



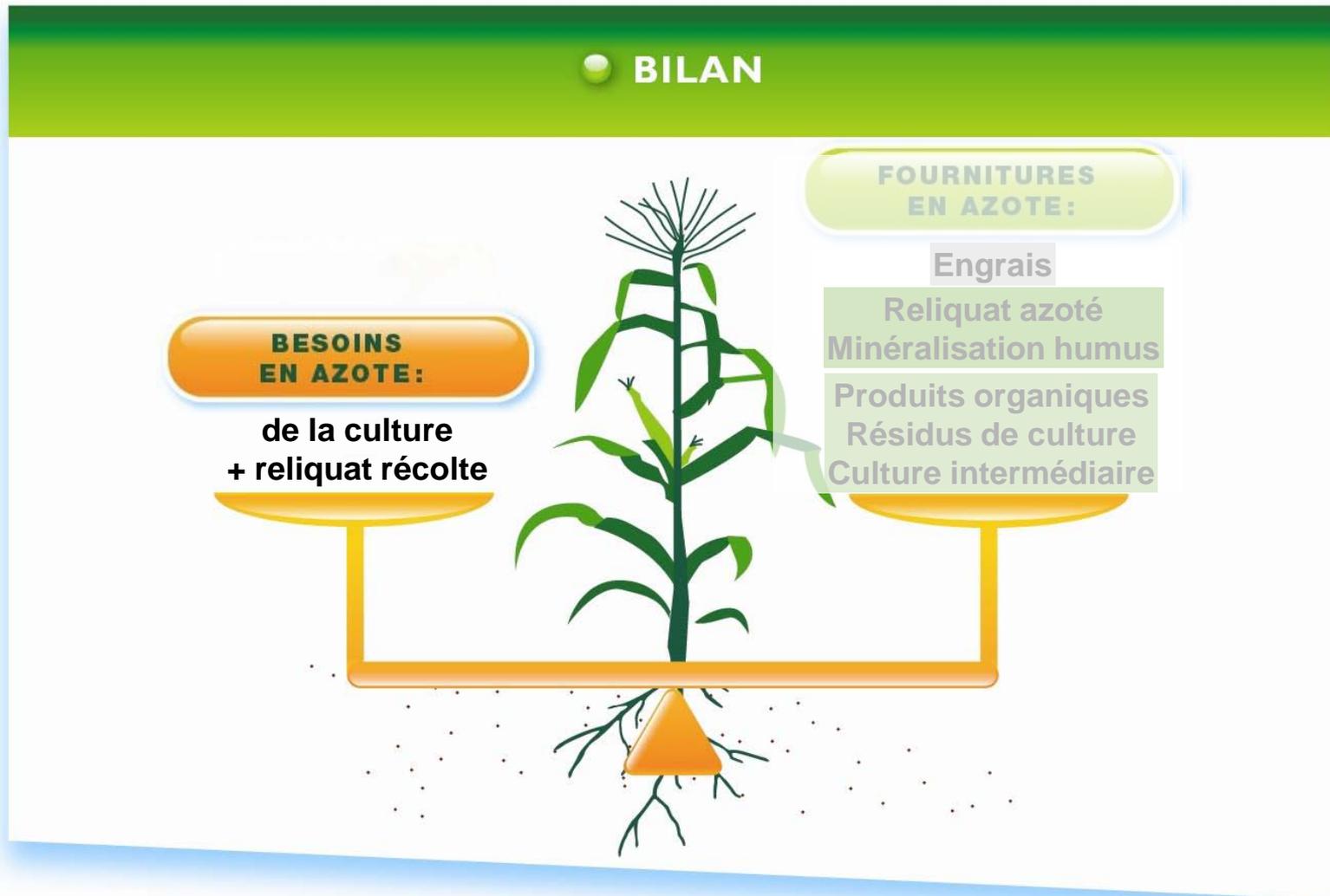
Références nationales et régionales pour les outils

J-M. Machet, J-P. Cohan, M-L. Burtin, J. Grall,
M. Hervé, C. Van Laethem, D. Leduc, C. Le Souder,
N. Damay, M. Wagner, J-L. Julien

Les points abordés

- Les principaux paramètres de la méthode du bilan :
 - Paramètres génériques, issus de références nationales
 - Paramètres susceptibles d'adaptations régionales
- Illustrations à partir de cas concrets :
 - Les besoins des plantes
 - Les fournitures du sol
 - Les fournitures des produits organiques
- Discussion avec la salle

L'équilibre de la fertilisation azotée



Les besoins en azote des cultures (Pf)

- Les besoins en azote de la culture doivent permettre :
 - Soit une **biomasse non limitante**
 - Soit un objectif de **production quantitatif et qualitatif**
 - Et limiter les **impacts environnementaux**
- 2 approches pour estimer les besoins :
 - **Besoin lié à un objectif de rendement** pour une qualité donnée.
 - **Besoin prévisionnel par unité de surface.**
- Origine des références : les instituts techniques.

Les besoins en azote des cultures (Pf)

Besoins calculés

- Pour les cultures dont la production dépend de l'azote absorbé (céréales, colza...) :

$$\text{Pf : Besoins en azote de la culture} = \text{objectif de rendement} \times \text{besoin par unité de production}$$

- Détermination d'un **objectif de rendement**
 - L'objectif doit être un **rendement réaliste**
 - Fonction du potentiel de la parcelle approché par :
 - Moyenne des **5 dernières années moins les extrêmes.**
- **Besoin en azote par unité de production**
 - Défini par les instituts techniques

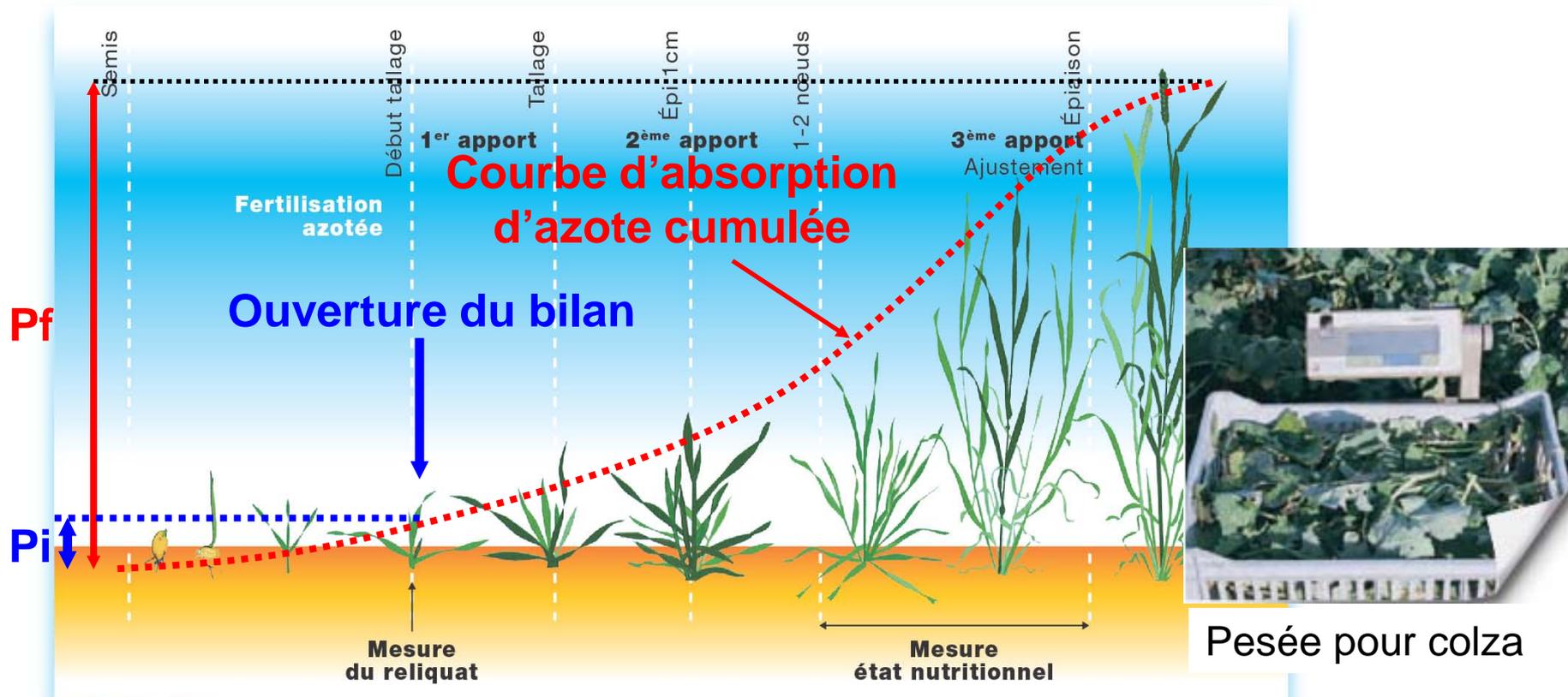
Les besoins en azote des cultures (Pf)

Besoin en azote forfaitaire

- Cas de la betterave, cultures légumières de plein champ,...
- Valeur moyenne validée par les instituts techniques :
 - en conditions expérimentales au champ,
 - besoin en azote peut être adapté à la durée du cycle végétatif de la culture (cas de la pomme de terre).

Azote déjà absorbé à l'ouverture du bilan (Pi)

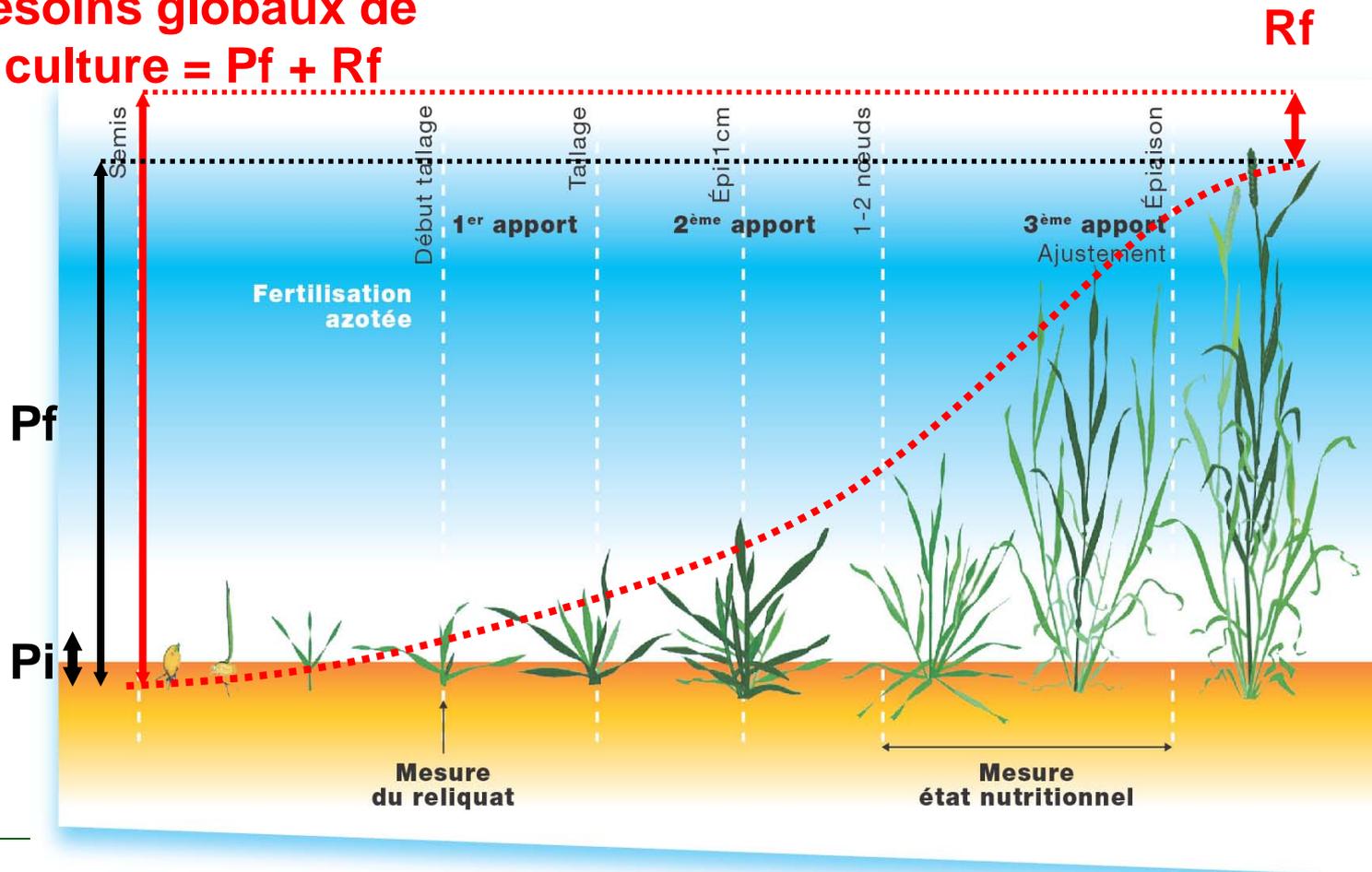
- Poste pour les cultures d'hiver (céréales, colza)
- La quantité d'azote absorbé est proportionnelle à la biomasse formée.
- Cet azote est déduit du besoin d'azote total.



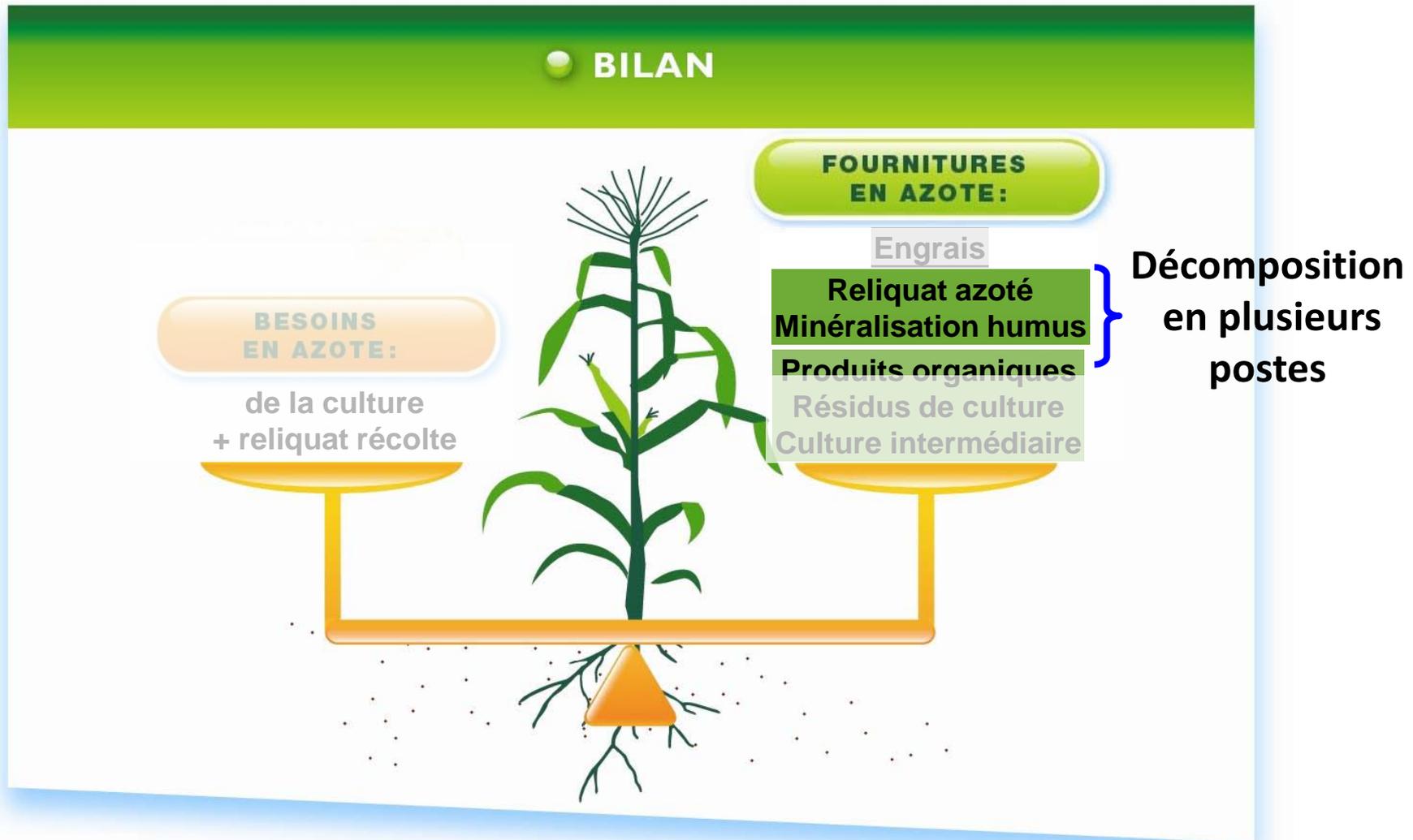
Reliquat à la fermeture du bilan (Rf)

- Pour toutes cultures
- Cet azote est ajouté au besoin d'azote total.

Besoins globaux de la culture = Pf + Rf

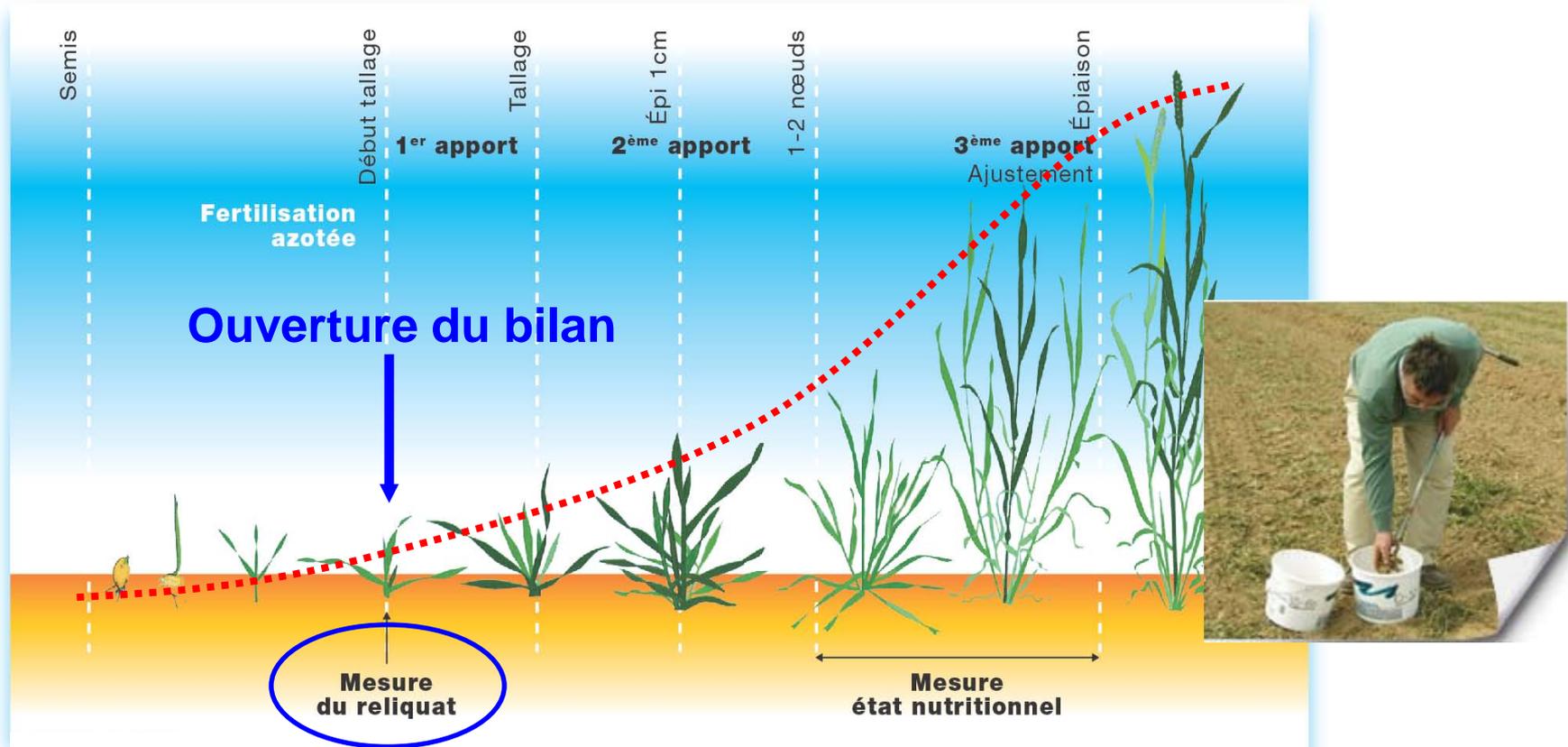


Les fournitures du sol



Les fournitures du sol : Le reliquat azoté (Ri)

Cet azote minéral est disponible pour la culture

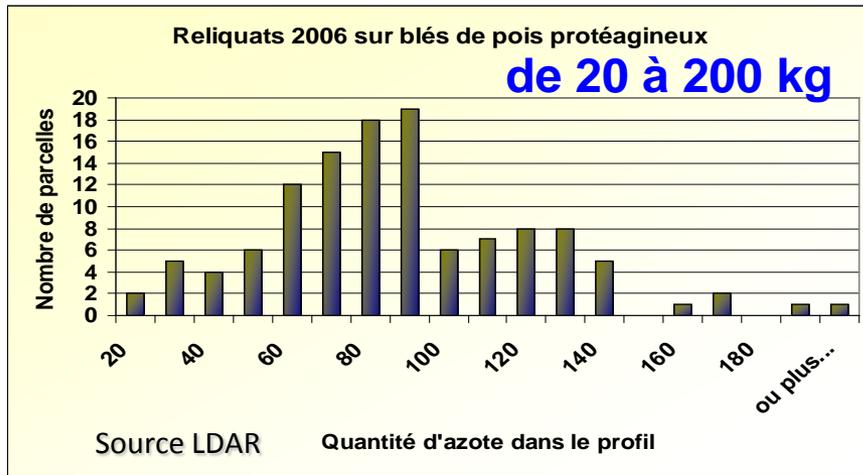


Ri = azote minéral présent dans le sol dans la zone exploitée par les racines à l'ouverture du bilan

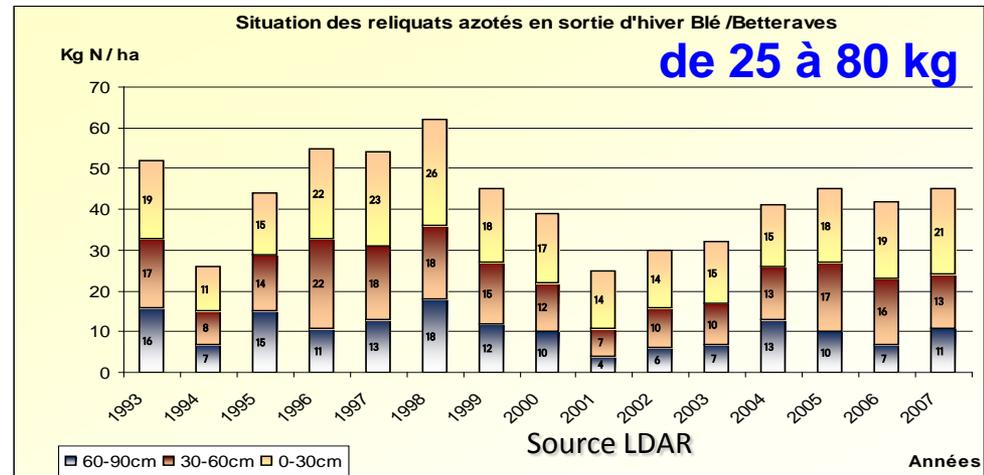
Variabilité du reliquat d'azote à l'ouverture du bilan (Ri)

- Reliquat parfois très variable pour une même situation :

Selon les parcelles, une même année



De la valeur moyenne selon les années



- Reliquat moins variable :

- cas du colza...
- sols peu profonds...

L'estimation du reliquat azoté (Ri)

- **Mesure à la parcelle** : prélèvement de sol à l'ouverture du bilan sur la profondeur d'enracinement.
- **Reliquat « moyen »** : synthèse par situations types des reliquats mesurés.
- **Reliquat forfaitaire** : lorsque le reliquat est faible et peu variable (sols peu profonds..., colza...)
- **Modèles d'estimation** du reliquat



Synthèse des reliquats azotés moyens mesurés sur le département de l'Aisne en sortie hiver 2010

Attention, ces valeurs sont des moyennes indicatives. Des écarts importants peuvent être observés entre les parcelles.
SOLS PROFONDS (limons moyens profonds, limons moyens sableux, limons argileux profonds, limons argilo-sableux)

culture en place / précédent	nombre parcelles	reliquat d'azote minéral (kg N/ha)				nombre parcelles	reliquat 90-120 cm
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	TOTAL		
blé / céréales pailles enlevées	40	15	10	16	41	1	10
blé / céréales pailles enfouies	72	15	11	15	41	5	8
blé / betteraves	346	14	9	8	31	15	4
blé / colza	204	17	12	15	44	2	10
blé / pois et haricots de conserve	17	17	21	41	79	---	---
blé / pois protéagineux	41	19	14	23	56	2	29

Fournitures d'azote : minéralisation de l'humus (Mh)

Minéralisation de l'humus,
fonction du climat

=

teneur en
azote
organique de
la couche
minéralisante

x

potentiel de
minéralisation

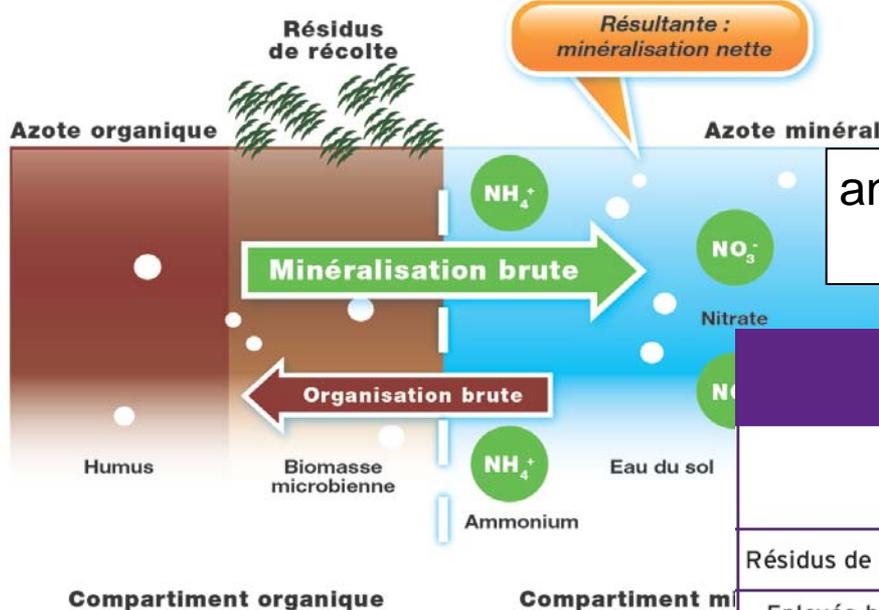
=

Taux de
minéralisation

x

Effet
système

PROCESSUS DE MINÉRALISATION ET D'ORGANISATION



analyse de
terre

Fonction des
teneurs en argile
et calcaire du sol

Fréquence des apports organiques exogènes et type de produit

	Jamais	5-10 ans		3-4 ans		1-2 ans		Facteurs multiplicateurs en +	
		A	BC	A	BC	A	BC	Retour-prairie	CI
Résidus de récolte		A	BC	A	BC	A	BC		
Enlevés-brûlés	0,80	0,95	0,90	1,00	0,95	1,05	1,00	1,1	En cours d'étude
Enfouis 1/2	0,90	1,00	0,95	1,05	1,00	1,10	1,02	1,1	
Enfouis 1/1	1,00	1,05	1,00	1,10	1,02	1,20	1,05	1,1	

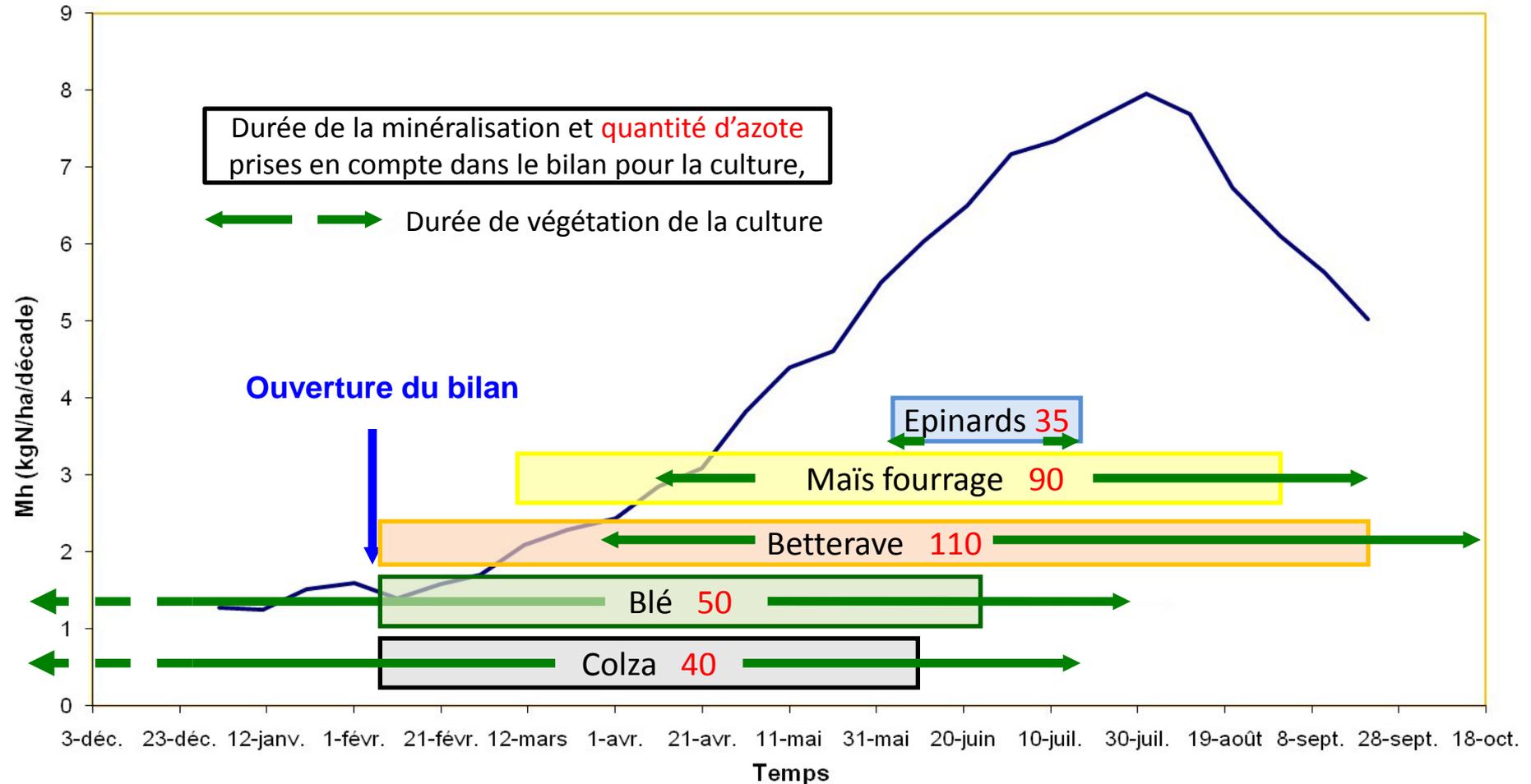
Types de produits : A = fumiers et composts (décomposition lente) ; B et C = autres, ainsi que les fumiers de volaille (décomposition rapide). Dans le cas où plusieurs types de produits sont apportés (des A et des BC), alors on privilégie les types A. CI = couverts intermédiaires.
Tableau 2 : Valeurs du facteur système FSyst selon différents systèmes de cultures.

Source : ARVALIS - Institut du végétal

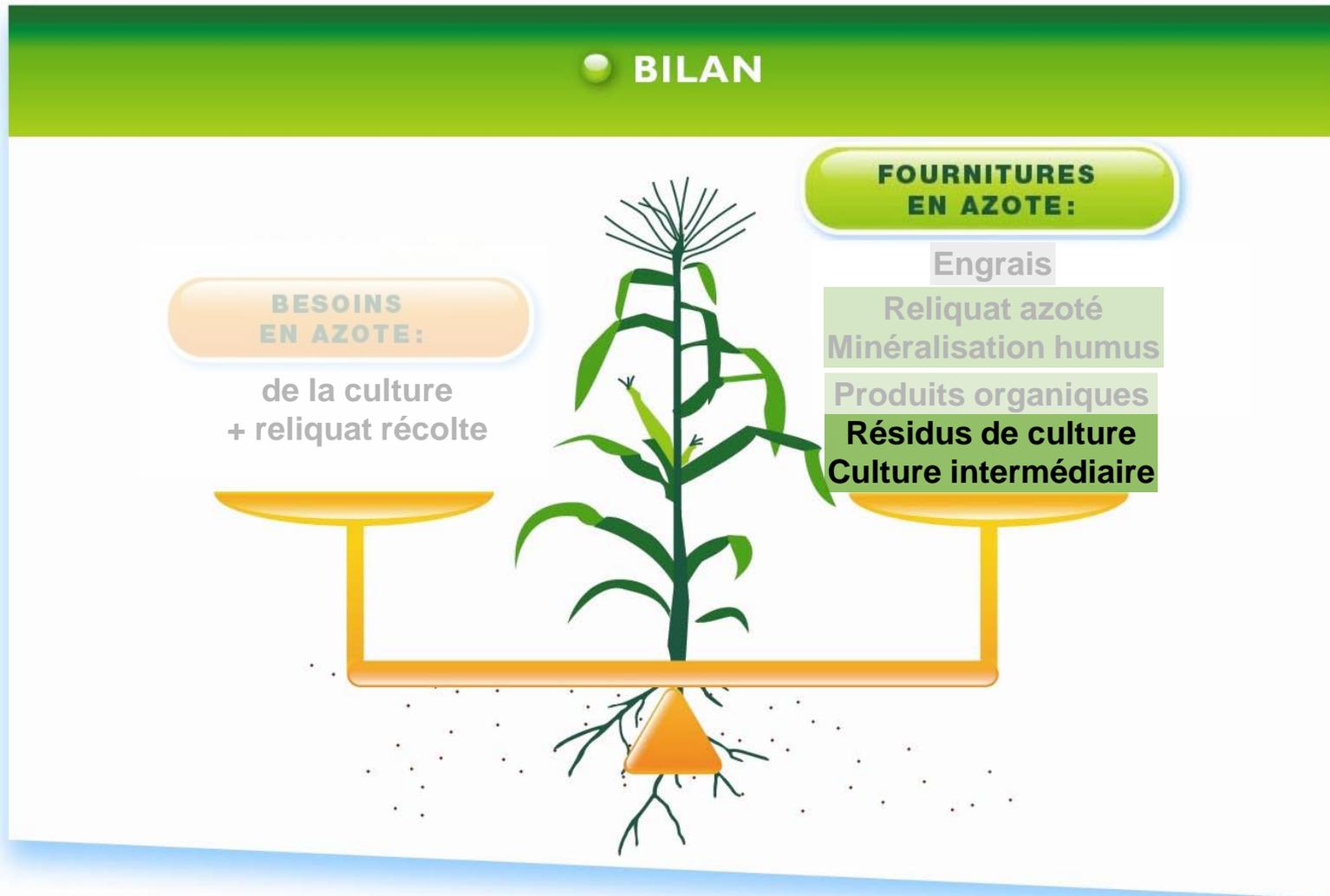
Processus de minéralisation et d'organisation suite à l'enfouissement de résidus de récolte suffisamment bas pour générer un flux nette de l'azote organique.

Prise en compte de la minéralisation basale d'un sol

Minéralisation basale d'un sol de limon moyen profond,
Climat moyen de Roupy (02), en kg de N / ha / décade



Minéralisation des résidus de culture (Mr) et/ou cultures intermédiaires (MrCi)



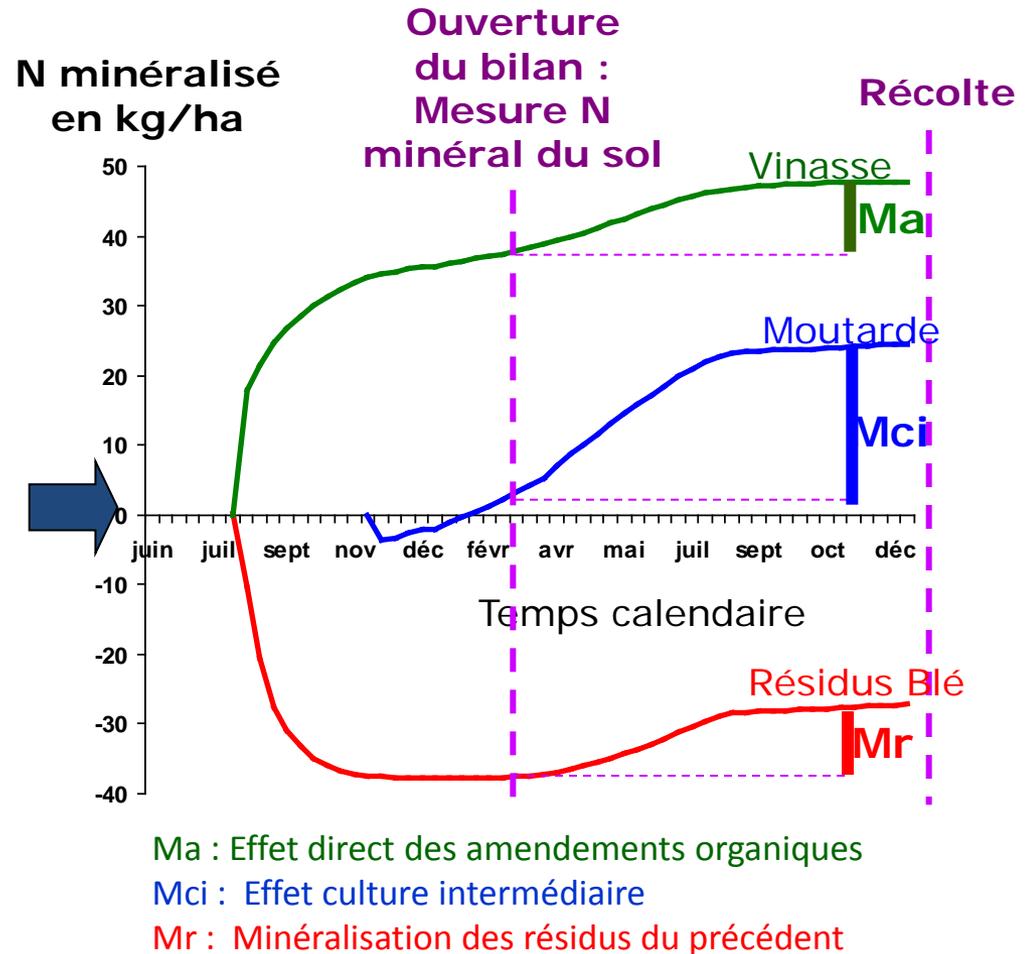
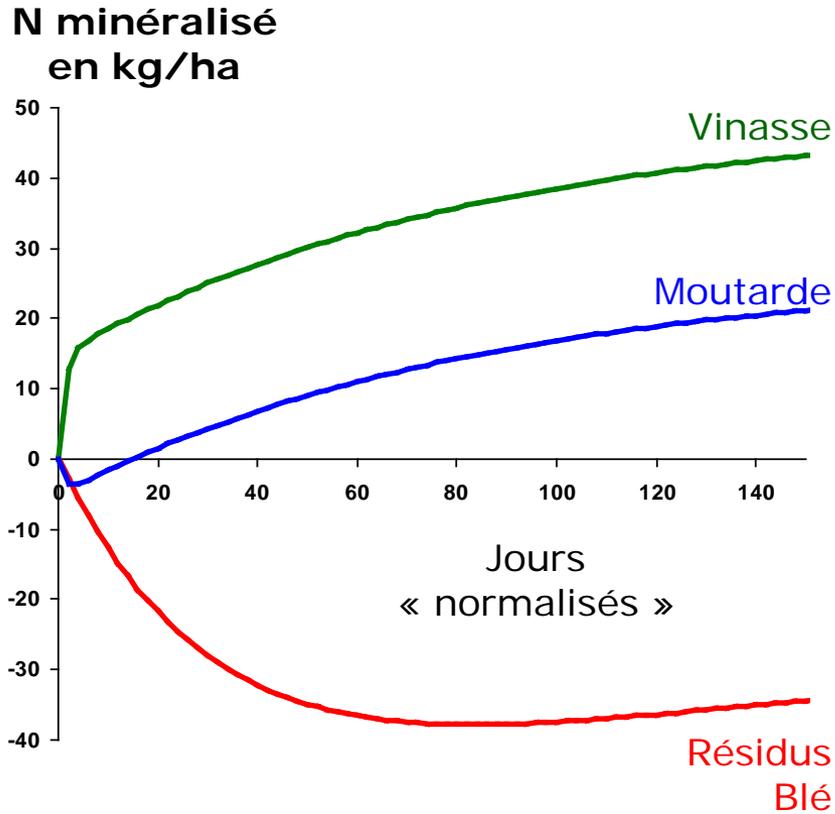
Minéralisation des résidus de culture (Mr) et/ou cultures intermédiaires (MrCi)

- **Modélisation** de la décomposition dans le sol des résidus des cultures précédentes : ils immobilisent et / ou libèrent de l'azote



Source : modèle issu de Justes et al. 2009 (modèle issu de Justes et al. 2009
(5 tMS/ha de pailles de blé enfoui avec un C/N = 85).

Principe de prise en compte de la décomposition de sources organiques



Valorisation opérationnelle

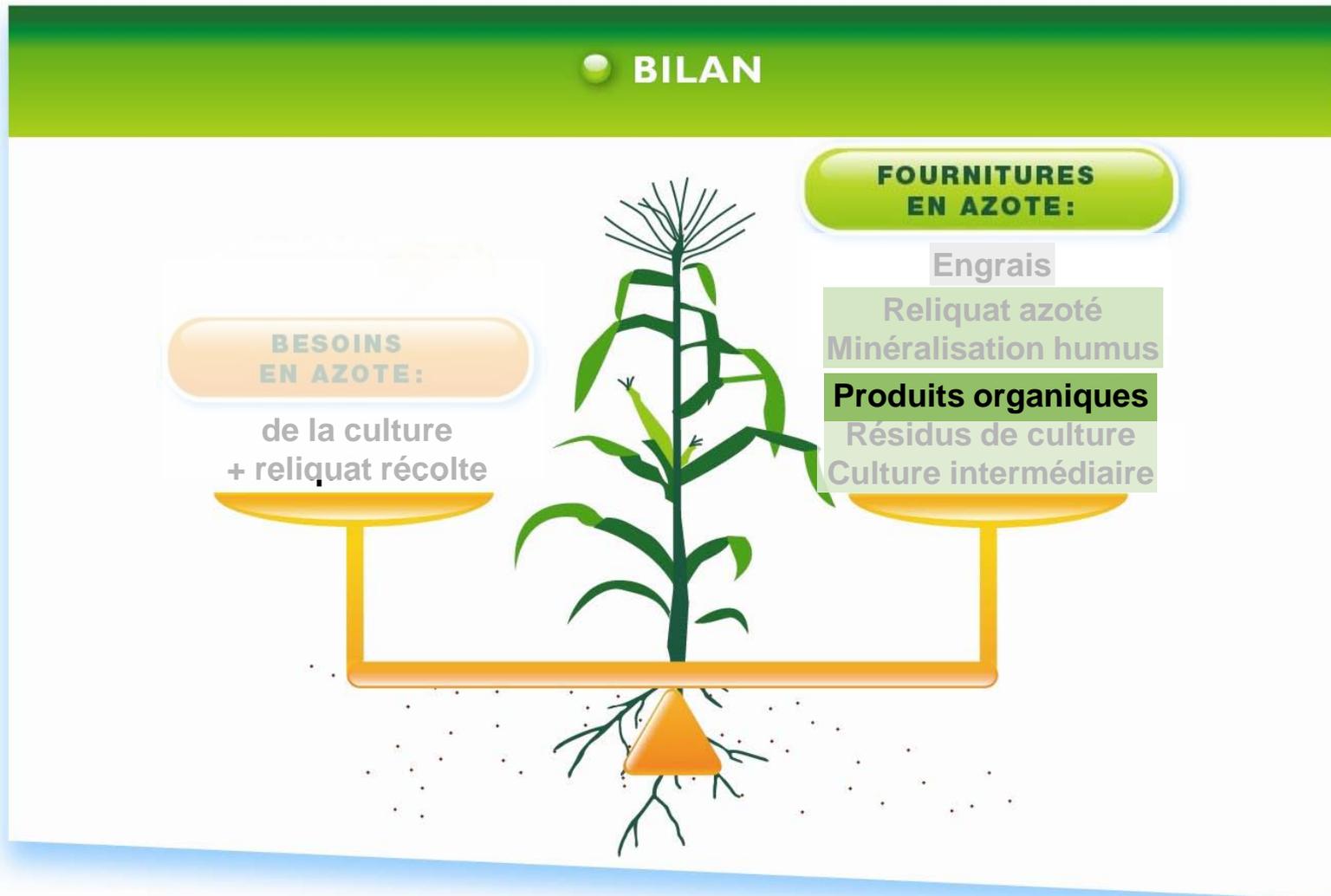
- Soit dans les outils dynamiques
- Soit dans des tables de références

Exemple de la contribution des cultures intermédiaires

		Date d'ouverture du bilan prévisionnel			
		Février (betterave, céréales de printemps,...)		avril (Maïs, pomme de terre,...)	
		Date de destruction de la CI		Date de destruction de la CI	
Espèce	Niveau de croissance (1)	Novembre à décembre	Janvier et au delà	Novembre à décembre	Janvier et au delà
Seigle et phacélie	Faible ou moyen	0	5	0	5
	Élevé	10	10	5	10
Ray-grass italien et autres graminées	Faible ou moyen	10	15	5	10
	Élevé	15	20	10	15
Crucifères	Faible ou moyen	10	15	0	10
	Élevé	15	20	5	15
Légumineuses	Faible ou moyen	25	30	20	25
	Élevé	30	30	30	30

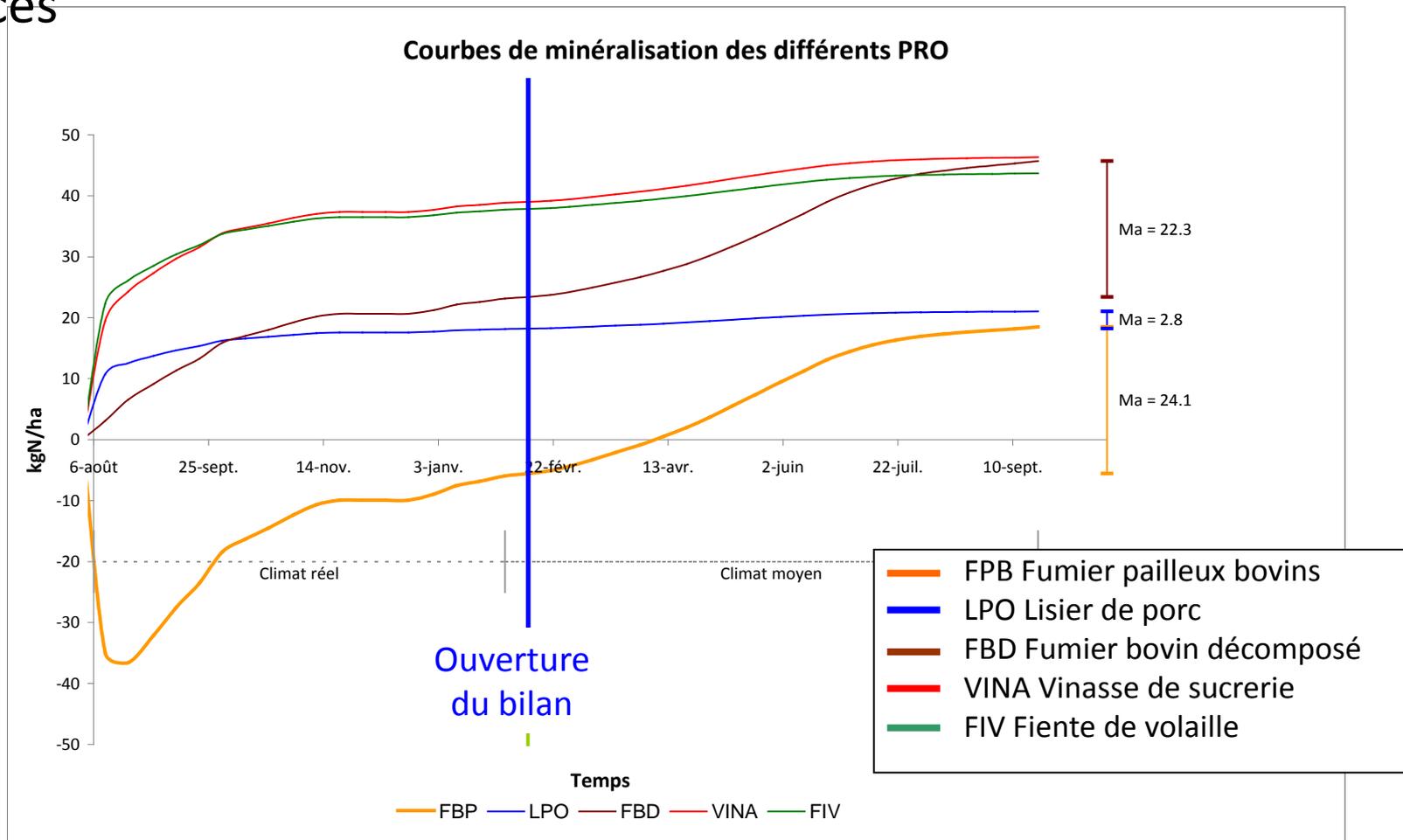
Tableau 7 : Poste MrCi (kgN/ha) en fonction de la nature des résidus de la culture intermédiaire. (1) un niveau de croissance élevé se caractérise par une biomasse des parties aériennes supérieure à environ 3,0 t ms/ha. Sources : ARVALIS - Institut du végétal.

Minéralisation des produits organiques



Décomposition des Produits organiques

- Leur décomposition peut se raisonner comme celle des résidus,
- Et être valorisée dans les outils dynamiques et des tables de références



L'origine des références : une clarté nécessaire

La méthode du bilan nécessite souvent des adaptations locales :

- En priorité, utiliser **les références nationales validées**,
- Pour utiliser des **références locales**, il faut **démontrer leur validité** :
- **Expliciter les bases agronomiques** :
 - Enoncer les hypothèses et les estimations retenues,
 - Publier les modalités d'acquisition des références (voir les cas concrets)
- Préciser le **domaine de validité des références** :
 - Indiquer la région, le type de sol, le système de culture, l'année...
 - Situer la valeur de référence par rapport à la variabilité expérimentale.
- **Evaluer les références et les préconisations qui en découlent** :
 - Les outils opérationnels, et les références associées, résultent in fine d'un compromis entre la précision du conseil, la facilité de mise en œuvre et les risques encourus vis-à-vis de la production et de l'environnement.