



LES PERTES D'AZOTE PAR LIXIVIATION DANS LES ROTATIONS CEREALIERES AVEC COLZA

REAU Raymond
BOUTHIER Alain
CHAMPOLIVIER Luc

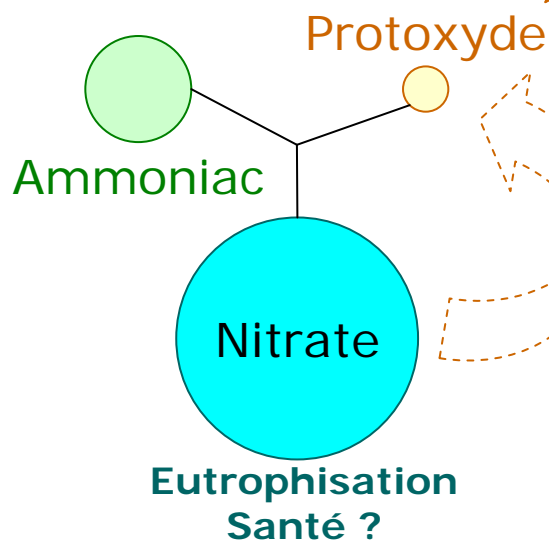
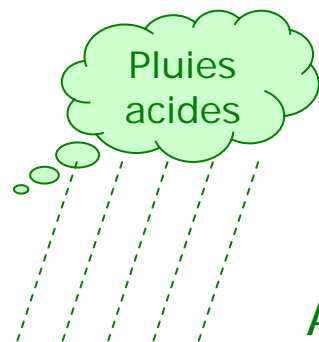
INRA
ARVALIS Institut du V.
CETIOM



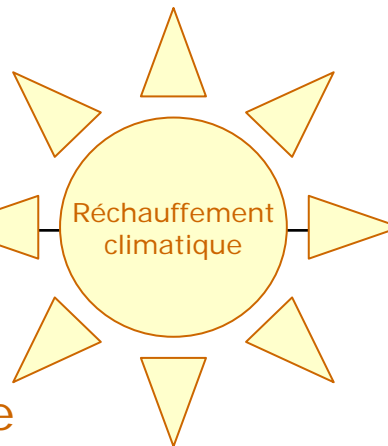
Plan

- Enjeux de la maîtrise des pertes d'azote
- Mesures de pertes de nitrate en rotation céréalière avec colza
- Indicateurs et modèles pour les estimer
- Comment gérer l'azote dans ces rotations

Les enjeux des pertes d'azote

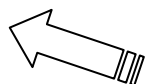


Réchauffement climatique

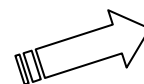


Bilan énergétique

Economie



Production Engrais N



Bilan énergétique



Document CORPEN

Indicateurs Azote

- **GROUPE AZOTE / INDICATEURS – 2006**
- **CORPEN**
- **COMITE D'ORIENTATION POUR DES PRATIQUES AGRICOLES RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT**

- **Des indicateurs AZOTE**
- **pour gérer des actions de maîtrise des pollutions**
- **à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire**

- **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE**
- **MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE**



Les pertes d'azote sont variables ! Comment les estimer ?

Indicateur	Utilisation courante	Echelle	Source
Dose totale d'engrais	Emissions de N ₂ O	Nation Région	GIEC (IPCC)
Ecart Apports – Exportation	Solde CORPEN Excédent structurel	Exploit. agricole	CORPEN
Modèle + ou - dynamique	Pertes de nitrate	Parcelle	INRA ICTA AGT



Une difficulté pour valider le solde azote Apports-Exports avec de cultures d'hiver

- Le solde azote est un outil permettant d'estimer l'équilibre d'alimentation en azote d'UNE culture
- Les pertes d'azote avec cultures d'hiver sont affectées à une succession de DEUX cultures (ex: colza-blé) car ils ne peuvent pas être affectées par culture

Expérimentation du Magneraud

Rotation Colza Blé 1998-9 à 2000-1

Conduite	Fertilisation azotée	Interculture Colza / Blé	Semis du blé	Travail du sol	Dose N Kg N/ha		Rdt Moyen q/ha	
					Colza	Blé	Colza	Blé
N2_SN_L	Raisonnée	Sol Nu	Normal	Labour	183	193	27.8	97.6
N2_Rp_L1	Raisonnée	Repousses	Normal	Labour	192	183	33.4	96.7
N2_Rp_L2	Raisonnée	Repousses	Normal	Labour	192	187	33.1	96.1
N2_SN_S	Raisonnée	Repousses	Normal	Superficiel	192	183	30.6	98.8
N2_RpP_L	Raisonnée	Repousses	Précoce	Labour	216	177	33.8	90.3
N3_SN_L	Renforcée	Sol Nu	Normal	Labour	261	227	31.9	100.3
N3_Rp_L	Renforcée	Repousses	Normal	Labour	269	217	29.4	95.5



Dynamique des pertes dans une rotation céréalière avec colza



Carte de France des expé. système avec mesure de perte de nitrate

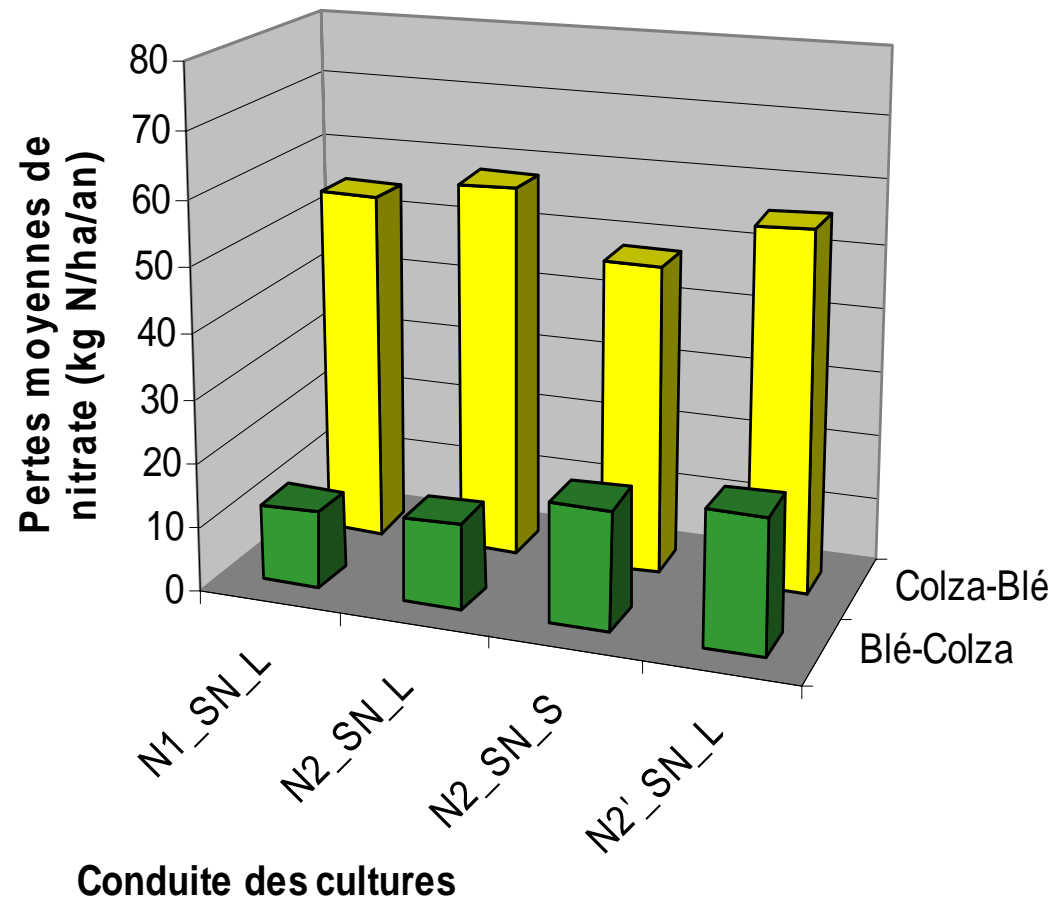
Analyse des résultats du Magneraud (1)

LE MAGNERAUD Phase 1	Drainage mesuré mm	Lessivage kg N/ha	Concentration mg NO3/l
- par année			
1995-96	127	20.6	65.1
1996-97	194	37.0	71.9
1997-98	374	45.7	54.9
<i>Pr > F</i>		0.0074	0.0768
- par succession de cultures			
Colza \ blé		14.8	30.4
Blé \ colza		54.1	97.5
<i>Pr > F</i>		0.0001	0.0001
- par stratégie de gestion de l'azote			
N1_SN_L	F. réduite	33.2	62.9
N2_SN_L	F. raisonnée	35.5	64.4
N2_SN_S	F. raisonnée + T. sup.	33.4	60.3
N2'_SN_L	F. standard	35.7	68.2
<i>Pr > F</i>		0.3499	0.2563
Ensemble des situations		232	34.4.

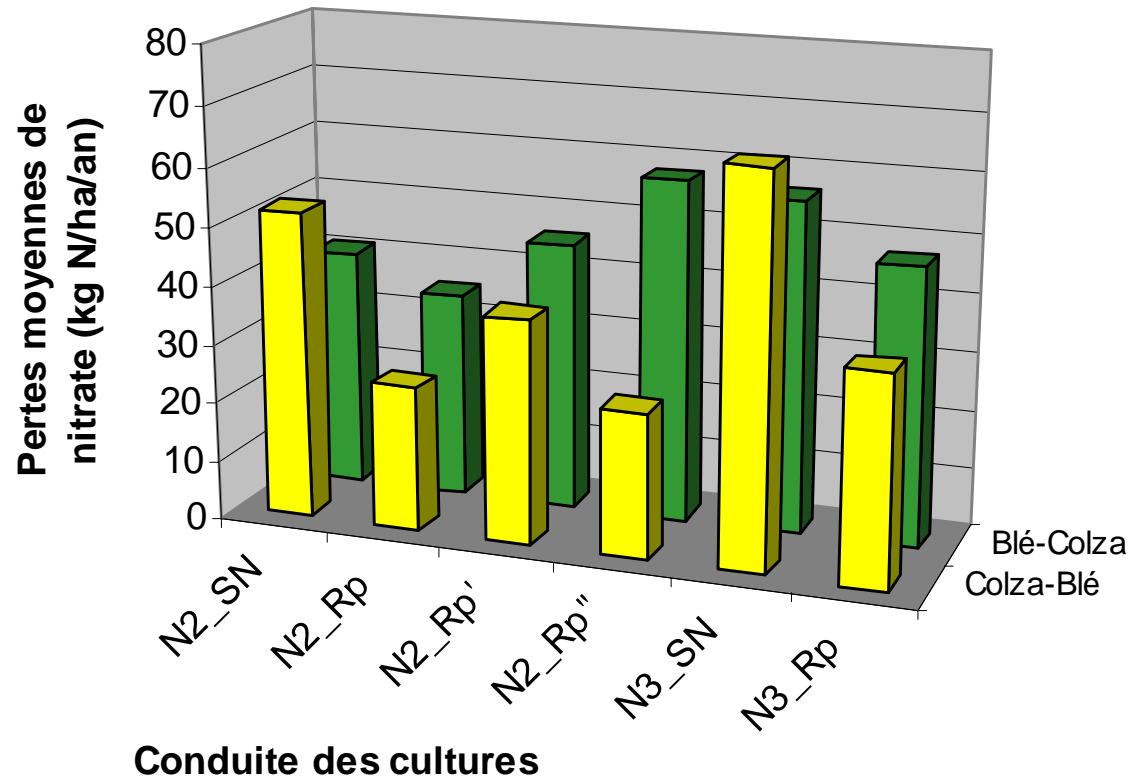
Analyse des résultats de Martincourt

MARTINCOURT	Drainage calculé mm	Lessivage kg N/ha	Concentration mg NO3/l
- par année			
1999-00	359	24.2	59.6
2000-01	580	95.0	71.2
2001-02	425	56.1	58.0
2002-03	265	50.1	90.8
2003-04	193	63.0	135.8
2004-05	103	29.9	124.6
<i>Pr > F</i>		<i><0.0001</i>	<i><0.0001</i>
- par succession de cultures			
Colza \ blé		49.2	86.3
Blé \ colza		56.9	93.7
<i>Pr > F</i>		<i>0.0195</i>	<i>0.286</i>
- par stratégie de gestion de l'azote			
N1_SN_L	Fertilisation réduite	50.3	83.2
N2_SN_L	F. raisonnée	51.9	85.0
N2_Rp_L	F. raisonnée + repousses	43.0	73.7
N3_SN_L	F. renforcée	61.4	104.2
N3_Rp_L	F. renforcée + repousses	58.7	103.9
<i>Pr > F</i>		<i>0.0064</i>	<i>0.165</i>
Ensemble des situations		321	53.0

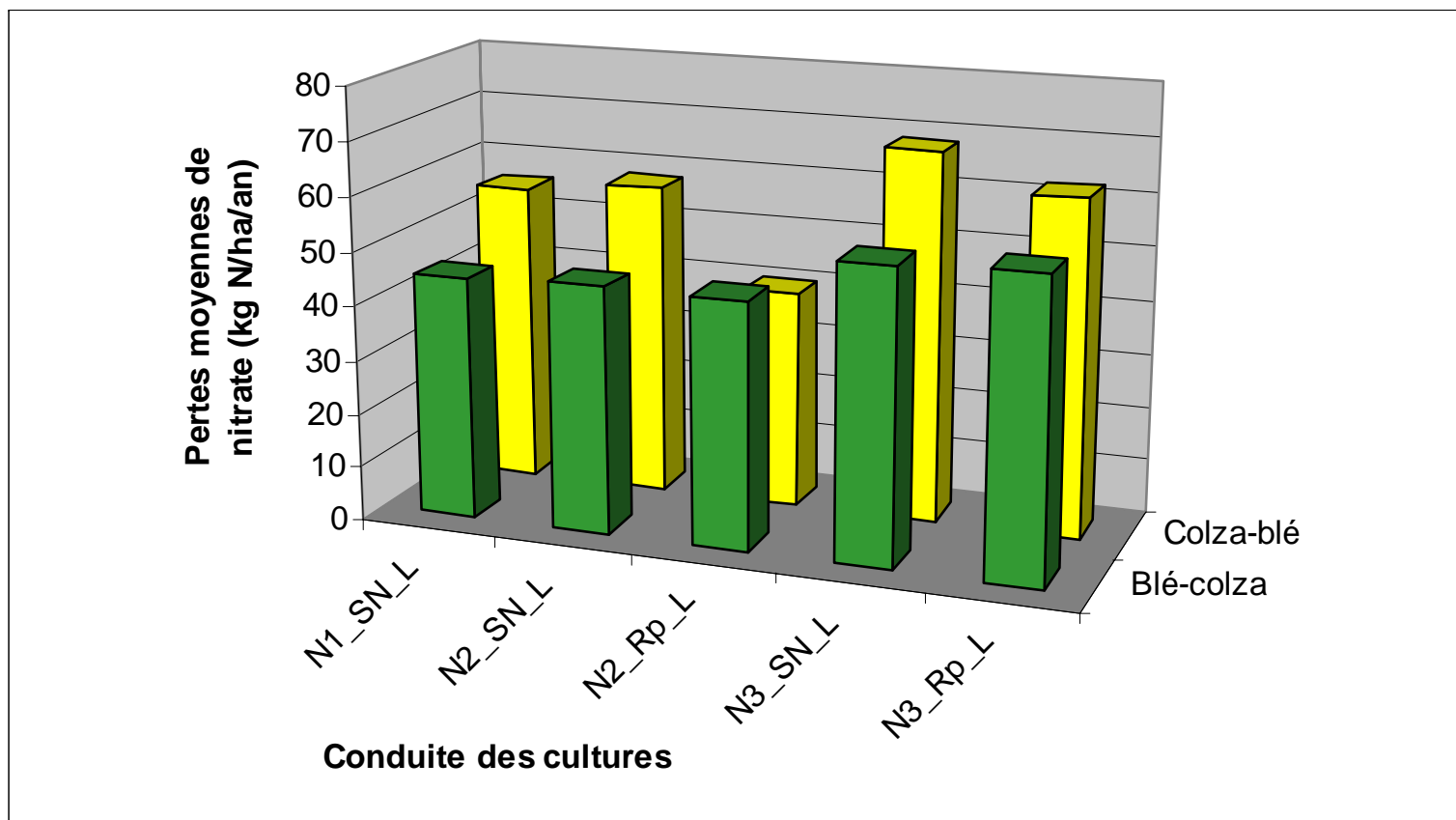
Le Magneraud (1) 1994-5 à 1996-7



Le Magneraud (2) 1998-9 à 2000-1

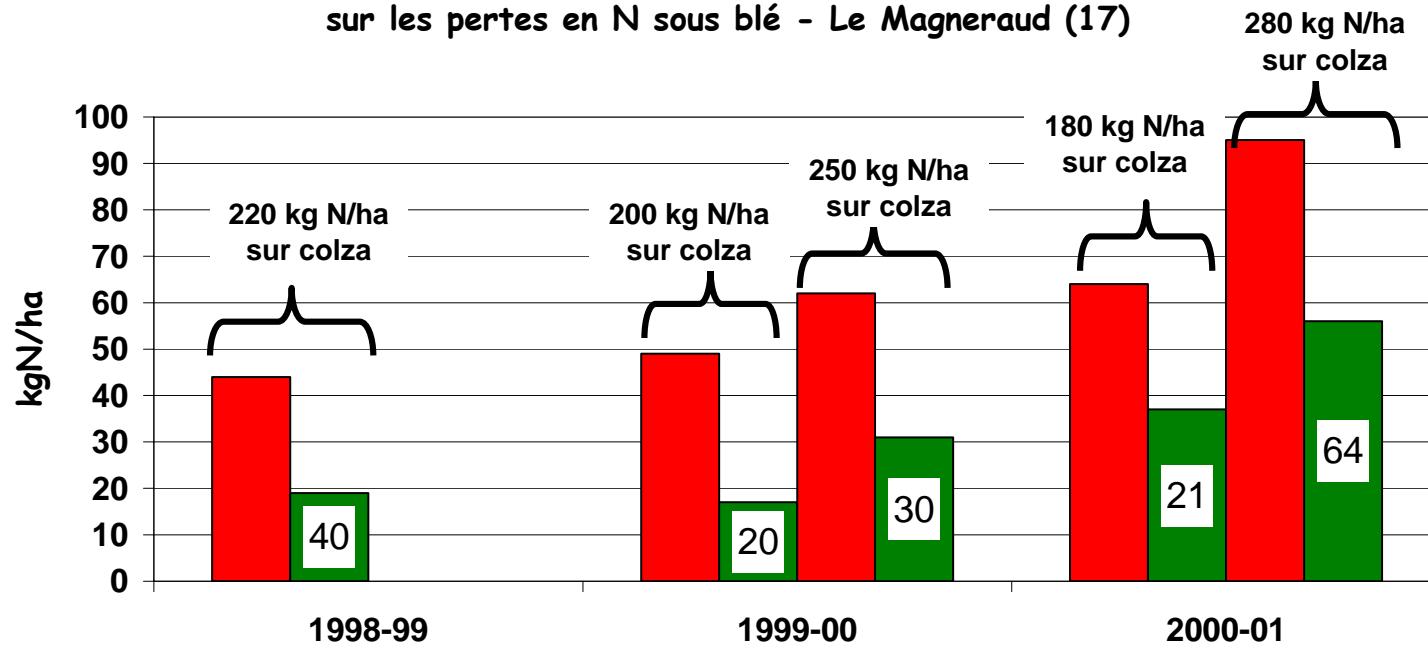


Martincourt 1999-2000 à 2004-5



Gestion de l'interculture après colza

Figure 1: effet du mode de gestion de l'interculture entre colza et blé sur les pertes en N sous blé - Le Magneraud (17)

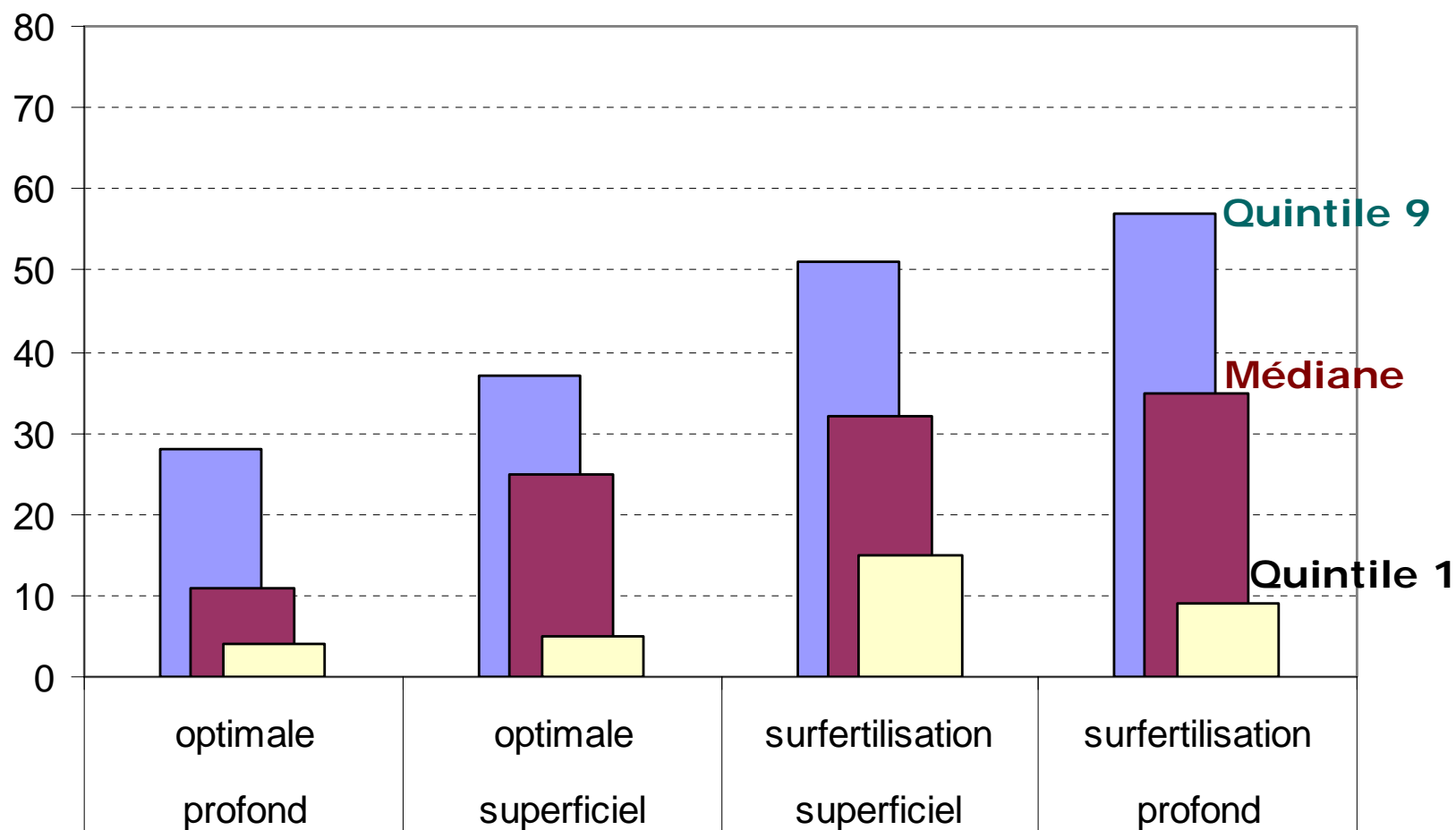


Etiquette: azote absorbé (kg N/ha) par les repousses de colza (parties aériennes), à la destruction

■ Sol nu (1 à 2 déchaumages) ■ Repousses enfouies début octobre au labour

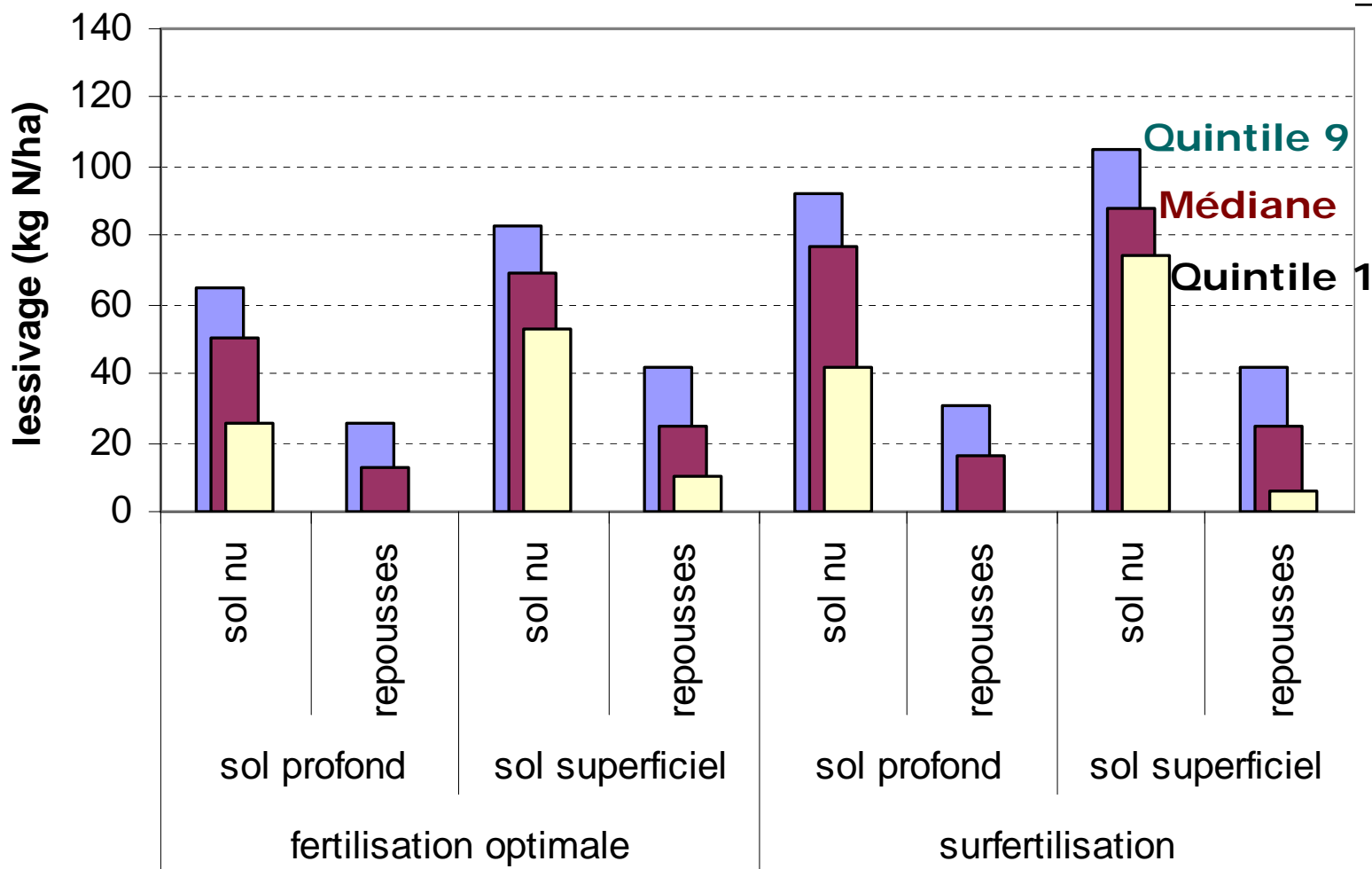
Simulations avec DEAC au Magneraud

Perte de nitrate cumulée sous colza



Simulations avec DEAC au Magneraud

Perte de nitrate cumulée sous blé



Exemple de la culture de colza

Indicateur	Résultat courant	Note	source
Dose totale d'engrais	175 unités		Stat. CETIOM
Ecart Apports – Exportation	70 unités		Stat. CETIOM
Modèle DEAC pertes de nitrate	après Colza : 50 u 30 unités /an sous Colza : 10 u		Simulation Nitrate Magneraud Terresprofonde

Exemple de la culture de colza

Indicateur	Résultat courant	Note	source
Dose totale d'engrais	175 unités		Stat. CETIOM
Ecart Apports – Exportation	70 unités		Stat. CETIOM
Modèle DEAC pertes de nitrate	après Colza : 50 u 30 unités /an sous Colza : 10 u		Simulation Nitrate Magneraud Terresprofonde

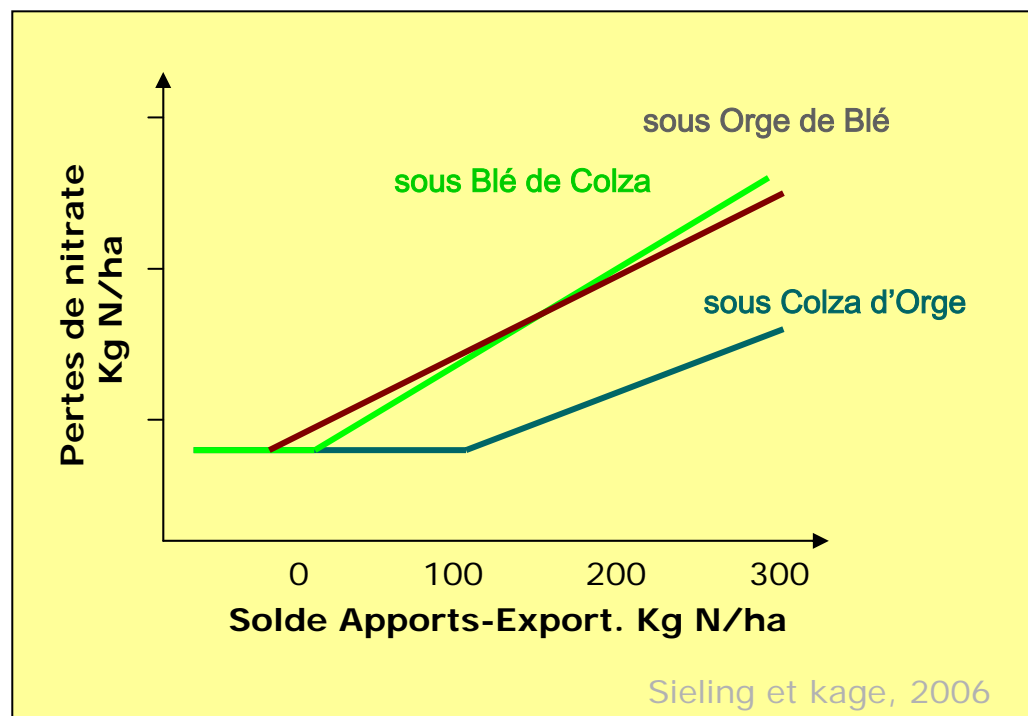
Exemple de la culture de colza

Indicateur	Résultat courant	Note	source
Dose totale d'engrais	175 unités		Stat. CETIOM
Ecart Apports – Exportation	70 unités		Stat. CETIOM
Modèle DEAC pertes de nitrate	après Colza : 50 u 30 unités /an sous Colza : 10 u		Simulation Nitrate Magneraud Terresprofonde

Exemple de la culture de colza

Indicateur	Résultat courant	Note	source
Dose totale d'engrais	175 unités		Stat. CETIOM
Ecart Apports – Exportation	70 unités		Stat. CETIOM
Modèle DEAC pertes de nitrate	après Colza : 50 u 30 unités /an sous Colza : 10 u		Simulation Nitrate Magneraud Terresprofonde

Solde Apports-Exportation et pertes de nitrate après colza



***Le solde azote : un bon outil pour juger des équilibres de fertilisation
Un outil médiocre pour comparer des cultures et des successions***

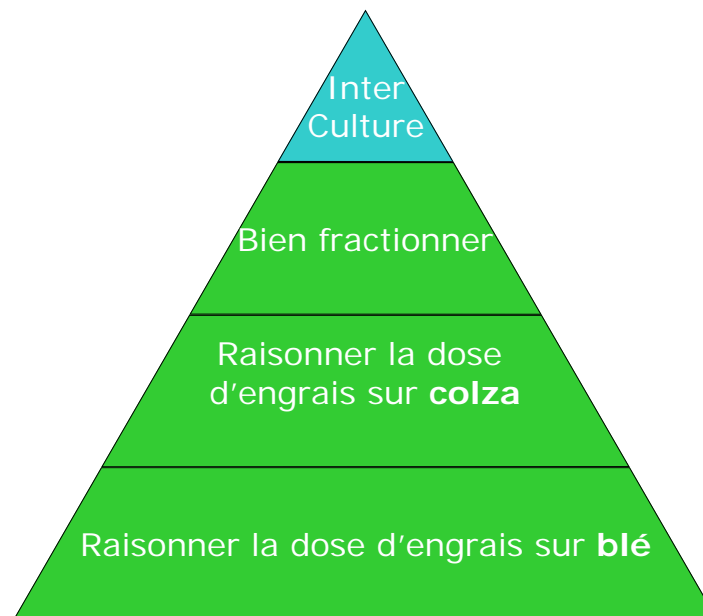


Bilan sur le solde Apports-Exportation à la parcelle en rotation avec C. d'hiver

- Le solde rend compte de l'équilibre de fertilisation de la culture et de son **effet précédent** sur l'azote disponible
- Le solde ne rend pas compte de son **effet suivant** comme l'absorption d'azote
- Il est difficile à valider l'échelle annuelle d'une culture d'hiver

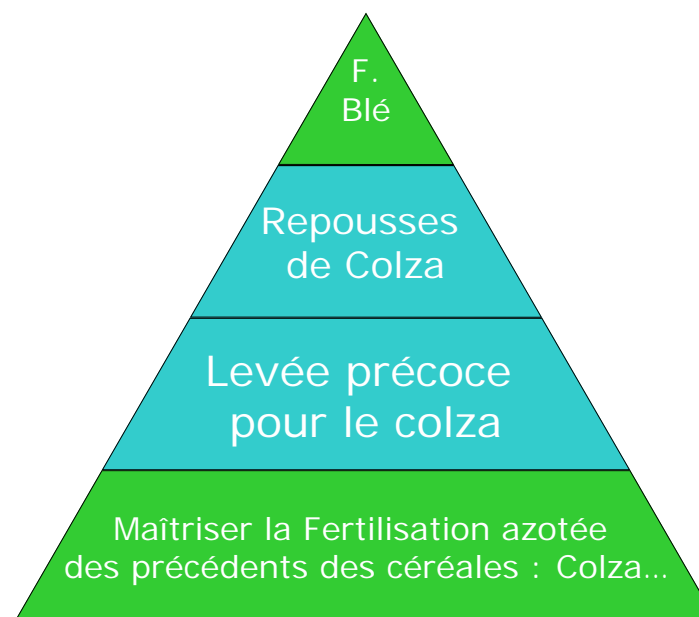
- Conséquence : à utiliser à l'échelle d'une succession de culture, en l'associant avec un indicateur de l'effet suivant des C. d'hiver.

Bien fertiliser les cultures



Gérer l'azote pour réduire les pertes en rotation colza - céréales

Pour réduire les pertes, la gestion de l'azote ne se résume pas à l'optimisation de la fertilisation à l'échelle parcellaire et annuelle.



Le projet AZOSYSTEM



Elaborer un outil de diagnostic sur les émissions d'azote

- multi-impact (émissions vers les eaux (NO_3^-), émissions vers l'atmosphère (NH_3 , N_2O))
- à l'échelle de la parcelle, voire d'un ensemble de parcelles (exploitation, petit territoire), par agrégation
- à l'échelle de la successions de culture
- qui rende compte de l'effet des pratiques culturales (successions pratiquées, itinéraires techniques)
- utilisable dans le cadre des principaux systèmes de culture pratiqués en France (systèmes de grande culture, systèmes avec effluents d'élevage, systèmes légumiers de plein champ)

Afin de quantifier les émissions d'azote pour différents systèmes de culture x contextes, produire des références, identifier les situations à risque, améliorer la gestion de cet élément



Remerciements

- équipes des stations expérimentales du **Magneraud** de Arvalis et du CETIOM,
- équipe de la station expérimentale de **Nancy** du CETIOM à **Nancy**,
- **Dominique Wagner**,
Christine Gigandon, **Sophie Vallade** au CETIOM pour leur contribution à la synthèse des données, sans oublier **Edouard Berthelin** (étudiant).

Financements par **l'agence AGRICE** animée par **l'ADEME**, et par **l'ONIDOL**.