

Chiffres-clés sur la fixation symbiotique liée aux élevages en France

Fiche 6

Gourlez E.¹, Jany T.², Le Cadre P.², Dubois E.³, Fossey M.⁴, Espagnol S.¹

¹ IFIP Institut du porc ; ² CEREOPA ; ³ ITAVI ; ⁴ IDELE Institut de l'élevage

Une partie de l'azote présent dans l'atmosphère est fixée par les cultures de légumineuses, ce qui le rend assimilable par ces plantes et permet la synthèse de leurs protéines. Ce processus biologique résulte d'une symbiose avec des bactéries du sol, qui forment des nodosités sur les racines et assurent les échanges d'azote entre la plante et l'atmosphère (Terres Inovia, 2021). Les légumineuses cultivées pour l'alimentation animale constituent ainsi une source d'azote symbiotique dans les systèmes de production agricole.

1. Méthodologie de calcul

• Calcul de la fixation symbiotique liée à l'alimentation animale

La quantité d'azote fixée symbiotiquement est calculée à partir des surfaces de légumineuses destinées à l'alimentation animale ([fiche 3 - Chiffres-clés sur l'alimentation animale et les flux de matières premières des élevages en France](#)). Cette capacité de fixation de l'azote varie selon les espèces de légumineuses et est exprimée par des pourcentages de fixation symbiotique (**% Ndfa**) (Guinet, 2019 ; Terres Inovia, 2021) (Tableau 1). En s'appuyant sur ces données, ainsi que sur les teneurs en azote des légumineuses (**[N]_{légumineuses}**) fournies par le Comifer (2013), des coefficients de fixation symbiotique sont calculés pour les différentes légumineuses (présentes dans les prairies et cultivées en culture principale ensuite utilisées dans les aliments du bétail) (Tableau 1) :

$$\text{Coefficient de fixation symbiotique} = \frac{[\text{N}]_{\text{légumineuses}} \times \% \text{ Ndfa}}{\text{kg N symbiotique / unité de rendement}}$$

D'après la base de données Agribalyse®, 15 % des surfaces en prairie sont occupées par des légumineuses (trèfle violet). Les prairies composées de trèfles représentent 28,5 % des surfaces en prairies totales. Des teneurs en azote différentes sont retenues en fonction de la destination du fourrage (ensilage, enrubannage, foin ou herbe pâturée) (Tableau 1).

Ces coefficients de fixation symbiotique sont ensuite appliqués aux surfaces de légumineuses afin de calculer la quantité d'azote fixée symbiotiquement, en lien avec les élevages et leurs surfaces dédiées à l'alimentation des animaux :

$$\text{Fixation N symbiotique} = \text{Rendement} \times \text{Surface} \times \text{Coefficient de fixation symbiotique}$$

kg N symbiotique fixé / an unité de rendement ha ([fiche 3](#)) kg N symbiotique / unité de rendement

Ces données sont comparées à la fixation symbiotique liée à l'ensemble des surfaces de protéagineux en France. Deux sources sont utilisées :

- Les données Agreste (2023).

Chiffres-clés sur la fixation symbiotique liée aux élevages en France

Fiche 6

- Les données issues du scénario France de l'année 2020 de Solagro (outil ClimAgri). Ces deux sources considèrent l'intégralité de la SAU françaises incluant les surfaces destinées à l'alimentation animale.

Tableau 1. Paramètres de calcul et coefficient de fixation symbiotique de l'azote des matières premières utilisées en alimentation animale (Comifer 2013 ; Guinet, 2019 ; Terres Inovia 2021)

Matière première	Forme	Teneur en azote des légumineuses (kg N / unité de rendement ¹)	Pourcentage d'azote issu de la fixation symbiotique ² (% Ndfa)	Coefficient de fixation symbiotique (kg N symbiotique / unité de rendement)
Soja	Grain	5,8	75 %	4,3
Féverole	Grain	4,3	80 %	3,4
Lupin	Grain	5,4	80 %	4,3
Pois protéagineux	Grain	3,2	65 %	2,1
Luzerne pour déshydratation	Luzerne déshydratée	32,2	85 %	27,3
Luzerne pour fourrage	Foin	28,0	85 %	23,8
Prairie permanente ³	Foin	29,0	85 %	3,7
	Herbe pâturée	31,0	85 %	4,0
Prairie temporaire ³	Ensilage	28,0	85 %	3,6
	Enrubannage	28,0	85 %	3,6
	Foin	29,0	85 %	3,7
	Herbe pâturée	31,0	85 %	4,0

¹ Comifer, 2013 ; les unités de rendements sont le quintal pour le soja, la féverole, le lupin et le pois protéagineux et la tonne de MS pour la luzerne et les prairies ; pour les prairies la teneur en N est celle du trèfle violet ; ² Terres Inovia, 2021 ; ³ Part de légumineuses (trèfle violet) de 15 % considérée

• Estimation de l'autonomie en azote des matières premières destinées à l'alimentation animale

Afin d'estimer l'autonomie en azote des surfaces de matières premières destinées à l'alimentation animale, un ratio est calculé entre l'azote fixé symbiotiquement sur les surfaces dédiées à l'alimentation animale (auquel une perte de 5% est appliquée – cf. [fiche 3 - Chiffres-clés sur l'alimentation animale et les flux de matières premières des élevages en France](#)) et l'azote totale ingéré par les animaux. Cet azote total est calculé à partir des quantités de matières premières consommées en alimentation animale ([fiche 3](#)) et les teneurs en azote des matières premières (Tableau 2).

Autonomie en azote des cultures dédiées à l'alimentation animale	=	N fixé symbiotiquement x /	N ingéré par les animaux d'élevage
%		0.95	T N
		T N	

Chiffres-clés sur la fixation symbiotique liée aux élevages en France

Fiche 6

Tableau 2. Teneurs en azote des matières premières consommées par les animaux d'élevage (d'après Tables INRAE-CIRAD-AFZ)

Matière première	Forme	Teneur en protéines (g protéine/kg brut)
Blé tendre	Grain	17,6
	Farine	21,3
	Gluten feed	23,7
	Son	24,5
	Drèche	52,3
	Remoulage	25,1
	Paille	5,6
Orge	Grain	15,8
Avoine	Grain	15,0
Maïs grain	Grain	12,2
	Farine	11,4
	Huile	0
	Drèche	43,7
	Gluten feed	30,2
	Gluten meal	98,6
	Amidon	1,1
Triticale	Grain	16,0
Colza	Grain	29,8
	Huile	0
	Tourteau	54,2
Tournesol	Grain	23,7
	Huile	0
	Tourteau	51,1
Soja	Grain	57,6
	Huile	0
	Tourteau	70,1
	Protéine	103,5
Lin	Huile	0
Féverole	Grain	42,7
Pois protéagineux	Grain	32,5
Lupin	Grain	33,1
Luzerne pour déshydratation	Luzerne déshydratée	24,6
	Concentré protéique	83,5
Betterave industrielle	Pulpe surpressée	12,6
Agrume	Pulpe déshydratée	10,1
Canne à sucre	Mélasse	6,7
Palme	Huile	0
Noix de coco	Huile	0
Pomme de terre féculerie	Protéines	14,7
Maïs fourrage et ensilage	Ensilage	3,7
Luzerne pour fourrage	Foin	24,6
	Foin	15,5
	Enrubannage	5,0
	Herbe pâturée	5,0
Prairie temporaire	Foin	15,5
	Enrubannage	5,0
	Ensilage	5,0
	Herbe pâturée	5,0

Chiffres-clés sur la fixation symbiotique liée aux élevages en France

Fiche 6

2. Quantité d'azote lié à la fixation symbiotique en France en lien avec les élevages et leurs surfaces dédiées à l'alimentation des animaux

Au total, ce sont 427 118 tonnes d'azote fixés symbiotiquement par les surfaces destinées à l'alimentation animale.

En France, 353 493 tonnes d'azote sont fixées et représentent 92,9 % de la totalité de l'azote fixé symbiotiquement en France (Tableau 2). Les surfaces en prairies et légumineuses liées à l'alimentation animale sont de 12,5 millions d'hectares, soit 45 % de la SAU française. Les prairies représentent la plus grande part de fixation symbiotique d'azote en France en lien avec l'alimentation animale : 83 % en considérant prairies permanentes et prairies temporaires et 50,9 % en considérant que les prairies permanentes.

En dehors de la France, 740 milliers d'hectares de légumineuses sont utilisés pour l'alimentation des élevages français et leur fixation symbiotique s'élève à 73 625 T d'azote par an (Tableau 2). Cet azote fixé symbiotiquement hors France représente 17 % de la totalité de l'azote fixé en lien avec l'alimentation animale (Figure 1).

Parmi les filières animales, ce sont les surfaces dédiées à l'alimentation des ruminants (bovins et petits ruminants), qui sont les plus contributrices : 97 % de l'azote fixé en France en lien avec l'alimentation animale, et 90 % du total de l'azoté fixé par les légumineuses et prairies en France. En considérant les surfaces hors France, les élevages de ruminants représentent 90 % de l'azote fixé par les surfaces destinées à l'alimentation des animaux des élevages français.

Une large partie de l'azote fixée liée à l'alimentation des animaux des filières porcines et avicoles l'est en dehors de la SAU française et est liée à l'importation des tourteaux de soja.

Chiffres-clés sur la fixation symbiotique liée aux élevages en France

Fiche 6

Tableau 2. Quantité d'azote fixé en lien avec les surfaces destinées à l'alimentation animale et contribution de chaque filière

	Total France ³	Total alimentation animale	Porcs	Poules pondeuses	Volailles de chair et palmipèdes	Bovins	Petits ruminants
N fixé en France (T/an)	380 489	353 493	3 588	1 461	4 525	283 961	59 959
<i>Référence n°1 ¹</i>	413 946	-	-	-	-	-	-
<i>Référence n°2 ²</i>	394 291	-	-	-	-	-	-
Part N fixé par prairies permanentes (%)		50,9 %				57,8 %	25,9 %
N fixé hors France (T/an)		73 625	9 890	5 833	16 653	40 219	1 029
Contribution de chaque filière au N symbiotique fixé							
A l'échelle des surfaces liées à l'alimentation animale	-	-	1,0 %	0,4 %	1,3 %	80,3 %	17,0 %
A l'échelle de la SAU France	-	92,9 %	0,9 %	0,4 %	1,2 %	74,6 %	15,8 %

¹ Outil ClimAgri, Solagro ; ² Agreste, 2023 ; ³ Surfaces totales de légumineuses en France (alimentation animale + alimentation humaine)

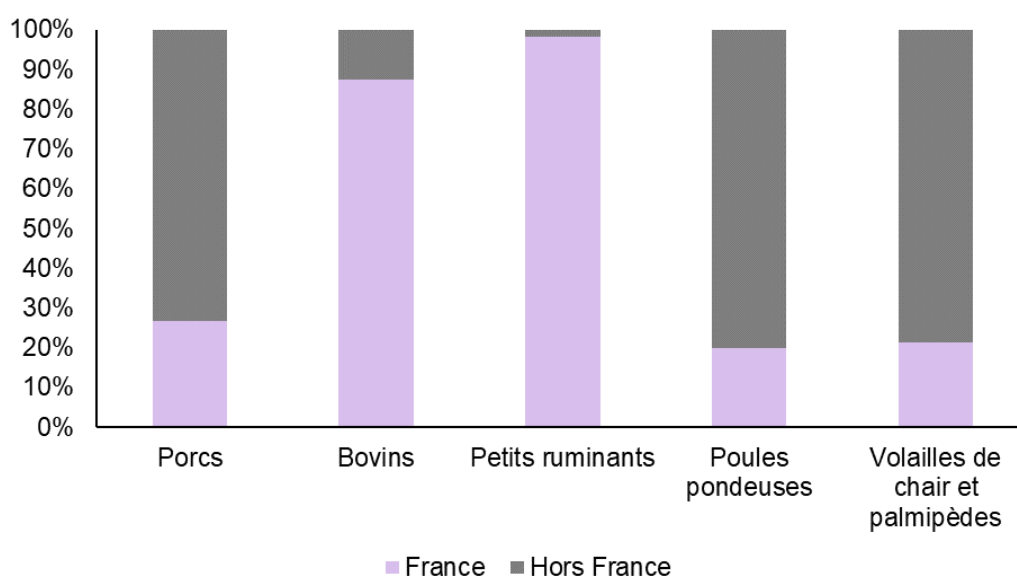


Figure 1. Part d'azote fixée en lien avec les surfaces destinées à l'alimentation animale en France et hors France

Chiffres-clés sur la fixation symbiotique liée aux élevages en France

Fiche 6

Plus globalement, la fixation symbiotique en France représente 10 % des entrées d'azote en agriculture (Agreste, 2023). Ces entrées se font à 90 % sur des surfaces dédiées à l'alimentation animale. Ainsi, l'alimentation animale contribue à plus de 9 % des entrées d'azote en agriculture, mais pour un usage « interne » (Figure 2).

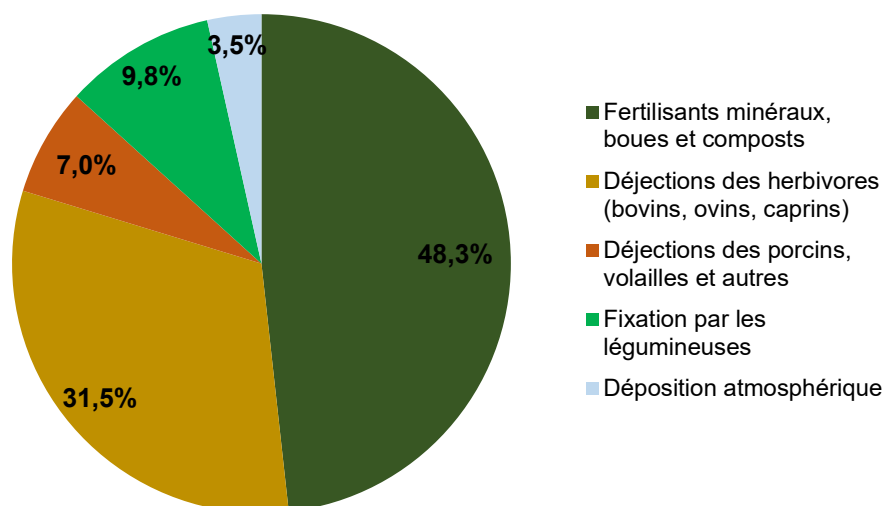


Figure 2. Apports d'azote agricole en France (Agreste, 2023 ; sur année 2021)

Comparaison des résultats du RMT MAELE avec le scénario France ClimAgri 2020 de Solagro et le calcul sur les surfaces totales de légumineuses en France ; et Agreste, 2023

D'après le scénario France ClimAgri 2020, 413 946 tonnes d'azote sont fixées symbiotiquement par les surfaces totales de légumineuses en France. Ainsi, la part fixée par l'alimentation animale représenterait seulement 85,4 % de cet azote.

D'après Agreste (2023 sur données 2021), la part d'azote fixée par l'alimentation animale représenterait 89,7 % de tout cet azote fixé, avec 394 291 tonnes d'azote fixées symbiotiquement par les surfaces totales de légumineuses en France.

3. Autonomie azotée des matières premières consommées en alimentation animale

En 2022, l'azote fixé symbiotiquement par les matières premières valorisable en alimentation animale représente 27 % de l'azote ingéré par les animaux d'élevage (Figure 2). Cette autonomie en azote atteint 36 % pour les bovins et 72 % pour les ovins. Cette valeur est plus élevée pour les ruminants en raison de leur consommation importante de fourrages (hors maïs ensilage) et de pâtures, qui présentent une autonomie en azote approximativement à 100 %. Ces résultats sont en cohérence avec l'étude d'Harchaoui et Chatzimpiros (2019), qui met en avant la possibilité de systèmes de cultures pour l'alimentation animale 100 % autonomes en azote grâce à l'expansion des prairies et des surfaces en luzerne.

Chiffres-clés sur la fixation symbiotique liée aux élevages en France

Fiche 6

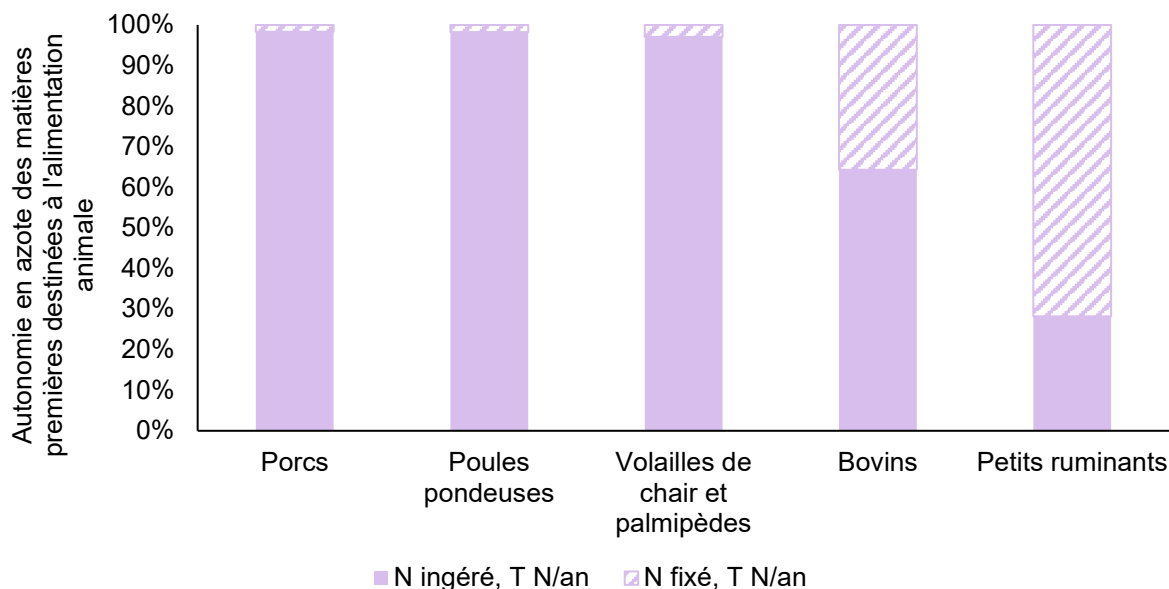


Figure 2. Autonomie en azote des matières premières ingérées par les animaux d'élevage

Remerciements pour la fiche

Sylvie Dauguet, Terres Inovia

Références

- Agreste, 2023. Graph'Agri – environnement – Bilans azote et phosphore, p111.
- Comifer, 2013. Teneurs en azote des organes végétaux récoltés pour les cultures de plein champ, les principaux fourrages et la vigne. Tableau de référence 2013. 4p.
- Guinet M. Quantification des flux d'azote induits par les cultures de légumineuses et étude de leurs déterminants : comparaison de 10 espèces de légumineuses à graines. Agronomie. Université Bourgogne Franche-Comté, 2019. 236 p.
- Harchaoui S., Chatzimpiros P., 2019. The nitrogen operating space of world food production. 40p.
- Solagro, 2020. ClimAgri, un outil pour l'analyse des consommations d'énergies et des gaz à effet de serre à l'échelle des territoires agricoles et forestiers.
- Terres Inovia, 2021. La Gazote, avril 2021. Légumineuses, une entrée d'azote dans les systèmes : comment ça marche et à quelles conditions ? 4 p