

# Agriculture & Environnement

Des pratiques clés pour la préservation du climat, des sols et de l'air, et les économies d'énergie



ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## Optimiser les apports protéiques POUR RÉDUIRE LES REJETS AZOTÉS

## Apporter des lipides POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE MÉTHANE CHEZ LES RUMINANTS

- Bilan technique et environnemental
- État des lieux en France
- Principaux impacts environnementaux
- Le choix des agriculteurs
- Pour mémoire

### ■ L'ESSENTIEL

L'alimentation est fondamentale dans les performances des élevages, car elle influe sur la qualité de la production, l'économie et l'environnement. Deux actions peuvent avoir un intérêt sur ces différents aspects, sans modification du système de production. L'optimisation des apports protéiques limite les rejets d'azote vers l'environnement et permet de faire des économies d'intrants. L'utilisation de lipides insaturés chez les vaches laitières, issus de cultures comme le lin ou le colza, a un effet positif sur la qualité nutritionnelle des produits (oméga 3) et est valorisable sur le marché des produits de qualité.

L'alimentation animale est au cœur des performances économiques, zootechniques et environnementales des exploitations d'élevage. Sur le plan environnemental, les enjeux directs concernent les émissions des animaux, principalement les rejets azotés, le phosphore et le méthane entérique, auxquels s'ajoutent les impacts indirects liés à la production, la fabrication et le transport des aliments. Optimiser l'alimentation animale pour réduire ses impacts sur l'environnement est donc indispensable. Des efforts ont déjà été faits par les éleveurs, le conseil agricole et les fabricants d'aliments, mais restent à poursuivre. De nombreux travaux et leviers existent.

Ce document est centré sur les leviers qui permettent de réduire les émissions de protoxyde d'azote ( $N_2O$ ), d'ammoniac ( $NH_3$ ) et de méthane ( $CH_4$ ) entérique et qui présentent une bonne convergence des résultats dans le monde scientifique et technique. Ils sont le meilleur ajustement des apports protéiques aux besoins des animaux en quantité et en qualité via l'utilisation d'acides aminés de synthèse, pour les porcins et les ruminants, ainsi que sur la substitution des glucides par des lipides instaurés chez les ruminants. L'alimentation en élevage avicole n'est évoquée que succinctement, car les pratiques de réduction des apports azotés y sont déjà largement répandues.

# BILAN TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTAL DE L'OPTIMISATION DE LA RATION

## IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

### Émissions de gaz à effet de serre (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) et d'ammoniac (NH<sub>3</sub>)

#### 1. Apports protéiques

Chez les porcins et les ruminants, la réduction des apports protéiques permet d'ajuster les excréctions azotées. Les émissions de N<sub>2</sub>O et de NH<sub>3</sub> associées sont diminuées en conséquence. Pour cette action, Pellerin *et al.* (2013) estiment un potentiel national d'atténuation des émissions de GES de 0,72 MtCO<sub>2</sub> éq. par an à l'horizon 2030 dont les 2/3 en élevage porcine. La réduction des émissions de NH<sub>3</sub> contribue à l'amélioration de la qualité de l'air, et à la diminution de l'acidification et de l'eutrophisation des milieux (*via* la redéposition et la transformation en nitrate).

#### 2. Lipides

Chez les ruminants, cette action entraînerait une réduction de 14 % des émissions de CH<sub>4</sub> dans le cas d'une ration enrichie de 3,5 % de lipides insaturés. Pellerin *et al.* (2013) estiment un potentiel national d'atténuation de 1,9MtCO<sub>2</sub> éq. par an à l'horizon 2030, résultant de la mise en œuvre de l'action sur le cheptel bovin.

**Énergie :** Pour l'ajustement des apports protéiques, réduction des consommations d'énergie indirecte liées à la production des aliments achetés.

**Eau :** L'ajustement des apports d'azote favorise une réduction des pertes de nitrate vers les eaux ainsi qu'une réduction de la consommation d'eau dans l'alimentation.



## IMPACTS TECHNIQUES

Ces actions présentent l'intérêt d'être facilement mises en œuvre et réversibles.

## IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

**1. Apports protéiques : Les charges variables diminuent** en proportion des économies d'aliments azotés réalisées, pour un niveau et une qualité de production maintenus (sauf pour les volailles, où les performances sont plus sensibles à la réduction de la teneur en protéines). La supplémentation en acides aminés a un coût, mais l'impact final sur le coût de l'alimentation dépend du prix des matières premières protéiques. Les acides aminés de synthèse présentent aujourd'hui des prix compétitifs. Le passage en mode d'alimentation multiphase nécessite de l'investissement matériel (mélangeur, chaîne d'alimentation).

**2. Lipides : L'action est coûteuse pour l'éleveur (estimée à 267 euros/tonne équivalent CO<sub>2</sub>),** en raison de la modification de la ration qu'elle induit. Le coût est très dépendant du cours des matières premières. Il est réduit dans le cas de la seule utilisation de graine de colza, moins onéreuse que le lin.

## POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT ET LIMITES

**1. Apports protéiques :** L'opportunité de l'action dépend du contexte économique (prix des produits) et surtout, pour les porcins, de la disponibilité de certains acides aminés de synthèse (méthionine, lysine, thréonine...).

**2. Lipides : Le coût économique de l'action est dépendant du prix des matières premières agricoles.** De plus, cette action étant relativement coûteuse pour l'éleveur, son intérêt sur l'aspect économique pourrait être favorisé par une reconnaissance de la qualité spécifique du lait et de la viande produits par le marché (*via* une rémunération de l'amélioration de la composition en acides gras). Par exemple, l'incorporation de graines de lin présente une allégation « santé ».

## ÉTAT DES LIEUX EN FRANCE

L'alimentation animale joue un rôle majeur dans les performances des élevages. En particulier, elle contribue à l'expression du niveau de production des animaux, et à la qualité des produits. En production bovin laitier, le poste alimentation représente 20 à 35 % du coût de production du lait en fonction des systèmes de production. En atelier porcin, l'alimentation explique entre 60 et 70 % du coût de revient. Entre choix des aliments selon leur origine, leur qualité nutritionnelle, leur prix et composition de la ration, nombre de leviers existent pour réduire les rejets d'azote et de méthane.

### Bien choisir les matières premières

La production et la fabrication des aliments ne présentent pas les mêmes impacts environnementaux selon l'aliment considéré. Il est reproché au tourteau de soja de générer des émissions de gaz à effet de serre, du fait de la déforestation induite par sa production en Amérique latine. Au-delà des impacts de la production des aliments, il faut aussi considérer leur transport. Pour un aliment donné, il peut être préférable de consommer celui produit localement, plutôt que le même aliment importé ou venant de plus loin, car le transport génère des émissions de gaz à effet de serre additionnelles à celles de la production. Le projet de recherche intitulé Éco-alim « Améliorer les bilans environnementaux des élevages porcins, bovins et avicoles en optimisant leurs ressources alimentaires », mené par divers instituts techniques agricoles, apportera des réponses sur les choix des matières premières à privilégier, compte tenu des analyses de cycle de vie de ces dernières.

### Ajuster la composition des rations

En France, une majorité d'élevages porcins et de volailles ont déjà réduit en partie leurs rejets azotés en passant d'une alimentation dite « standard » à une alimentation par phases, afin de mieux ajuster les apports protéiques aux besoins des animaux. Toutefois, des marges de progression subsistent, principalement dans les élevages porcins et de ruminants.

Chez les ruminants, il est aussi possible de substituer des glucides de la ration par des lipides. Cette pratique influe sur les émissions de  $CH_4$  entérique et concerne les animaux recevant une ration à base de concentrés. L'enjeu porte exclusivement sur les bovins : la majorité du troupeau laitier et une partie du troupeau allaitant.

#### • Porcins : réduire les apports de protéines en associant céréales et acides aminés de synthèse.

En 2010, environ 20 % des élevages de porcs ont une alimentation monophasée avec un seul type d'aliment tout au long de la vie de l'animal, et environ 80 % ont une



La réduction de la consommation de protéines s'accompagne d'une réduction de la consommation en eau et donc du volume d'urine produit, ce qui permet en outre d'avoir des litières plus sèches.

alimentation biphasée, soit deux types d'aliments, adaptés chacun à une phase de son développement. La diffusion de l'alimentation biphasée a été rapide pour deux principales raisons : elle a été favorisée par le conseil agricole et son adoption permettait à l'éleveur de réduire les quantités d'azote organique maîtrisables dans le cadre de la directive nitrates. Au-delà de l'effort que constitue l'alimentation biphasée, ajuster la composition de l'aliment dix fois, voire plus, au cours de la vie de l'animal (alimentation multiphasée) diminuerait globalement la quantité de protéines distribuée. Le remplacement des protéines par des céréales associées à des acides aminés (AA) industriels (lysine par exemple) et adaptés aux besoins de l'animal permet de réduire encore sa consommation d'azote.

L'objectif est d'encourager la généralisation de l'alimentation biphasée, ou, encore mieux, de développer l'alimentation multiphasée. Dans ces deux cas, l'action est couplée avec une utilisation accrue d'AA industriels en substitution du tourteau de soja. L'alimentation biphasée est déjà largement diffusée, avec

environ 80 % des élevages en 2010.

Il faut s'attendre à une diffusion du multiphasé plus lente que celle du biphasé, en raison de l'achat du matériel que ce mode d'alimentation requiert. Il s'agit d'un matériel permettant de réaliser un mélange de deux aliments. C'est possible en distribution sèche avec un mélangeur relié aux deux silos d'aliments. Le mélange est envoyé à un nourrisseur avec une chaîne d'alimentation. Ces modifications représentent un coût que ne compense pas, à l'heure actuelle,



Chez la truie, l'excrétion azotée est réduite en moyenne de 20 à 25 % lorsque des aliments spécifiques sont distribués pendant les phases de gestation et de lactation. Cet ajustement limite les pertes d'azote réactif vers l'environnement : protoxyde d'azote ( $N_2O$ ), ammoniac ( $NH_3$ ), oxydes d'azote ( $NO_x$ ) et nitrate ( $NO_3^-$ ).



L'ajustement des apports protéiques en élevage avicole est aussi une action qui permet de réduire les rejets azotés. Néanmoins, ce type de pratique est déjà mis en œuvre dans le cas de nombreuses exploitations et une réduction supplémentaire des apports est aujourd'hui difficilement applicable sans baisse des performances zootechniques.

le passage de l'alimentation biphase à l'alimentation multiphase, ce qui explique le faible taux de réalisation constaté à ce jour (< 5 %). En distribution humide (soupe), le passage à l'alimentation multiphase est plus facile, il peut cependant nécessiter de changer la dimension de la soupière, car le repas est moins volumineux.

• **Ruminants : privilégier des protéines peu dégradables et substituer une part des glucides par des lipides insaturés.**

Chez les ruminants, le métabolisme de l'azote est complexe. La diminution de l'excrétion d'azote sous forme d'urée dans l'urine sera visée par deux leviers : un ajustement, modéré, des matières azotées totales (MAT) et l'utilisation de protéines protégées de la dégradation par les micro-organismes (tourteaux tannés) qui permettra une moindre excrétion d'urée et son recyclage dans le rumen. Toutefois, un manque trop important de protéines peut entraîner une diminution de la digestibilité des rations et donc de la valorisation des aliments. Ces leviers sont possibles dans les périodes d'alimentation des animaux au bâtiment, notamment l'hiver, durant lesquelles une partie de

l'azote est apportée par des compléments protéiques comme le tourteau de soja sur lesquels il est facile d'agir. Ils viseront donc les vaches laitières (VL) alimentées principalement sur des rations à base d'ensilage de maïs.

L'objectif est de ramener à 14 % le taux de MAT pour toutes les vaches qui reçoivent actuellement davantage. En 2014, 52 % des VL ont des rations hivernales à MAT supérieures à 14 %. À noter qu'il s'agit d'une modification de la ration sans modification du rapport fourrage/aliment concentré, ni du rapport temps passé en bâtiment/à l'extérieur, ou du volume d'effluents.

La substitution de glucides par des lipides insaturés réduit les émissions de CH<sub>4</sub> entérique. En 2010, en France, 5 % des vaches laitières ont reçu une ration enrichie en lipides, notamment les animaux fort producteurs. Deux options sont proposées pour l'intégration des lipides : des graines oléagineuses extrudées substituées aux glucides (lin, colza par exemple) ; et pour compléter si nécessaire, des huiles incorporées dans un aliment concentré (huile de soja, huile de colza par exemple). Il faut néanmoins faire attention à ne pas dépasser le seuil de 5 % de matière grasse dans la matière sèche totale ingérée, pour ne pas risquer de perturber le fonctionnement du rumen.



Le lin oléagineux est une source de lipides insaturés valorisable en alimentation animale. En outre, sa culture permet de diversifier les rotations culturales et nécessite des apports d'azote réduits par rapport à d'autres cultures comme le blé ou le colza.

**FOCUS**

■ **La place de l'herbe dans l'alimentation animale des ruminants**

L'utilisation de l'herbe dans les systèmes de production des ruminants présente divers impacts positifs : stockage de carbone dans les sols des prairies, biodiversité florale et faunique de ces dernières, autonomie alimentaire des élevages accrue, coût relativement faible de l'herbe pâturée comparativement à l'ensilage de maïs et aux concentrés, source de protéines de bonne qualité... De plus, dans les systèmes très herbagers, le pâturage et les couverts prairiaux facilitent le recyclage de l'azote et limitent les pertes vers l'eau sous forme de nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et vers l'air sous forme d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) ou de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Toutefois, il n'existe pas un seul système viable et intéressant. La diversité des systèmes doit donc permettre de répondre aux différentes contraintes de production. Pour chaque système, les solutions optimales sont à rechercher pour un impact sur l'environnement réduit.



L'action présentée ici sur l'optimisation des apports protéiques chez les ruminants est applicable pour les rations basées sur les fourrages conservés et les concentrés.

Jouffrey Druilaud

## ■ PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

L'optimisation des apports protéiques réduit à la source les pertes d'azote vers l'environnement. La substitution de glucides par des lipides insaturés dans l'alimentation des ruminants permet d'agir sur les réactions de fermentation dans le rumen pour limiter la production de méthane, un des trois principaux GES anthropiques. Ces deux actions ne sont applicables que pour des animaux au bâtiment.

### □ IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX POSITIFS

#### Gaz à effet de serre et ammoniac :

#### I. Apports protéiques : une réduction des émissions de $N_2O$ et de $NH_3$ , grâce à la réduction des rejets azotés

##### Porcins :

**1<sup>re</sup> approche :** Ajustement de l'apport de protéines et d'acides aminés au cours du temps en fonction de l'évolution du potentiel de croissance des animaux ou de leur état physiologique.

- Chez la truie, l'action induit une réduction de 20 à 25 % de l'excrétion azotée lorsque des aliments spécifiques sont distribués pendant la gestation et la lactation. Une réduction supplémentaire est envisageable dans le cas de l'utilisation de plusieurs aliments différents pendant la gestation, les besoins protéiques étant bien plus faibles au début qu'à la fin de la gestation.

- Chez le porc en croissance, l'action induit une réduction de l'excrétion azotée d'environ 10 % lorsqu'on mène en phase de finition un régime à teneurs réduites en protéines, mieux en accord avec les besoins des animaux.

**2<sup>e</sup> approche :** Améliorer l'équilibre en acides aminés de la ration

- Chez le porc à l'engrais, une réduction de 35 % de l'excrétion d'azote a été mesurée, suite à l'amélioration de l'équilibre en acides aminés du régime de l'animal. Ce gain inclut celui de l'alimentation biphase.

##### Ruminants :

Chez la vache laitière, il est estimé qu'une réduction de 20 à 15 % de la teneur en MAT de l'aliment entraîne une réduction de 66 % de l'excrétion urinaire d'azote et de 21 % de l'excrétion fécale.

De manière générale, cette action « apports protéiques » permet :

- une réduction des émissions de  $N_2O$  au pâturage, en bâtiment, au stockage, et à l'épandage des effluents ;
- une réduction des émissions de  $NH_3$  au bâtiment, qui diminue le risque d'exposition de l'éleveur et des animaux aux gaz irritants ;
- une réduction des émissions de GES due à une baisse de la quantité des aliments azotés achetés dans la ration.

### □ LIMITES ET PRÉCAUTIONS

- Il s'agit de stratégies de réduction des rejets azotés qui nécessitent une très bonne connaissance de la valeur nutritionnelle des matières premières (notamment la digestibilité des acides aminés) et de l'évolution des besoins des animaux en fonction de la croissance ou du stade physiologique.

- La réduction des apports protéiques pourrait affecter la valeur fertilisante des effluents. La disponibilité de l'azote pour les plantes reste néanmoins élevée, même avec un régime à teneurs réduites en protéines.

- Par manque de connaissances ou de consensus scientifiques, les variations des émissions de  $CH_4$  sont négligées. Ces émissions pourraient augmenter en fonction de :

- la fermentation entérique, modifiée par le rapport sucres/protéines ;

- la fermentation des déjections qui pourrait être favorisée par la diminution du taux de  $NH_3$  (modification du pH) et une augmentation de la matière organique des déjections (moindre digestibilité). L'impact sur la digestibilité est toutefois limité par le niveau de réduction des protéines.

**□ IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX POSITIFS**
 **Gaz à effet de serre et ammoniac:**
**2. Substitution de glucides par des lipides insaturés: une réduction des émissions de CH<sub>4</sub>**

Cette action est applicable à la majorité du troupeau laitier et une partie du troupeau allaitant, plus particulièrement, les animaux recevant des quantités d'aliments concentrés supérieures à 1 kg par jour en bâtiment.

Une réduction de 14 % des émissions de CH<sub>4</sub> entérique est alors estimée dans le cas d'une ration enrichie de 3,5 % de lipides insaturés.

**□ LIMITES ET PRÉCAUTIONS**

- La substitution d'ingrédients dans la ration peut générer une modification de la demande en matières premières agricoles, produites en France (graines oléagineuses et céréales) ou importées (tourteaux de soja). Ceci entraîne des répercussions sur les émissions de gaz à effet de serre « induites », en amont de l'exploitation.

- Les effets sur la fermentation des déjections (émissions de CH<sub>4</sub>) et les rejets azotés (N<sub>2</sub>O) sont mal connus. Ils sont limités si la constitution des rations est peu modifiée.

- L'incorporation de lipides est plafonnée par:
  - des limites nutritionnelles. Le fait qu'il y ait trop de lipides peut diminuer la digestibilité de la cellulose et entraîner une modification excessive de la composition en acides gras des produits;
  - des contraintes technologiques dues aux taux maxima d'incorporation d'huile dans les aliments concentrés;
  - des considérations pratiques pour la distribution aux animaux : opter pour des produits extrudés facilement manipulables.

Il existe des incertitudes sur la pérennité de l'effet de cette action sur les émissions de CH<sub>4</sub> entérique. De plus, les effets sont certainement variables d'un individu à l'autre, puisque la flore digestive ou encore l'efficacité alimentaire peuvent différer.

 **Énergie:**

**1. Apports protéiques:** La consommation d'énergie directe n'est pas impactée. Par contre, la consommation d'énergie indirecte est réduite du fait de la diminution des quantités d'aliments achetés.

- L'action 2. Lipides n'a pas d'effet sur les consommations d'énergie directe, mais peut générer des impacts sur la consommation d'énergie indirecte, du fait de la fabrication des aliments, variables selon les aliments considérés (celui qui est substitué et celui qui sert de substitution).

 **Eau:**

**1. Apports protéiques:** La réduction de la consommation de protéines s'accompagne d'une réduction de la consommation en eau et donc du volume d'urine produit, ce qui permet en outre d'avoir des litières plus sèches. En effet, les teneurs en azote sont souvent très liées à celles en potassium, qui est un élément régulateur de l'équilibre hydrominéral de l'animal et affecte fortement le volume d'urine, et donc le besoin en eau de boisson. Les ordres de grandeur restent faibles : on observe ainsi 0,8 % et 1,7 % de réduction par pourcentage de MAT respectivement chez les vaches laitières (P. Faverdin, comm. pers.) et les porcs (Portejoie *et al.*, 2004). Enfin, la réduction de l'excrétion azotée permet de limiter les risques de transfert de nitrate vers les eaux.

 **Qualité des sols, biodiversité:**

**1. Apports protéiques et 2. Lipides :** Pas d'effet avéré de l'action sur la qualité des sols et la biodiversité.

## ■ Questions-réponses

### ▷ Comment l'optimisation des apports protéiques réduit-elle les émissions de $N_2O$ et de $NH_3$ ?

Les émissions de  $N_2O$  au bâtiment, au pâturage et pendant le stockage et l'épandage des effluents proviennent de l'azote alimentaire non fixé par l'animal, qui est excrété par voie fécale (sous une forme relativement stable), mais surtout par voie urinaire, sous forme d'urée. L'urée, très instable, se volatilise facilement en  $NH_3$  et peut générer de manière indirecte des émissions de  $N_2O$  suite à des transformations chimiques. Mieux ajuster la quantité de protéines apportées aux besoins des animaux et améliorer la qualité des protéines, et donc leur rendement d'utilisation, diminuent les niveaux d'azote ingéré, donc excrété, et augmentent le recyclage de l'urée dans le rumen « vaches laitières ».

Chez les porcins, l'efficacité d'utilisation des protéines alimentaires dépend de la composition de la ration, de l'état physiologique (ex. : gestation, sevrage) et du stade de croissance des animaux. L'ajustement de l'apport de protéines et d'acides aminés au cours du temps en fonc-



tion du potentiel de croissance et de l'état physiologique (alimentation biphasé ou multiphasé) permet de réduire très sensiblement les excréments d'azote, sans modifier les performances zootechniques. Une approche complémentaire consiste à améliorer l'équilibre en acides aminés de la ration, pour se rapprocher au maximum des besoins des animaux et maximiser le rendement d'utilisation.

Chez les ruminants, le métabolisme de l'azote est complexe à cause des phénomènes digestifs qui interviennent dans le rumen. En effet, les micro-organismes consomment les protéines facilement dégradables en produisant du  $NH_3$ . Ce gaz est partiellement réutilisé pour la synthèse des protéines microbiennes. Le surplus est absorbé au niveau de l'animal

pour être rapidement transformé en urée par le foie, puis excrété via l'urine principalement.

Dans le cas des ruminants, deux méthodes permettent de réduire l'excrétion d'urée :

- une réduction modérée des MAT. Un manque trop important de protéines peut diminuer la digestibilité des rations et donc la valorisation des aliments et la production des animaux. Le phénomène de recyclage de l'azote permet de tolérer un déficit de l'ordre de 5 % par rapport aux besoins ;
- l'utilisation de protéines protégées de la dégradation par les micro-organismes (tourteaux tannés).

### ▷ Comment la substitution des glucides par des lipides réduit-elle les émissions de méthane ( $CH_4$ ) entérique ?

L'émission de  $CH_4$  entérique résulte essentiellement de fermentations se déroulant dans le rumen des ruminants, et dans le gros intestin de tous les animaux d'élevage. Ces fermentations dépendent de la quantité et de la nature des aliments ingérés.

Dans le rumen, la fermentation des glucides par la flore cellulolytique et les protozoaires produit du  $H_2$ , alors que cette fermentation par la flore amylolytique en utilise. Le  $H_2$  restant est transformé en  $CH_4$  par les méthanogènes. L'ajout de lipides insaturés réduit les populations de bactéries cellulolytiques et de protozoaires, ce qui diminue la production de  $H_2$  et favorise son utilisation dans les voies biochimiques privilégiées par la flore amylolytique.

### ▷ Comment mettre en œuvre la substitution des glucides par des lipides ?

La substitution des glucides par des lipides insaturés permet de réduire les émissions de  $CH_4$  entérique. Diverses huiles et graines oléagineuses entières, brutes ou extrudées sont utilisables. Certaines possèdent des compositions en acides gras particulières, considérées comme ayant un intérêt nutritionnel pour les consommateurs, acides gras insaturés type oméga 3 par exemple. Le choix de la source de lipides est lié au prix, l'huile de colza étant la plus intéressante. La culture de lin, plus coûteuse, présente néanmoins de bons potentiels de développement. Dans le cadre de l'étude « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre » (Pellerin S. et al., 2013), la ration modifiée est enrichie de 3 à 3,5 % en lipides insaturés selon les catégories d'animaux. L'apport est plus faible pour les animaux recevant peu d'aliments concentrés, ceux recevant moins d'1 kg de concentré par jour n'étant pas concernés par l'introduction de lipides dans la ration. La ration modifiée contient ainsi 4,5 à 5 % de lipides.

# LE CHOIX DES AGRICULTEURS

Premier constat en faveur d'une optimisation des apports protéiques : la baisse des charges liées à l'achat de matières premières. De plus, en modifiant les sources d'apport lipidique pour les ruminants, notamment avec l'utilisation des graines de lin, une valorisation est possible via les filières de qualité.

## Bilan technico-économique

### 😊 Maturité technique:

**1. Apports protéiques et 2. Lipides:** La maturité technique de ces actions est acquise. L'adoption de l'action 1. nécessitera toutefois d'avoir accès à des acides aminés industriels plus compétitifs et nombreux (ex. valine), de mettre en place un soutien à l'investissement et un suivi plus rapproché des performances des animaux.

### 😐 Technicité:

**1. Apports protéiques :** Ces stratégies demandent une très bonne connaissance de la valeur nutritionnelle des matières premières, en particulier de la digestibilité des acides aminés, et de l'évolution des besoins des animaux en fonction de la croissance ou du stade physiologique. Chez les vaches laitières, la teneur en urée du lait reflétant celle du sang, on disposerait, avec les données du contrôle laitier, d'un moyen de diagnostic des animaux recevant une ration trop riche en azote, également utilisable pour le suivi de l'effet de l'action. C'est une piste à confirmer. Une formation des éleveurs est à prévoir sur cette action.

### 😊 Modification du système:

**1. Apports protéiques et 2. Lipides:** Le système n'est pas modifié.

### 😊 Main-d'œuvre:

**1. Apports protéiques et 2. Lipides:** Le temps de travail n'est globalement pas modifié.

### 😐 Performances animales:

**1. Apports protéiques:** De nombreuses études ont établi qu'une alimentation des porcs à l'engrais à teneur abaissée en protéines réduit l'excrétion d'azote. Elle n'affecte toutefois pas le gain quotidien ou l'indice de consommation, si la teneur en énergie et les teneurs en acides aminés essentiels sont maintenues.

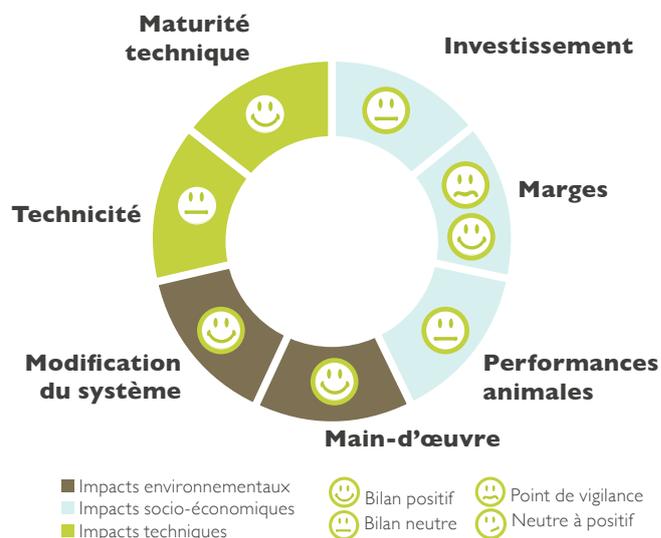
### Marges:

😊 **1. Apports protéiques:** L'ajustement des apports protéiques génère des économies pour les éleveurs (environ 20 € par vache par an et 50 € par truie environ par an). En réduisant les marges de sécurité dans l'alimentation des animaux, l'élevage est néanmoins rendu plus sensible à des variations de la qualité des matières premières énergétiques et/ou des fourrages utilisés. Il est dans le même temps moins sensible aux variations des matières premières riches en protéines. L'augmentation de la différence de prix entre aliments protéiques et énergétiques peut améliorer l'attractivité de cette action.

😐 **2. Lipides:** Cette action est globalement coûteuse pour l'éleveur et dépendante du prix des matières agricoles utilisées. Une reconnaissance par le marché de la qualité des produits lait et viande est nécessaire à son développement.

### 😐 Investissement:

**1. Apports protéiques:** En termes d'investissement, seul le passage à l'alimentation multiphase des porcs nécessite l'acquisition d'un équipement spécifique.  
**2. Lipides:** Pas d'investissement matériel spécifique.



## Retours d'expérience **Nathalie Quiniou - Ifip Institut du porc**



### Vers l'alimentation de précision en élevage porcin

Dans la plupart des élevages de porcs, une alimentation par phases est instituée en engraissement. La quantité d'aliments allouée peut augmenter, mais sa qualité reste stable. Pour diminuer le coût alimentaire par porc et l'impact environnemental de la production porcine, une meilleure adéquation entre apports alimentaires et besoins nutritionnels doit être recherchée. La

réduction de la teneur en matières azotées totales pour un même apport d'acides aminés essentiels est l'une des voies étudiées depuis une vingtaine d'années pour réduire les rejets azotés. L'alimentation de précision est une voie nouvelle, qui consiste à ajuster individuellement la quantité et la qualité de l'aliment. Or, les besoins nutritionnels sont très variables entre porcs d'une même bande à un jour ou un poids vif donnés, même quand ceux-ci sont issus d'un

même croisement. La mise en œuvre conjointe de modèles tels qu'InraPorc®, qui permet d'estimer les besoins de chaque porc, et d'automates d'alimentation de précision est un défi aujourd'hui relevé par le projet Reralim financé par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projet Reacctif. Un prototype de précision autorisant l'adaptation de la ration à chaque porc selon son poids vif est testé à la station Ifip de Romillé (35), en collaboration avec l'équipementier Asserva. Il est composé de cinq stations d'alimentation pour 96 porcs, intégrant un dispositif de distribution d'aliments, purs ou en mélange, et un plateau de pesée des animaux. Aujourd'hui, l'outil est fonctionnel et a été testé avec des modes d'alimentation en biphase classique (croissance et finition) et en multiphase (9 phases). Les performances de croissance étaient identiques pour les deux séquences alimentaires, pour une consommation légèrement inférieure d'azote pour le multiphase. La suite du programme consistera à améliorer l'utilisation pratique du système et à changer d'échelle. L'évolution des besoins en fonction du poids sera prise en compte non plus en moyenne pour tous les porcs, mais porc par porc.



**Philippe Favardin,**  
UMR 1348 Inra-Agrocampus Ouest Pegase  
« Physiologie, environnement et génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage ».

Les enjeux environnementaux et économiques ne sont pas toujours opposés, en particulier en ce qui concerne l'amélioration de l'efficacité des apports azotés. C'est un des leviers d'action où la précision de la conduite peut constituer une stratégie gagnant-gagnant, utilisable dès aujourd'hui. Cependant, l'amélioration de l'efficacité demande d'autres outils – nouveaux aliments, possibilités d'adapter l'alimentation à l'individu ou à son stade, utilisation de la sélection génomique – et de nouveaux indicateurs fiables comme les modèles d'alimentation plus performants, des indicateurs biologiques. La recherche intègre ces problématiques pour contribuer à la conception de ces nouveaux

outils et indicateurs. Les nouveaux modèles d'alimentation, plus précis, vont permettre de réduire les marges de sécurité et d'améliorer l'efficacité des ressources. Les travaux sur l'alimentation de précision vont se développer et apporter des marges de progrès supplémentaires, pour que les économies de ressources utilisées se fassent avec peu d'impacts sur la production. Enfin, les travaux sur l'environnement vont améliorer la quantification des gains associés aux économies d'intrants et affiner les modèles sur les émissions. Les solutions visant à réduire les sources des émissions d'azote doivent être privilégiées par rapport aux solutions technologiques lourdes et coûteuses. Ces solutions visant à contrôler les émissions d'azote après l'excrétion doivent davantage être proposées à de grosses structures rassemblant une concentration élevée d'animaux.

## AVIS D'EXPERT

### Concevoir de nouveaux outils et indicateurs



## ■ POUR ALLER PLUS LOIN

### Liens avec d'autres fiches références

La réduction des apports protéiques peut influencer les caractéristiques des déjections animales à gérer (document « Gestion des effluents d'élevage ») et leur valorisation dans la fertilisation des cultures (document « Optimisation de la fertilisation azotée »).

### Études clefs

- *Élevages et environnement*, Sandrine Espagnol et Philippe Leterme, éditions Quae, Éducagri éditions, 2010.
- *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 technique*, Pellerin S., Bamière L., et al., juillet 2013,

synthèse du rapport d'étude, Inra.

- *Vers des agricultures à hautes performances*, Inra pour le CGSP (Commissariat général à la stratégie et à la prospective), septembre 2013, volume 3, chapitre 13 : « Gestion de l'alimentation animale ».
- Portejoie S., Dourmad J.-Y., Martinez J., Lebreton Y., 2004, *Effect of lowering crude protein on nitrogen excretion, manure composition and ammonia emission from fattening pigs*, Livest. Prod. Sci., 91, 45-55.

### Quelques organismes de référence

Inra, Ifip-Institut du porc, Itavi, Idele-Institut de l'élevage, chambres d'agricultures, coopératives agricoles...

## ■ POUR MÉMOIRE : Principaux effets des actions relatives à l'alimentation animale

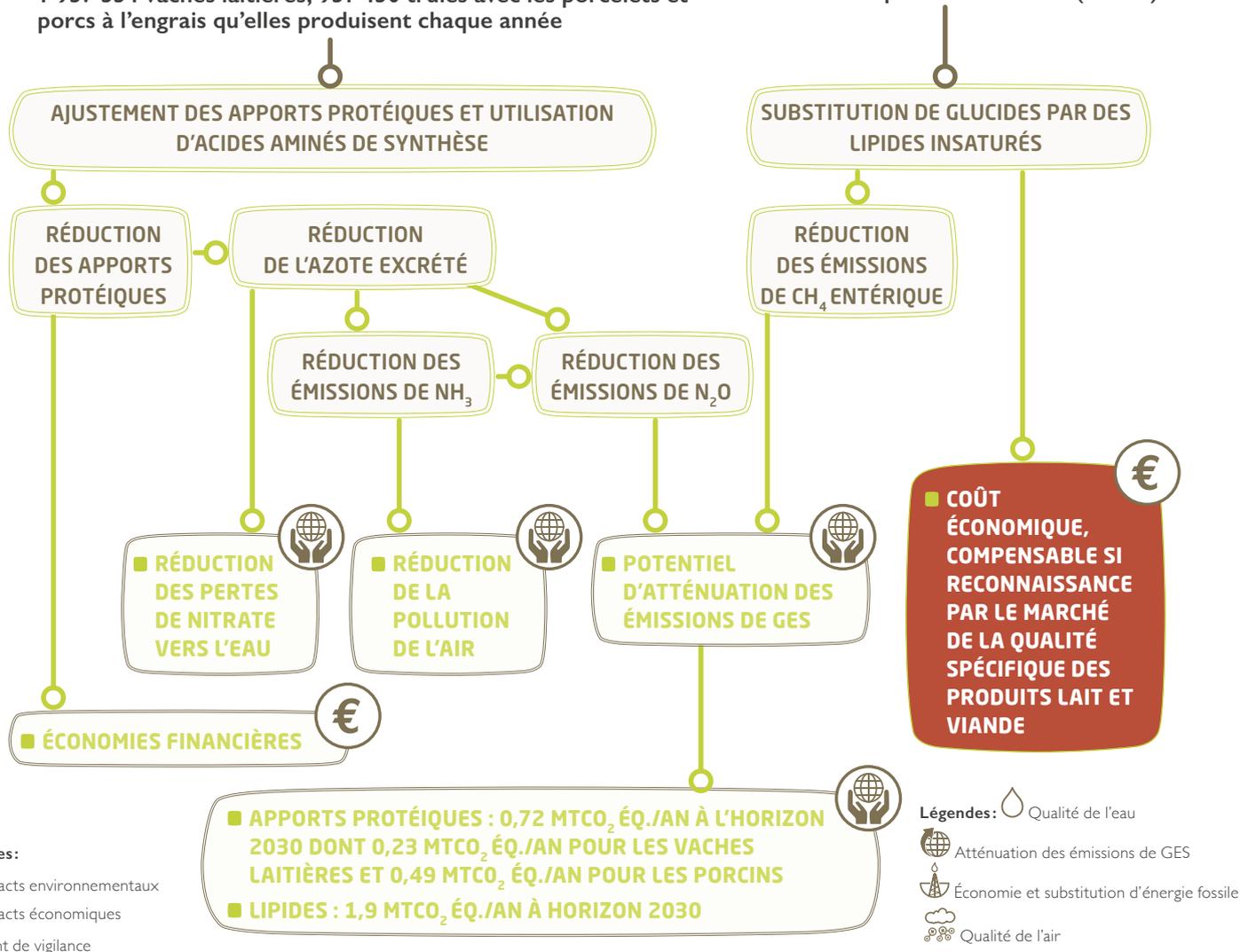
Maturité technique : oui    Acceptabilité : oui

### ■ ASSIETTE TECHNIQUE (ACTION 1) :

1 957 554 vaches laitières, 951 450 truies avec les porcelets et porcs à l'engrais qu'elles produisent chaque année

### ■ ASSIETTE TECHNIQUE (ACTION 2) :

6 595 000 équivalent animaux (bovins)



#### Légendes:

- Impacts environnementaux
- Impacts économiques
- Point de vigilance

- Qualité de l'eau
- Atténuation des émissions de GES
- Économie et substitution d'énergie fossile
- Qualité de l'air

Ce document a été édité par l'ADEME  
**Coordination technique:**  
 Thomas Eglin, Audrey Trévisiol,  
 ingénieurs en agronomie et environnement

**Rédaction:** Audrey Trévisiol et Alexia Tenaud  
**Service communication:** Sylvie Cogneau  
**Révision et conception graphique:**  
 Terre-Écos

Autres fiches Références téléchargeables sur  
[www.ADEME.fr/mediatheque](http://www.ADEME.fr/mediatheque)  
 ADEME - Grésillé - BP 90406 49004 Angers Cedex 01