

Systemes de culture autonomes en azote et en energie, realite ou utopie?

Eugene Triboi, Anne-Marie Triboi-Blondel
INRA Agronomie Clermont-Ferrand

Note: Les resultats detailles ont ete proposes pour publication en 2008.
Triboi, E., Triboi-Blondel, A.M., 2008. Biological nitrogen factories as key for future cropping systems. Agri. Ecosyst. Environ.
Triboi, E., Triboi-Blondel, A.M., Beringuer-Minguet, P., 2008. Nitrogen self-sufficient cropping systems: reality or utopia? Field Crop Res.

CONTEXTE

- Productivisme
 - Externalisation
 - Pollution
 - Qualite des produits
- Mondialisation
 - Augmentation de la demande
 - Augmentation des prix
- Changement climatique
 - Adaptation

DEVELOPPEMENT DURABLE

N & ENERGIE

- Renouvellement
 - Autonomie
- ↓
- SYSTEMES de culture et de production performants et durables

AB?

Les Légumineuses : sources d'azote

•Disparition des légumineuses dans les SC: répercussions

S-Luzerne en France: >1.14 millions ha en 1930 // 300 000ha en 2007

perte de 300 000 tonnes d'azote par an

Importation massive de protéines: 80% des besoins (soja):

Environnement: excès – pollution : 835 000 tonnes d'azote par an

Dépendance: 40% de la population mondial et est dépendante de N synthétique

40 à 68% des fermes , l'énergie –engrais est la dépense majoritaire

•Evaluation N organique // N minéral: écologique, énergétique, nutritionnel

•Manque de connaissances pour la gestion de l'azote:

•Combien & quand ?

•Devenir à court et long terme ?

A. Essai de longue durée: 1969 – 1999

L'effet des différentes sources N:

Sol, minéral, LEGUMINEUSES

B. 2000 - 2006

Expérimentation d'un SC autonome en azote (énergie)

ESSAI LONGUE DUREE: 30 ANS

2 types de rotations de 6 ans:

1	2	3	4	5	6
Betterave ^{EV}	Blé	Blé ^{EV}	Maïs/Cz	Blé ^{EV}	Blé/orge
Luzerne	Luzerne	Blé	Maïs/Cz	Blé	Blé/orge

EV (engrais verts: vesce): avec /sans

R (résidus lignifiés des culture): avec /sans

N minéral: avec /sans

$2 * 2 * 2 * 2 = 16$ traitements

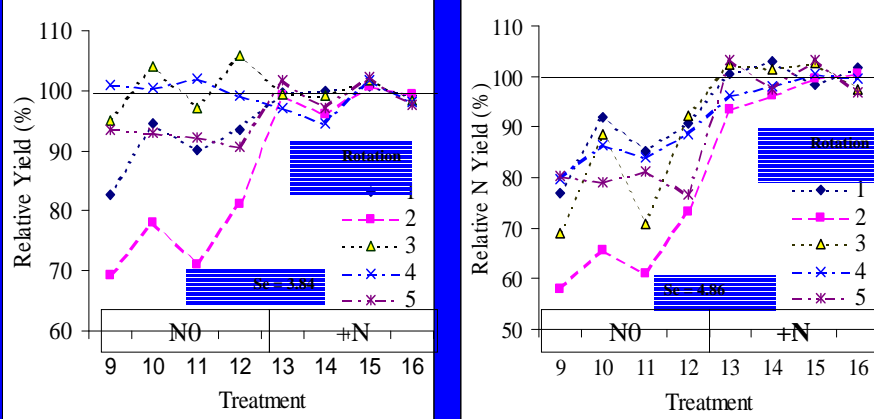
5 rotations de 6 ans = 30 ans

N exported by lucerne and beneficial effect on following cereal crops for five successive rotations in a cropping system with a two-years stands of lucerne followed by four years of cereal crops.

Years of Lucerne stands	N exportation (kg N ha ⁻¹)								Total
	Lucerne cuts			Beneficial effects of Lucerne*					
	Year 1	Year 2	Total	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Total	
1969-1970	347	515	863	67	13	43	28	150	1013
1975-1976	281	453	734	53	60	19	22	152	886
1981-1982	289	385	674	86	98	46	30	258	932
1987-1988	199	355	554	112	18	107	24	260	814
1993-1994	225	396	621	99	44	25	24	190	811
Average	268	421	689	83	47	48	25	202	891
%	39	61	100	41	23	24	12	100	

* The beneficial effects of the two-year lucerne on the following cereal crops was assessed as the difference of above-ground N exportation by the crops between the rotation with a two-year lucerne and the rotation without lucerne, in treatments without N input (C&R)

Relative yield and relative N yield (%) of wheat in treatment with Lucerne as previous crop.



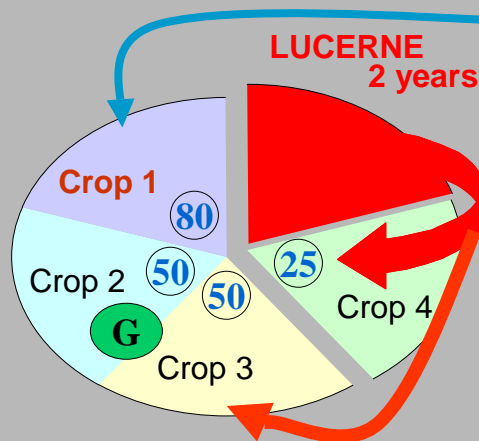
The relative yield represents the percentage of yield in "i" treatment compared to maximum yield of the year in non-limiting nitrogen conditions (average of the LNG and the LNR treatments)

Treatments: 9=L, 10=LG, 11=LR, 12=LGR, 13=LN, 14=LNG, 15=LNR, 16=LNGR

2. Nitrogen self-sufficient cropping systems

N input is only organic, coming from leguminous crops

N Sources > 1000kgN



- remanent effect of a lucerne crop (r_i kgN/ha)

200kgN/4 years

- biomass of lucerne used as “organic fertilizer”

700kgN/2 years

- leguminous crops as green manure **G**

50 - 100kgN/year

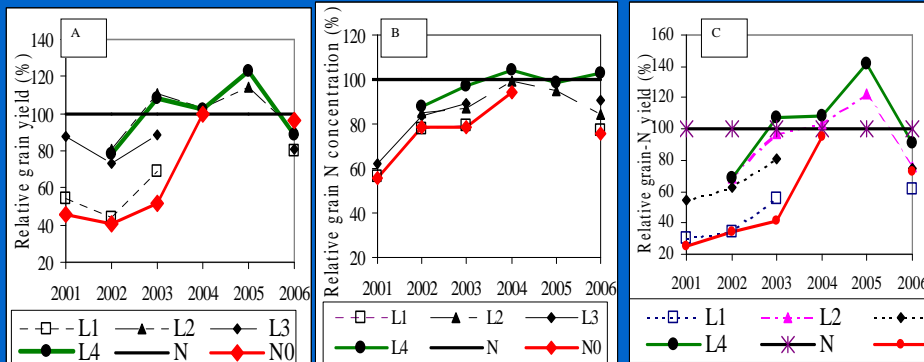
- leguminous crop-seeds

~ 50 kgN/year

EXPERIMENT 1999 - 2007

References	1998	Old experiment					
		N0	N	N0 / L	N / L		
NO N min	1999	MAIZE		LUZERNE			
	2000	WHEAT					
	2001	WHEAT					
300 90	2002 W	50	60	300	60	60	300
250	2003 W			140	100	120	150
150	2004	LUZERNE		MAIZE		110	
	2005	LUZERNE		PEA		140	
	2006 W						
940	2007	L1_50	L3_900	L2_160	L4_880		

Relative yield (A), relative N concentration of grain (B) and relative N content in grain-Yield (C).



N treatment (mineral fertilisation) was used as reference treatment (100%). L1 to L4 = organic N treatments as in Table 2; N0 = without N input.

Crop grown: Wheat 2001, 2002, 2003, 2006; Maize =2004; green pea =2005

The relative grain-N yield and the relative total-N yield are high correlated ($r=0.993$)

Treatments: ◆=L1, ■=L2, ▲=L3, x=L4, *=N0, ●▼

CONCLUSIONS

1. Changement profond du mode de production!

Réalité ou Utopie?

- **Réalité:** L'autonomie en N est réalisable. Le remplacement du N-synthétique par N-symbiotique permet la réalisation d'un mode de production durable et une diminution conséquente de CO₂

De plus, en introduisant du tournesol ou du colza dans la rotation on peut assurer à la fois une autonomie énergétique (~ 1ha / tracteur) et une source supplémentaire de N-tourteaux (>100kgN/ha)

- **Utopie:** Si l'efficacité financière immédiate est prioritaire à la durabilité du système, car la politique agricole n'encourage pas la gestion à long terme.

2. Quoi faire?

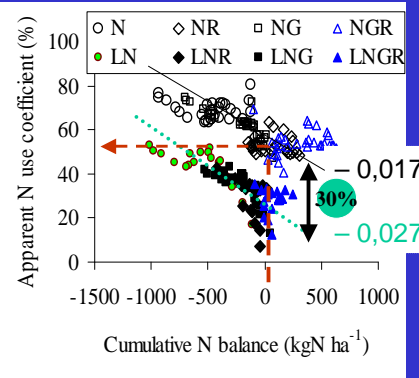
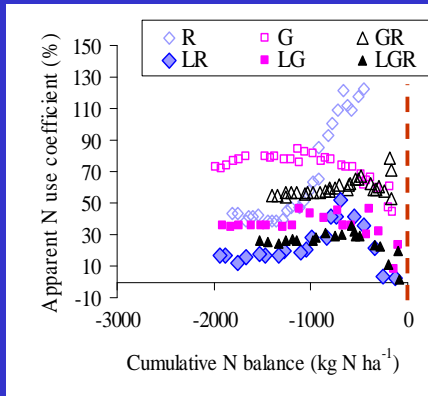
- **Communiquer!** Des résultats existent!
- **PRD: expérimentation + modélisation; Evaluation multicritères!**

D'autres résultats non présentés ici sur la dynamique des N-CUA, bilans N, N minéral sol, productivité & composition des graines, sont disponibles.

Apparent N use coefficient (%) related to cumulative N balance (kgN ha⁻¹)

A= treatments without N mineral

B= treatments with N mineral



$$N_AUC_t (\%) = \frac{\sum(O_{Ti} - O_{C \text{ or } L})}{\sum(I_{Ti})}$$

Cum Bal: $B_t = \sum (I - O_{\text{yield}})$