

# PARAMÉTRAGE DE LA MÉTHODE DU BILAN AZOTÉ SUR LES CIVE

## CONTRIBUTEURS :

Nicolas DAGORN - ARVALIS

Khady DIEDHIOU - COMIFER

Francesca DEGAN - ARVALIS

Honorine GABRIEL - CA Grand-Est

David LEDUC - CA Pays De La Loire

Caroline LE ROUX - LDAR

Christine LE SOUDER - ARVALIS

Fiona OBRIOT - LDAR

Odile TAUVEL - CA Normandie

Elise VANDERMEERSCH - CA Normandie

# PARAMÉTRAGE DE LA MÉTHODE DU BILAN SUR LES CIVE

## CONTEXTE

- Directive Nitrates / 7ème programme d'actions nationales « nitrates »
- Les CIVE font partie de la catégorie des CIE : Couverts d'Interculture Exportés (récoltés, fauchés ou pâturés)
  - **7ème PAN : on peut dépasser le plafond de 100kg N efficace /ha sur la période de culture des CIVE en démontrant la pertinence par un calcul de la dose prévisionnelle**

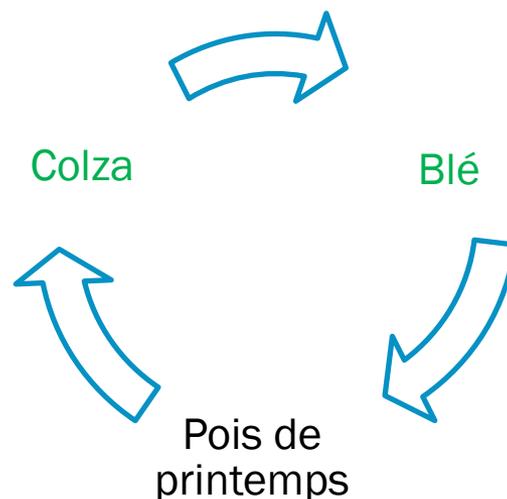
## Travail Préalable

Mise en commun de l'existant et proposition d'un premier cadre de travail national

- synthèses des données d'essais sur CIVE
- modélisation
- Estimation des postes du bilan pour calculer la dose prévisionnelle

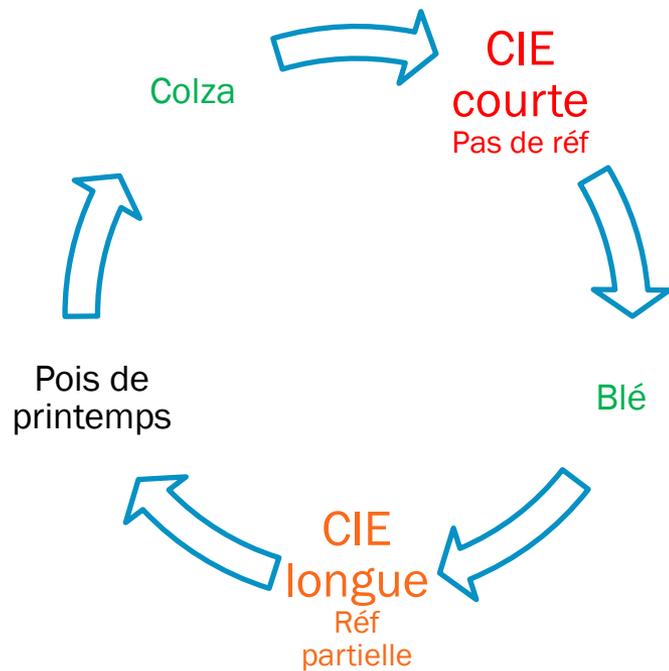


# SYSTÈME À 2 BILANS AZOTE



**Des cultures historiquement gérées par le bilan azoté qui s'ouvre en février et se ferme à la fin d'absorption par la plante**

# SYSTÈME À 4 BILANS AZOTE



- **Des situations nouvelles de déploiement de bilans azoté (pas de références nationales à ce jour)**
- **Pour les CIE longues**
  - Historiquement, pas de publication spécifique du COMIFER
  - Des doses pivot/plafond
  - Des bilans déclinés dans certains arrêtés référentiels
- **Possibilité de paramétrer un bilan (les outils numériques le font déjà...)**

# RÉFÉRENCES SUR LES CIE

CIE longues	CIE courtes
<p>CIVE / Dérobées / Méteils / Prairies (destruction avant printemps)</p>	<p>CIVE / Dérobées (fourrages)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelques références dans certains ARR / Établies par les GREN</li> <li>• 1 cas traité au COMIFER : les CIVE</li> <li>• Autres CIE longues : principal enjeu : l'estimation des besoins en N</li> </ul>	<p>Pas de références connues</p>

## MÉTHODE DU BILAN APPLIQUÉE AUX CIVE

- CIVE cultivées en espèces pures
- Méthode applicable à toutes les régions / Réadaptation des références existantes
- Ouverture du bilan
  - En sortie d'hiver pour les CIVE d'hiver
  - À la date de semis pour les CIVE d'été
- Synthèse de données d'essais et données de modélisation
- Modélisation
  - Jours normalisés
  - Valeurs moyennes des postes de l'équation du bilan
- Comparaisons données modélisées et données terrain / Ajustements avec les données d'essais

# MÉTHODE DU BILAN APPLIQUÉE AUX CIVE

## Équation du bilan azoté des CIVE

$$X = [Pf - Pi + Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + Mr + Mpro1 + Mpro2 + Nirr + Xpro]$$

**Simplification et utilisation du Xa, s'il n'y a pas de distinction entre Mpro1 et Mpro2**

$$X = [Pf - Pi + Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + Mr + Nirr]$$

*X* : la dose d'azote à apporter à la CIVE

*Pf* : Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Objectif de rendement (y) × Besoin par unité de production (b))

*Pi* : Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan

*Rf* : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

*L* : Pertes par lixiviation du nitrate pendant l'ouverture du bilan

*Ri* : Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan

*Mh* : Minéralisation nette de l'humus du sol

*Mhp* : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

*Mr* : Minéralisation des résidus de culture du précédent

*Mpro1* : Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°1 apporté avant l'ouverture du bilan

*Mpro2* : Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°2 apporté après l'ouverture du bilan

*Nirr* : Azote apporté par l'eau d'irrigation

*Xpro* : Azote de la fraction minérale d'un PRO apporté après la date d'ouverture du bilan

*Xa* : Azote de la fraction minérale et de la minéralisation de la fraction organique sur la durée du cycle cultural (effet azote direct d'un produit organique)



## PARAMÉTRAGE DE LA MÉTHODE DU BILAN SUR LES CIVE

$$X = [Pf \cdot Pi + Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + Mr + Mpro1 + Mpro2 + Nirr + Xpro]$$

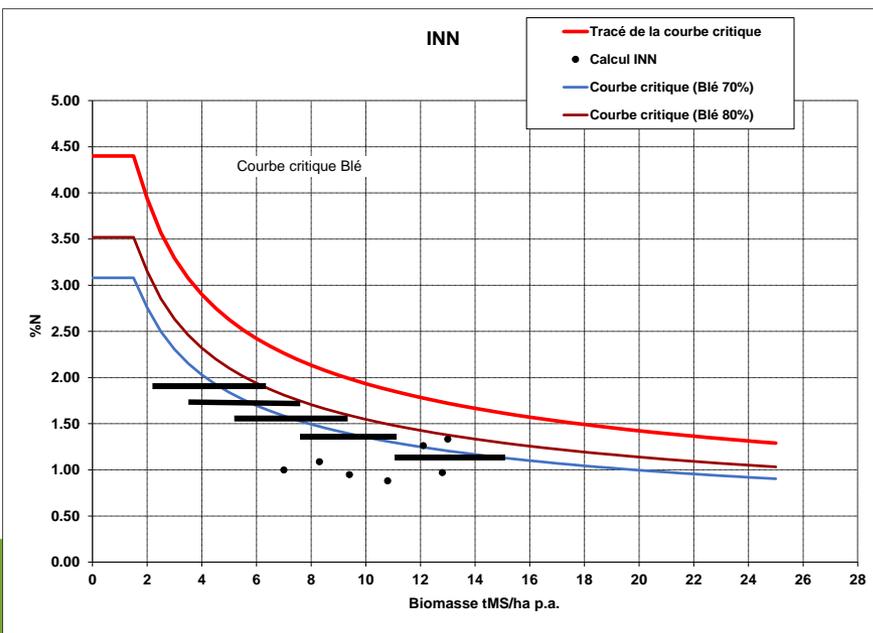
CIVE  
D'HIVER

**Pf : Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan**

Besoins « b » en fonction de l'objectif de Rendements

**%N visé = 70% par rapport l'Indice de Nutrition en Azote du blé)**

]4 – 6] t MS/ha rec.	→ b = 25 kg N / t MS rec.	( 1,7*1.2/0.8)	(si 5 t : 5*25 = 125 kg N)
]6 – 8] t MS/ha rec.	→ b = 22 kg N / t MS rec.	( 1,5*1.2/0.8)	(si 7 t : 7*22 = 154 kg N)
]8 – 10] t MS/ha rec.	→ b = 19 kg N / t MS rec.	( 1,3*1.2/0.8)	(si 9 t : 9*19 = 171 kg N)
]10 – 13] t MS/ha rec.	→ b = 18 kg N / t MS rec.	( 1,2*1.2/0.8)	(si 11 t : 11*18 = 198 kg N)
]13 - ...] t MS/ha rec.	→ b = 16 kg N / t MS rec.	( 1,1*1.2/0.8)	(si 14 t : 14*16 = 224 kg N)



1,2 : coefficient racinaire : Pour estimer les besoins de la plante entière

0,8 : indice de récolte des CIVE  
(~ 80% de partie aérienne et 20% de chaumes)

$b$  (en kg N / MS rec) = Coef.Rac. x %N / Ind.Rec

- Cohérence par rapport aux points mesurés sur les CRN
- Les doses calculées avec cette hypothèse sont plus proches des doses pratiquées, celles calculées avec les autres hypothèses étant jugées trop élevées

$$X = [Pf \cdot Pi + Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + Mr + Mpro1 + Mpro2 + Nirr + Xpro]$$

## Pf : Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Besoins « b » en fonction de l'objectif de Rendements

CIVE D'ÉTÉ  
(MAÏS)

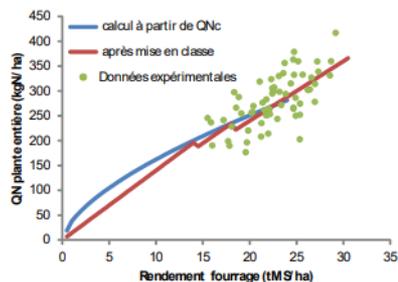
### Publication Arvalis 2015

Tableau 1 : Besoins unitaires en azote du maïs fourrage (ARVALIS-Institut du végétal, 2012).

Rendement du maïs fourrage (t MS/ha)	Besoins en azote (kg N/t MS/ha)
[0 - 14[	14
[14 - 18[	13
[18 - ...]	12

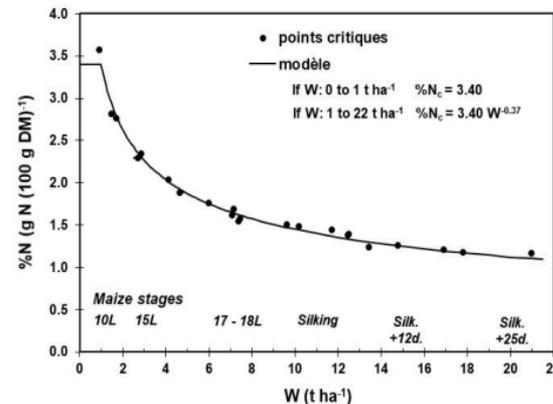
Journées AFFF – La fertilité des sols dans les systèmes fourragers – 8-9 Avril 2015

Figure 3 : Comparaison entre les besoins en azote du maïs fourrage à partir du calcul théorique de l'azote critique (QNc), après mise en classe et mesurés par expérimentation (66 essais toute France, entre 1983 et 2012).



### Publication INRAE (D. Plenet, 2000)

Figure 2 : Relation entre la teneur critique en azote (%N<sub>crit</sub>) et la biomasse aérienne (MSA) dans les cultures de maïs pour la période comprise entre la levée et la floraison + 25 jours. Les stades phénologiques sont donnés pour des maïs cultivés dans le Sud-Ouest de la France



Rendement partie aérienne t MS/ha	« b » kg N / t MS
]0 – 10]	15
]10 – 14[	14
[14 – 18]	13
]18 – ...]	12

**Proposition pour des Rdt plus faibles :**

~ 10 à 11 t MS : **b = 15 kg N/t MS**

(du fait du principe de dilution)

## PARAMÉTRAGE DE LA MÉTHODE DU BILAN SUR LES CIVE

$$X = [Pf \cdot Pi + Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + Mr + Mpro1 + Mpro2 + Nirr + Xpro]$$

### Pi : azote absorbé à l'ouverture du bilan (CIVE d'hiver)

- Option 1 : modulable en fonction de l'état du couvert en sortie d'hiver
  - **Pesée de biomasse** (kg par m<sup>2</sup> / Méthode MERCI)
    - Estimation de l'azote déjà absorbé par le couvert en fonction du poids de la biomasse (fraiche ou sèche) en sortie d'hiver
- Option 2 : recommandations de la brochure azote (*COMIFER 2013, page 29*)  
(Sans le plafonner à 50 kg de N/ha)

Exemple de référentiel Pi :

Quantité d'azote absorbé par les céréales d'hiver à l'ouverture du bilan

Nombre de talles	Pas de talle	1	2	3	4	5
Pi (en kg d'N/ha)	10	15	20	25	30	35

5 kg d'N/ha par talle supplémentaire.

## PARAMÉTRAGE DE LA MÉTHODE DU BILAN SUR LES CIVE

$$X = [Pf - Pi - Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + Mr + Mpro1 + Mpro2 + Nirr + Xpro]$$

### Rf : Azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

Référentiel en page 100 de la brochure NS / Rf par type de sol

(même ordre de grandeur que les données de la modalisation)

Épaisseur du sol	Sol léger	Sol limoneux	Sol argileux	Sol calcaire
	Arg < 15%	15% < Arg < 30%	Arg > 30%	
	L < 45%	L > 45 %		
	CaCO <sub>3</sub> < 10%	CaCO <sub>3</sub> < 10%		CaCO <sub>3</sub> > 40%
Sol superficiel (0 à 30 cm)	5	10	15	15
Peu profond (0 à 60 cm)	10	15	20	20
Profond (0 à 90 cm)	15	20	30	30
Très profond (0 à 120 cm)	20	30	40	40

Source : AZOBIL © INRA, 2012

## PARAMÉTRAGE DE LA MÉTHODE DU BILAN SUR LES CIVE

$$X = [Pf - Pi + Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + Mr + Mpro1 + Mpro2 + Nirr + Xpro]$$

Mh : minéralisation de l'humus (CIVE d'hiver)

Mhp : Minéralisation due à un retournement de prairie (CIVE d'hiver)

- Calcul des Jours Normalisés (effet des JN sur la minéralisation)
  - JN moyen des CIVE précoce (entre semis et date de récolte)
  - JN moyen des CIVE tardive (entre semis et date de récolte)
  - JN du blé tendre d'hiver (entre le semis et la fin d'absorption d'azote du blé)
  - JN annuel
- Fraction minéralisée pendant le temps de présence de la CIVE
  - coefficient d'estimation de la minéralisation par rapport aux JN du blé = **JN CIVE / JN blé**
  - coefficient d'estimation de la minéralisation par rapport aux JN annuels = **JN CIVE / JN annuel**

CIVE d'hiver Précoce		CIVE d'hiver tardive	
Coefficient par rapport au blé	Coefficient « temps » (moyenne annuelle)	Coefficient par rapport au blé	Coefficient « temps » (moyenne annuelle)
0,4	0,2	0,6	0,3

## PARAMÉTRAGE DE LA MÉTHODE DU BILAN SUR LES CIVE

$$X = [Pf - Pi + Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + \mathbf{Mr} + Mpro1 + Mpro2 + Nirr + Xpro]$$

### Mr : Minéralisation des résidus de la culture qui précède la CIVE

Mr CIVE = Mr « ouverture du bilan en sortie d'hiver » – Mr « ouverture du bilan début avril »

Nature du précédent	Sortie Hiver	Avril	Mr CIVE (Kg N/ha)
Betterave	20	10	10
Carotte	10	0	10
Céréales pailles enfouies	-20	-10	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0	0
Colza	20	10	10
Endive	10	0	10
Féverole	30	20	10
Lin fibre	0	0	0
Luzerne (retournement fin été/début automne) : année n+1	40	30	10
Luzerne (retournement fin été/début automne) : année n+2	20	20	0
Maïs fourrage	0	0	0
Maïs grain	-10	0	-10
Pois protéagineux	20	10	10
Prairie	0	0	0
Pomme de terre	20	10	10
Tournesol	-10	0	-10
Ray-Grass dérobé	-10	0	-10
Soja	20	10	10

## PARAMÉTRAGE DE LA MÉTHODE DU BILAN SUR LES CIVE

$$X = [Pf - Pi + Rf - L] - [Ri + Mh + Mhp + Mr + Mpro1 + Mpro2 + Nirr + Xpro]$$

### Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO (CIVE d'hiver)

**Mpro 1** : Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°1 apporté avant l'ouverture du bilan

**Mpro 2** : Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°2 apporté après l'ouverture du bilan

**Xpro** : Azote de la fraction minérale d'un PRO apporté après la date d'ouverture du bilan

**Xa** : Effet azote direct d'un produit organique

- Variabilité en fonction de la date d'apport du PRO : avant ou après la date d'ouverture du bilan
- Apport de PRO après l'ouverture du bilan : **Mpro 2 et/ou Xpro** → « coeff blé » ou « coeff. temps »
- Apport de PRO avant l'ouverture du bilan : **Mpro 1 et/ou Xa** → « coeff blé » ou « coeff. temps »

CIVE d'hiver Précocé		CIVE d'hiver tardive	
Coefficient par rapport au blé	Coefficient « temps » (moyenne annuelle)	Coefficient par rapport au blé	Coefficient « temps » (moyenne annuelle)
0,4	0,2	0,6	0,3

# CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

## CONCLUSIONS

- Risques « Nitrates » surtout sur les CIVE d'hiver (surfertilisation / plus de risque de pertes de N)
- Possibilité d'adapter l'approche aux CIVE d'été (Rf, Mr, Mpro, etc.)
- Nécessité de prendre en compte la succession des bilans (réaliser un second bilan azoté différent sur la culture principale implantée après la CIVE)

## PERSPECTIVES

- Améliorer l'estimation des besoins azotés des CIVE d'été / Utiliser la même approche que pour les CIVE d'hiver
  - Données d'essais à acquérir
- Travailler sur l'estimation des besoins des CIE constitué de mélanges de couvert