

<p>4.3.9. Données d'activité</p>	<p>Estimation des quantités d'azote restituées par les résidus souterrains et aériens des cultures</p>	
--------------------------------------	--	---

Rédacteurs : Aurélie Tailleux (Arvalis – Institut du Végétal), Sylvie Dauguet (Terres Inovia), avec la relecture de Gwénaëlle Le Borgne (CITEPA)

Fiche associée :

- [4.1.3. Flux direct – Emissions par les sols agricoles](#)

Cette fiche a pour objectif de proposer des références afin d'estimer les quantités d'azote restituées par les résidus souterrains et aériens des cultures. Ces quantités sont en effet nécessaires pour estimer les émissions de N₂O du sol selon la méthode GIEC tier 1 (ces émissions sont liées à la décomposition des résidus de culture, après conversion de la matière sèche en azote). **Elle n'intègre pas de potentielles mises à jour dans le cadre des améliorations de la mise à jour des lignes directrices du GIEC publiées en 2019.**

Remarque : Une mise à jour de la description méthodologique sur l'estimation des quantités de matière sèche des résidus de culture est en effet disponible dans l'annexe du NIR (rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la CNUCC) 2019 – page 665 et suivantes (https://www.citepa.org/images/III-1_Rapports_Inventaires/CCNUCC/CCNUCC_france_2019.pdf).

Contenu

1. Sources et mécanismes	2
2. Méthode d'estimation des quantités d'azote contenu dans les résidus aériens.....	2
3. Méthode d'estimation des quantités d'azote contenu dans les résidus souterrains	4
4. Références bibliographiques	5

1. Sources et mécanismes

Les quantités d'azote restituées sont fonction des quantités de biomasse restituée et de leur teneur en azote. Les références proposées ci-dessous sont celles utilisées par le CITEPA dans le cadre des inventaires nationaux (CITEPA, 2018).

2. Méthode d'estimation des quantités d'azote contenu dans les résidus aériens

La formule est la suivante :

En cas de restitution des résidus

$$N_{\text{résidus aérien}} = AG_{DM} \times N_{AG}$$

En cas d'exportation des résidus

$$N_{\text{résidus aérien}} = AG_{DM} \times FRAC_{\text{export}} \times N_{AG}$$

Avec

- $N_{\text{résidus aérien}}$: quantités d'azote contenu dans les résidus aériens en kg N/ha
- AG_{DM} : Résidus aériens (kg MS/ha), celui-ci est calculé de la manière suivante :

$$AG_{DM} = RDT \times (1 - Irv) / Irv$$

- RDT : rendement récolté en kg MS/ha (pour les céréales : rendement grain même en cas d'exportation)
- Irv : indice de récolte, rapport entre la biomasse sèche des parties récoltées et la biomasse sèche de l'ensemble des parties aériennes (récoltées et non récoltées)
- N_{AG} : teneur en azote des résidus aérien en % de la matière sèche
- $FRAC_{\text{export}}$: rapport entre la biomasse des résidus aériens restituée en cas d'exportation et la biomasse des résidus aériens totale

Équation 1 : estimation des quantités d'azote contenu dans les résidus aériens

Le pourcentage d'azote dans la biomasse sèche des résidus aériens (N_{AG}) et les indices de récolte (Irv) est estimé à partir de références fournies par divers organismes techniques ou de recherche nationaux, à partir de nombreuses mesures réalisées in-situ (CITEPA, 2013). Lorsque plusieurs données étaient disponibles pour une même culture et produites par plusieurs organismes, la référence la plus pertinente été retenue (la pertinence a été évaluée en fonction de nombreux paramètres dont le nombre de mesures et a été validée par le groupe de travail sur les inventaires réunissant l'ensemble des experts nationaux issus des différents Instituts Techniques Agricoles).

4. Evaluation par poste



Tableau 1 : paramètres pour estimer les quantités d'azote des résidus aérien par culture

Culture	Indice de récolte (Irv)	Source Irv	% azote des résidus aériens (NAG)	Source NAG	% paille restituée en cas d'exportation (FRAC _{export})	Source
Blé tendre hiver	0.49	ARVALIS	0,64%	ARVALIS	50%	
Blé dur	0.44	ARVALIS	0,66%	ARVALIS	50%	
Orge de printemps	0.53	ARVALIS	0,73%	ARVALIS	50%	
Orge d'hiver	0.50	Azofert	0,53%	Azofert	50%	
Triticale	0.44	ARVALIS	0,46%	ARVALIS	50%	
Maïs grain	0.49	ARVALIS	0,91%	ARVALIS		
Pois protéagineux	0.58	ARVALIS	1,35%	ARVALIS	60%	Référence pôle Fourrage (d'Arvalis ?)
Fèverole	0.53	ARVALIS	1,35%	Azofert		
Betteraves	Cf cas betteraves ci-dessous					
Petite carotte	0.83	Azofert	2.80%	Azofert		
Grosse carotte	0.88	Azofert	2.80%	Azofert		
Colza	0.29	Azofert	0,70%	Azofert		
Haricots	0.17	Azofert	2,65%	Azofert		
Lin graine	0.41	Azofert	1,30%	Azofert		
Maïs fourrage	0.90	Azofert	0,60%	Azofert		
Oignon	0.89	Azofert	2,70%	Azofert		
Pomme de terre	Cf cas pomme de terre ci-dessous					
Seigle	0.50	Azofert	0,48%	Azofert	50%	
Avoine	0.43	GIEC GPG 2000	0.76%	GIEC GPG 2000	50%	
Riz	0.42	GIEC GPG 2000	0.79%	GIEC GPG 2000		
Millet	0.42	GIEC GPG 2000	0.79%	GIEC GPG 2000		
Sorgho	0.42	GIEC GPG 2000	1.19%	GIEC GPG 2000		
Soja	0.32	GIEC GPG 2000	0.80%	Terres Inovia		
Tournesol	0.33	UNIP[13]	0.99%	GIEC GPG 2000		
Prairie	0.77	GIEC, 2006	2.50%	GIEC, 2006	30%	

Cas de la betterave et de la pomme de terre : pour ces cultures, les résidus de récolte n'augmentent pas avec le rendement racine, ce qui signifie que l'indice de récolte augmente en même temps que le rendement. L'indice de récolte ne peut donc pas être considéré constant dans le temps comme c'est le cas pour les autres cultures. Pour ces cultures, le groupe de travail sur les inventaires réunissant l'ensemble des experts nationaux issus des différents Instituts Techniques Agricoles a retenu un apport moyen de 140 kg N/ha pour la betterave et de 40 kg N/ha pour la pomme de terre.

3. Méthode d'estimation des quantités d'azote contenu dans les résidus souterrains

Dans la méthode proposée ci-dessous, la quantité de biomasse des résidus souterrains est estimée à partir de la quantité de biomasse aérienne.

La formule est la suivante :

$$N_{\text{résidus souterrain}} = (AG_{DM} + RDT) * R_{BG-BIO} * N_{BG}$$

Avec :

- $N_{\text{résidus souterrain}}$: quantités d'azote contenu dans les résidus souterrains en kg N/ha
- AG_{DM} : Résidus aériens (kg MS/ha), cf Équation 1
- R_{BG-BIO} : Ratio résidus de cultures racinaires / biomasse aérienne
- N_{BG} : teneur en azote des résidus souterrain en %

Équation 2 : estimation des quantités d'azote contenu dans les résidus souterrains

Tableau 2 : paramètres pour estimer les quantités d'azote des résidus souterrains par culture

Culture	Ratio résidus de cultures racinaires / biomasse aérienne (R_{BG-BIO})	Source R_{BG-BIO}	% azote des résidus souterrains (N_{BG})	Source N_{BG}
Céréales	0.22	GIEC, 2006	0.9%	GIEC, 2006
Haricot & Légumineuses	0.19	GIEC, 2006	0.8%	GIEC, 2006
Tubercules	0.20	GIEC, 2006	1.4%	GIEC, 2006
Racines, autres	0.20	GIEC, 2006	1.4%	GIEC, 2006
Fourrages fixateurs d'azote	0.40	GIEC, 2006	2.2%	GIEC, 2006
Fourrages non fixateurs d'azote	0.54	GIEC, 2006	1.2%	GIEC, 2006
Herbacées vivaces	0.80	GIEC, 2006	1.2%	GIEC, 2006
Mélanges herbes-trèfles	0.80	GIEC, 2006	1.6%	GIEC, 2006

4. Références bibliographiques

CITEPA – Méthodologie d'estimation des quantités de matière sèche et d'azote contenues dans les résidus de culture en France, 2013.

CITEPA, 2019 – Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la CNUCC) 2019 – page 665 et suivantes, https://www.citepa.org/images/III-1_Rapports_Inventaires/CCNUCC/CCNUCC_france_2019.pdf

Clivot, H. ; Mouny, J.-C. ; Duparque ; Dinh ; Denoroy, P. ; Houot, S. ; Vertes, F. ; Trochard, R. ; Bouthier, A. ; Sagot, S. ; Mary, B. Modeling soil organic carbon evolution in long-term arable experiments with AMG model Environmental Modelling and Software, 2019, 118 : 99-113.

GIEC – Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 11

GIEC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.