections (principalement sous forme liquide) : ammoniac mais aussi méthane sont alors produits. Pour en limiter leur transfert vers l'atmosphère, diverses solutions sont progressivement adoptées : la couverture des fosses à lisier diminue de 60 % à 80 % les émissions d'ammoniac. Un point de vigilance existe néanmoins car cette technique peut augmenter les émissions de CH₄ en provoquant l'augmentation de la température du lisier de quelques degrés. Une croûte végétale uniforme n'a pas cet inconvénient et favorise, en plus, les bactéries méthanotrophes qui consomment le CH₄ émis par le lisier. La présence d'une croûte végétalisée, naturelle ou induite permet pour sa part une réduction de 50 % des émissions.

En réduisant les émissions d'ammoniac, la mise en place de couverture permet de garder l'azote dans l'effluent et donc de conserver toute sa valeur fertilisante, de réduire drastiquement les odeurs, de potentiellement valoriser le méthane en énergie, ou encore de réduire les volumes de lisier à épandre en protégeant la fosse des eaux de pluie qui ne sont donc plus collectées (ADEME, 2020).

POURCENTAGES DES LISIERS STOCKÉS EN FOSSE COUVERTE (BÂCHE ET MÂT CENTRAL + BÂCHE FLOTTANTE) EN MÉTROPOLE (CITEPA, 2023a)
 Note de lecture : la part des fosses couvertes en ovins et caprins est élevée, mais pèse finalement peu dans le total national car ces espèces sont peu gérées en système liquide.

	2015	2020
Bovins	1,3 %	10,1 %
Caprins	8,5 %	65,3 %
Ovins	4,6 %	35,5 %



CHIFFRES CLÉS

L'abattement de la volatilisation atteint **60%** avec une couverture par bâchage spécifique et **50%** avec un croûtage végétalisé maîtrisé (Manneville et al., 2023).

Entre 1990 et 2021, **-27%** des émissions de NH₃ du secteur bovin (CITEPA 2022, traitement Institut de l'Élevage).

4

L'épandage des effluents d'élevage

Des solutions pour réduire la volatilisation de l'ammoniac lors de l'épandage

Riches en azote, les effluents d'élevage sont d'excellents fertilisants organiques et permettent d'augmenter le stock de carbone des sols, élément clé dans le contexte actuel du changement climatique. Ils permettent également de limiter l'utilisation d'engrais de synthèse fabriqués à partir d'énergies fossiles. Néanmoins, lors de l'épandage, une partie de l'azote s'échappe dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac. C'est d'ailleurs l'axe de réflexion du projet ENGAGE qui vise à valoriser et transférer les connaissances sur les épandages d'engrais organiques liquides pour adopter une approche globale de la gestion des effluents (Idele, 2022b).

Pour limiter les émissions d'ammoniac lors de l'épandage, le principal levier identifié est de privilégier les équipements d'épandage qui permettent un enfouissement direct et rapide. Dans le cadre du projet TEPLIS+, des essais ont été réalisés sur la mesure de la volatilisation d'ammoniac en fonction des équipements d'épandage (<http://www.ouest.cuma.fr/dossiers/teplis>).

Hormis la technologie d'épandage, d'autres paramètres sont à considérer : la température (éviter les périodes chaudes), l'hygrométrie (privilégier les périodes humides ou épandre avant une averse) et le vent (éviter les périodes venteuses). Toutes ces considérations bien prises en compte permettent de diminuer les pertes azotées par volatilisation et ainsi de conserver une bonne valeur fertilisante (Interbev, Idele, CNIEL, CITEPA, 2022).

La récente publication du Plan Matériels d'Épandage moins Émissif 2020-2025 (ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2019) devrait permettre de poursuivre le développement des bonnes pratiques à l'épandage.

Néanmoins, les coûts associés à certaines techniques de gestion des effluents peuvent être importants (pendillard, couverture de fosse à lisier, etc.). Les plans de compétitivité et d'adaptation des exploitations agricoles (PCEA) peuvent aider à de tels investissements.

EN SAVOIR PLUS...

...sur la gestion des effluents

CONSULTEZ LA FICHE →

« L'élevage de ruminants et la qualité des sols »

CHIFFRES CLÉS

40 %
des fertilisants utilisés en France sont organiques (GIS Avenir Elevage 2023).

7,8 Mt de CO₂ eq
sont évités en 2021 grâce aux effluents d'élevage épandus localement (par rapport à des engrais de synthèse moyens). Cela représente l'empreinte carbone annuelle de plus de 700 000 Français. (GIS Avenir Elevage 2023)



L'ÉLEVAGE DE RUMINANTS ET LA QUALITÉ DE L'AIR

5

Les animaux à la pâture

Les vaches à la pâture émettent peu d'ammoniac

Pour réduire l'effet en cascade des émissions d'ammoniac liées à la gestion des effluents, il est préconisé d'augmenter le temps passé au pâturage par les animaux. Cela permet de ne pas avoir de phase de stockage et les couverts prairiaux utilisent directement l'azote des déjections (Peyraud et al., 2012). Néanmoins cette pratique est très dépendante du climat, de l'environnement de l'exploitation et du système de production d'élevage. En plus de la baisse de pertes d'ammoniac, cette pratique rend d'autres services en stockant du carbone dans les sols, en améliorant le bien-être et la santé des animaux et en diminuant les travaux d'épandage d'effluents et de fauche des prairies.

EN SAVOIR PLUS...

...sur les émissions de gaz à effet de serre

CONSULTEZ LA FICHE →

« L'élevage de ruminants et les gaz à effet de serre ».



CHIFFRES CLÉS

En bovins viande, **-5 %** d'émissions en augmentant le temps de pâturage de 4 % (pour atteindre 70 % de temps de présence à l'herbe) ;

En bovins lait, **-7 %** d'émissions en augmentant le temps au pâturage de 10 % (pour atteindre 50 % du temps de présence à l'herbe) (Manneville et al., 2023).

En moyenne sur 1 an, **25 à 30 %** des pissats au pâturage se retrouvent sous forme organisée dans le sol, 30-35 % sont valorisés par la plante, 10-15 % sont perdus sous forme ammoniacal (Peyraud et al., 2012).

En moyenne sur 1 an, **60 à 70 %** de l'azote fécale au pâturage sont intégrés à la matière organique du sol, 10-20 % sont prélevés par la plante et 5-10 % sont perdus par émissions gazeuses (Peyraud et al., 2012).

6

La fertilisation des terres agricoles

L'introduction de légumineuses dans le système cultural, un levier pour réduire les émissions d'ammoniac

La fertilisation des terres agricoles est émettrice de NH_3 par le recours aux engrais azotés, qu'ils soient organiques, minéraux ou liés à la pâture des herbivores.

Capables de capter l'azote atmosphérique, les légumineuses permettent de réduire les émissions d'ammoniac lorsqu'elles sont introduites dans les systèmes de cultures. En effet, elles ne nécessitent pas d'apport azoté et en restituent pour la culture suivante. Elles peuvent être introduites dans le système de culture en association avec une autre culture ou dans une prairie, en supplément ou en remplacement d'autres cultures annuelles ou en tant que culture de production de semences (ADEME, 2020).

L'élevage de ruminant est le principal contributeur aux entrées d'azote par fixation symbiotique de l'azote atmosphérique par les légumineuses car 80 % des entrées proviennent des légumineuses des prairies permanentes et 10 % des cultures de luzerne (Cellier et al., 2012).

C'est d'ailleurs l'une des thématiques prioritaires du projet PARTAGE dont le but est d'établir un diagnostic initial afin d'analyser les besoins, les contextes et partager les connaissances sur les leviers émergents permettant de boucler le cycle de l'azote (www.grandest.chambre-agriculture.fr). D'autres techniques pour l'optimisation des apports azotés (organiques ou minéraux) sont préconisées dans le guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air (ADEME, 2020).

CHIFFRES CLÉS

Maintenir une luzerne pendant 4 ans permet de restituer **150 kg** d'azote à la culture suivante la 1^{ère} année et **70 kg** la 2^{ème} année (Manneville et al., 2023).

120 à 300 kg d'azote atmosphérique par ha et par an fixés par les prairies riches en légumineuses (Idéle, 2022a).



ACTIONS ET OUTILS
MIS EN PLACE PAR LES FILIÈRES**Projet « RUMINH3 »**

La première étape du projet vise à quantifier les émissions nationales d'ammoniac des secteurs bovins lait et viande afin d'évaluer l'évolution des émissions de 1990 à 2035 et d'évaluer les performances des différentes pratiques de réduction des émissions. La seconde étape est une projection de mesures techniques d'atténuation pour quantifier les effets de la réduction pour les filières bovines d'ici 2035 (Interbev, Idele, CNIEL, CITEPA, 2022).

Projet PARTAGE (Programme Agronomique Régional pour la Transition Agro-écologique en Grand Est)

22 acteurs (chambres d'agriculture, coopératives, instituts techniques, recherches et plateformes expérimentales) se sont réunis autour d'un Partenariat Européen pour l'Innovation (PEI). Le projet se concentre sur 3 thématiques prioritaires : des solutions innovantes permettant de réduire les pertes d'azote, l'introduction d'azote dans les systèmes via la fixation symbiotique des légumineuses et la gestion territoriale de la matière organique. Le but était d'établir un diagnostic initial (exploitations et territoires) afin d'analyser les besoins, les contextes et partager les connaissances sur les leviers émergents permettant de boucler le cycle de l'azote (www.grandest.chambre-agriculture.fr).

**Le guide des bonnes pratiques agricoles pour préserver la qualité de l'air**

Développé par l'ADEME, ce guide encourage à limiter les émissions d'ammoniac et de particules dans l'air en réponse à la Directive UE 2016/2284 en favorisant la diffusion des pratiques agricoles les plus pertinentes. Ses destinataires sont les organismes de conseil agricole pour l'élevage (bovins, porcins, volailles) et pour les productions végétales principalement pour la gestion de la fertilisation azotée et les modes d'épandage (ADEME, 2020).

**Outil ClimAgri**

A l'échelle d'un territoire, l'outil a pour objectif de mettre en relation les consommations d'énergie de l'agriculture, les émissions de gaz à effet de serre et de polluants et la production de matière première agricole (potentiel nourricier). Le diagnostic de la situation initiale permet à l'utilisateur de construire et tester des scénarios afin d'évaluer et de hiérarchiser les actions à mettre en œuvre (Climagri, 2022).

**Projet ENGAGE**

« Valoriser et transférer les connaissances sur les EpaNdaGes d'engrais organiques liquides pour adopter une Approche GlobalE de la gestion des effluents ». Ses objectifs sont de diffuser des connaissances sur les engrais organiques et de promouvoir une réflexion globale des systèmes de production agricoles. Ce projet est mené par la chambre d'agriculture des Pays de la Loire et par ses partenaires AILE, les CUMA Ouest et Mayenne et l'Idele.

**Projet TEpLis +**

Le projet TEpLis étudie le Transport et l'Épandage de Lisiers. Son objectif est de contribuer à diminuer les effets négatifs de l'épandage de lisier, en proposant des solutions alternatives et complémentaires à l'organisation tracteur - tonne à lisier. Les acteurs du projet déterminent, expertisent, testent et vulgarisent des solutions d'épandage de lisier innovantes. TEpLis+ synthétise les essais sur la mesure de la volatilisation d'ammoniac en fonction des équipements d'épandage (<http://www.ouest.cuma.fr/dossiers/teplis>).

**Outil CAP2ER**

Évaluation des impacts environnementaux et des contributions positives à l'échelle d'une exploitation de ruminants, à travers plusieurs indicateurs, dont l'indicateur « qualité de l'air/eau », comprenant notamment les émissions d'ammoniac. L'outil est multifilières, il s'applique dorénavant aux bovins lait, bovins viande, caprins, ovins et grandes cultures.

Au 31/08/2023, 1 882 conseillers ont été formés et 36 740 diagnostics CAP2ER® ont été réalisés depuis 2015 en lien avec les initiatives Carbon Dairy, La Ferme Laitière Bas Carbone, Beef Carbon, Green Sheep et Elevage Caprin Durable. Le déploiement de l'outil est national mais également européen.



ACTIONS ET OUTILS MIS EN PLACE PAR LES FILIÈRES

GESTIM+

Elaboration d'un guide GESTIM+ par les instituts agricoles (ARVALIS, Idele, CFTIFL, IFIP, IFV, ITAVI). C'est un référentiel méthodologique d'estimation des impacts environnementaux des activités agricoles sur le changement climatique, la consommation d'énergies non renouvelables et la qualité de l'air. GESTIM+ recense des ressources mobilisables et constitue ainsi sur ces thématiques la référence pour les ingénieurs, chercheurs, techniciens, enseignants et décideurs.

Le guide a pour objectifs de recenser les différentes méthodes, outils, données d'activité mobilisables pour des évaluations environnementales à différentes échelles (www.arvalis.fr/recherche-innovation/nos-travaux-de-recherche/gestim).

Projet ERADAL

L'objectif du projet est d'évaluer l'efficacité d'utilisation des ressources alimentaires en production laitière. Il évalue la capacité de production de denrées alimentaires (lait et viande), aussi bien en quantité (production agricole primaire) qu'en qualité (nutrition humaine), des élevages ruminants laitiers en France, et il propose des actions techniques pour l'améliorer. Dans un contexte de tension importante sur l'utilisation des ressources, notamment végétales, il convient de mettre en lumière les conditions techniques facilitant l'évolution des systèmes laitiers vers une meilleure efficacité d'utilisation des ressources.

Les objectifs opérationnels du projet ERADAL sont donc :

- de repérer, d'étudier et de décrire des systèmes laitiers innovants, efficaces et produisant des denrées alimentaires en quantité et de qualité ;
- d'établir un lien clair avec la capacité à rémunérer le travail des éleveurs ;
- de créer une dynamique professionnelle et collective de groupes opérationnels, pour bénéficier pleinement des expériences de chacun ;
- d'enrichir les démarches de conseil et d'enseignement, et les informations techniques avec la mise au point d'outils et indicateurs adaptés en production laitière pour chaque filière étudiée (www.idele.fr/eradal/).

Contacts : juliette.ferial@idele.fr ; delphine.neumeister@idele.fr ; theo.gning@cne.asso.fr

Rédaction : Juliette FÉRIAL (Idele). À partir de l'expertise de Xavier VERGÉ (Idele) et Benoît ROUILLE (Idele)

Crédits photos : Idele, Marie-Catherine LECLERC, Charlotte BAGNARD, Corinne MAIGRET, Stéphane MILLE, Adèle MARSAULT, Philippe BERTÉ, Marine GELÉ, Xavier VERGÉ

Création : beta pictoris - **Mise en page :** Isabelle GUIGUE, Idele - **Référence :** 0024 601 014 - **Février 2024**

BIBLIOGRAPHIE



- ADEME (2020). Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. www.librairie.ademe.fr/produire-autrement/4044-guide-des-bonnes-pratiques-agricoles-pour-l-amelioration-de-la-qualite-de-l-air-9791029714917.html
- Cellier, P., Peyraud, J.L., Donnars, C., Rechauchère, O. (2012). Les flux d'azote liés aux élevages : réduire les pertes, rétablir les équilibres. Résumé. [0] INRA, 8 pages. Hal-03261207.
- CITEPA (2023a). Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. CCNUCC_france_2023.pdf (citepa.org)
- CITEPA (2023b). Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2022. Rapport Secten éd. 2023.
- ClimAgri (2022). L'outil ClimAgri. Agence de la transition ADEME expertise. www.expertises.ademe.fr/agriculture-foret/production-agricole/passer-a-l'action/dossier/evaluation-environnementale-agriculture/loutil-climagri
- Godinot, O., Foray, S., Lemosquet, S., Delaby, L., Edouard, N. (2022). De l'animal au territoire, regards sur l'efficacité de l'azote dans les systèmes bovins laitiers. INRAE Prod. Anim., 2022, 35 (1), 43-60.
- Hassouna, M., Eglin, T., Cellier, P., Colomb, V., Cohan, J.P., et al. (2015). Mesurer les émissions gazeuses en élevage : gaz à effet de serre, ammoniac et oxydes d'azote. INRA- ADEME (France), 2-7380-1375-9. hal-01590618
- Idele (2022a). Les chiffres clés des prairies et des parcours. idele.fr/detail-article/les-chiffres-cles-des-prairies-et-parcours-en-france
- Idele (2022b). Réduire les émissions d'ammoniac : les agriculteurs se mobilisent. idele.fr/detail-article/reduire-les-emissions-dammoniac-les-agriculteurs-se-mobilisent
- Idele (2022c). Vers l'autonomie protéique en élevage de ruminants. N°5 des dossiers techniques de l'élevage. www.idele.fr/detail-article/lautonomie-protéique-en-elevages-de-ruminants-dossiers-techniques-de-lelevage-n5
- Interbev, Idele, CNIEL, CITEPA (2022). Compte-rendu RUMINH3 : élevages de ruminants et émissions d'ammoniac.
- Manneville, V., Vergé, X., Grégoire, M., André, E. (2023). Leviers d'action pour réduire les émissions d'ammoniac en élevages bovins.
- Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (2019). Plan Matériels d'Épandage moins Émissifs 2020-2025.
- Ministère de la transition écologique et de la transition des territoires (2022). Bilan de la qualité de l'air extérieur en France en 2021. DATALAB. www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2023-09/datalab_107_bilan_qualite_air_exterieur_france_2021_octobre2022.pdf
- Peyraud, J.L., Cellier, P., Donnars, C., Aarts, F., Beline, F., et al. (2012). Les flux d'azote en élevage de ruminants. 19. Rencontres Recherches Ruminants (3R), Dec 2012, Paris (FR), France. Institut de l'Élevage - INRA, pp.41-48, 2012.
- Rouillé, B., Jost, J., Fañça, B. et al. (2023). Evaluating net energy and protein feed conversion efficiency for dairy ruminant systems in France. Livestock Science 269:105170. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105170>