

Précisions apportées aux coefficients d'efficacité fertilisante en azote des engrais organiques

Chapitre 10 GREF 3 (version 2013)

Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

Marc-Olivier Gasser, agr. Ph.D.

IRDA, Québec

Rencontre provinciale des CCAE

20 et 21 février 2014

Hôtel Plaza Québec

3031, boulevard Laurier, Québec



www.
irda.
qc.ca

irda DES
RECHERCHES
TERRE À TERRE



Modifications au Chapitre 10 GREF (3^e éd., 2013)

Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

Onze membres de la Commission Chimie-Fertilité des sols

Marc-O. Gasser, agr. Ph.D.

Lotfi Khiari, agr. Ph.D.

Gaétan Parent, agr. M.Sc. M.B.A

Martin Chantigny, Ph.D.

Bernard Gagnon, agr. M.Sc.

Simon P. Guertin, agr. Ph.D.

Hélène Moore, agr. M.Sc.

Raymond Leblanc, agr. M.Sc.

Salah Zoghlami, agr. M.Sc.

Anne Vanasse, agr. Ph.D.

Annie Pellerin, agr. Ph.D.



www.
irda.
qc.ca

irda DES
RECHERCHES
TERRE À TERRE

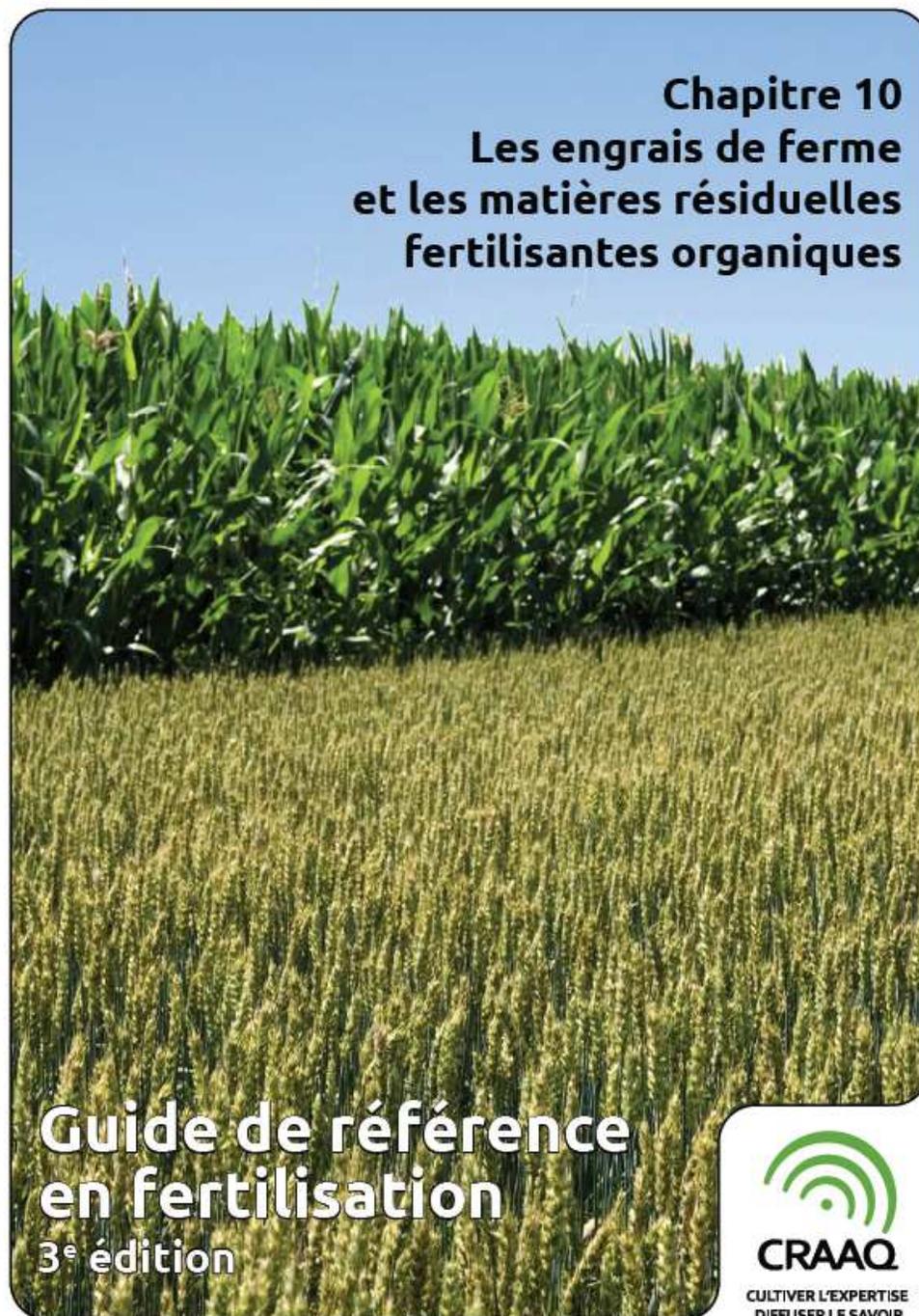


GRF 3 (2013)

Nouvelle version électronique du Chapitre 10

*Guide de référence
en fertilisation*
3^{ème} édition

publiée en novembre 2013
par le **CRAAQ**



Plan de la présentation

- GREF2 (2010)
 - Nouvelle approche basée sur la composition des engrais organiques:
N total, C/N, N-NH₄
- GREF3 (2013)
 - Évolution des connaissances et ajustements nécessaires
 - Modifications apportées
 - Valeurs références pour les lisiers de bovins laitiers et de porcs **Tableau 10.1**
 - Coefficients de la fraction organique des lisiers **Tableau 10.3**
 - Coefficients pour les fumiers solides **Tableau 10.4**
 - Arrières-effets **Tableau 10.6**
- Quelle est la littérature scientifique derrière ces approches?

Nouvelle approche du Chapitre 10 GREF (2^e éd., 2010)

Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

- Valeur fertilisante en N des engrais organiques
 - Basée désormais sur la composition des engrais:
 - **N total**
 - **N-NH₄** : forme très disponible, mais volatile
 - **Rapport C/N** : contrôle la minéralisation de la fraction organique
 - L'approche la plus utilisée à l'heure actuelle dans les provinces et états avoisinants:
 - *Ontario, Vermont, New York, etc.*

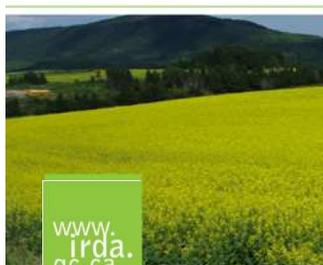
Availability of Manure Nitrogen to Crops

The amount of nitrogen contained in manure that is available to crops will depend on the characteristics of the manure, the time that it is applied and how soon following application the manure is incorporated into the soil. The relevant manure characteristics are the total N content, the proportion that is in the mineral (ammonium) and organic forms, and the rate of breakdown of the organic material to release mineral N.

Table 9-9. Approximate Ammonium-Nitrogen as a Percentage of Total Nitrogen in Various Manure Types

Type	Ammonium
Liquid Manure¹	
Liquid hog	66 %
Liquid dairy	42%
Liquid beef	43%
Liquid poultry	67%

Type	Ammonium
Solid Manure	
Solid hog	26%
Solid dairy	21%
Solid beef (high bedding)	12%
Solid horse	15%
Solid poultry (broilers)	6%
Solid poultry (layers)	46%
Composted cattle	0.6%

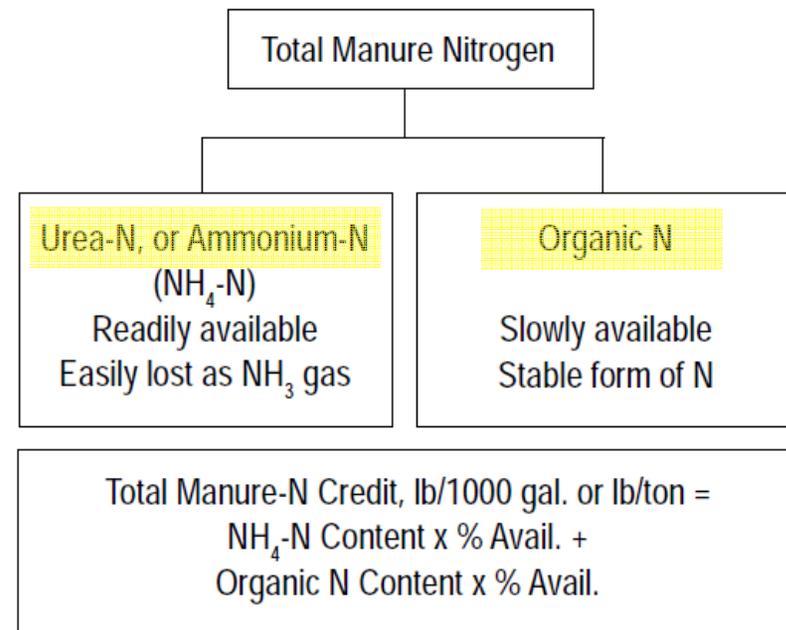


Nutrient Recommendations for Field Crops in Vermont

By Bill Jokela, Fred Magdoff, Rich Bartlett, Sid Bosworth, and Don Ross

Plant and Soil Science Department
University of Vermont

Figure 1. Forms of manure nitrogen.



www.irda.qc.ca

irda DES RECHERCHES TERRE À TERRE





Nitrogen Credits from Manure

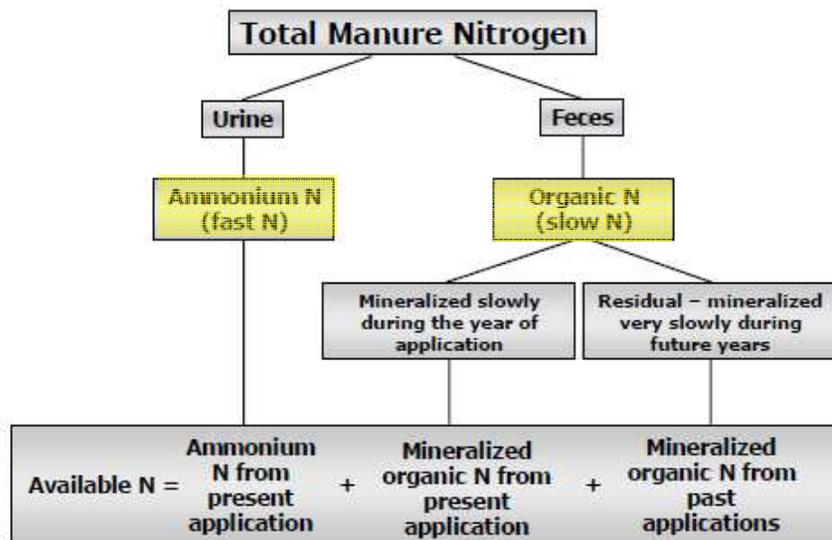


Table 1: Estimated ammonia-N losses as affected by manure application method.

Manure Application Method	% remaining
Injected during growing season	100
Incorporated within 1 day	65
Incorporated within 2 days	53
Incorporated within 3 days	41
Incorporated within 4 days	29
Incorporated within 5 days	17
No conservation or injected in fall	0

Les pertes de N par volatilisation dues aux modes d'épandage sont associées à la **forme ammoniacale (N-NH₄)**

Nouvelle approche du Chapitre 10, GREF 2^e éd. (2010)

Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

Lisiers :

$$N_{\text{total}} = N\text{-NH}_4^+ + N_{\text{org.}} \text{ (kg/t)}$$

Coefficient
d'efficacité globale

$$N \text{ disponible}_{1\text{ère année}} = \frac{[N\text{-NH}_4^+ \times CE_{\text{FM}}] + [N_{\text{org.}} \times CE_{\text{FO}}]}{N_{\text{total}}}$$

où: CE_{FM} = coefficient d'efficacité de la fraction minérale ($N\text{-NH}_4^+$)

CE_{FO} = coefficient d'efficacité de la fraction organique de l'azote

Coefficient
d'efficacité globale

Fumiers :

$$N_{\text{total}} \text{ (kg/t)}$$

$$N \text{ disponible}_{1\text{ère année}} = N_{\text{total}} \times \{ \text{CEN} \div \text{indice de perte} \}$$

CEN, CEA: Coefficient d'efficacité apparente de l'azote



Nouvelle approche du Chapitre 10, GREF 2^e éd. (2010)
Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

Valeur fertilisante en N des engrais organiques basée sur :

Lisiers

Section 1:

N-NH₄/N > 50%:

NH₄
N org.

Tableau 10.2
Tableau 10.3

CE_{FM} pertes par volatilisation
CE_{FO}

Section 2:

Rapport C/N > 10:

N total
N total

Tableau 10.4
Tableau 10.5

CEN
Indices de pertes

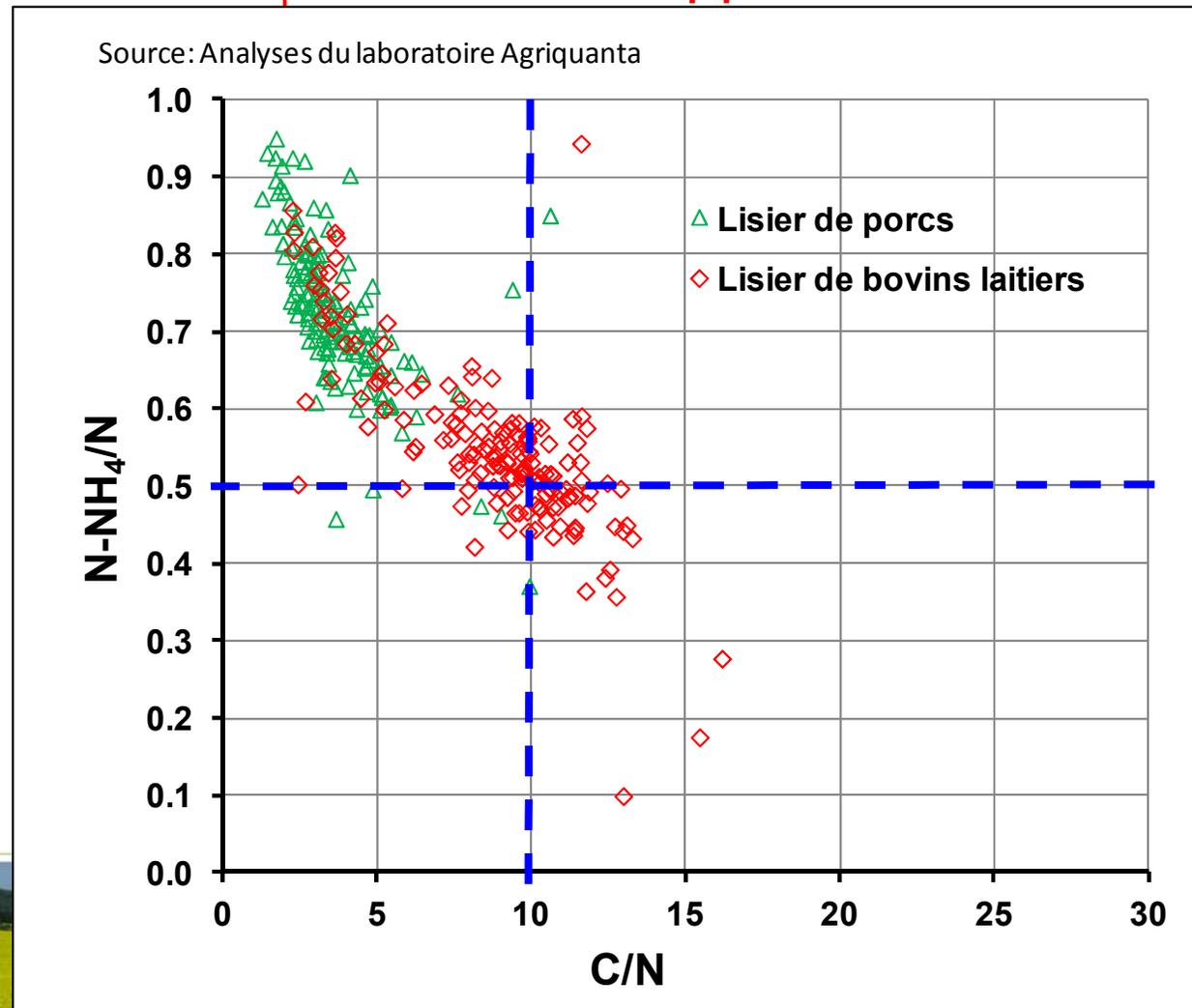
Fumiers solides

GREF 1^e éd. (2003)



Lisier de bovins laitiers

$N-NH_4/N \approx 50\%$ et rapport C/N ≈ 10



Modifications au Chapitre 10 GREF (3^e éd., 2013)

Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

Onze membres de la Commission Chimie-Fertilité des sols

Marc-O. Gasser, agr. Ph.D.

Lotfi Khiari, agr. Ph.D.

Gaétan Parent, agr. M.Sc. M.B.A

Martin Chantigny, Ph.D.

Bernard Gagnon, agr. M.Sc.

Simon P. Guertin, agr. Ph.D.

Hélène Moore, agr. M.Sc.

Raymond Leblanc, agr. M.Sc.

Salah Zoghlami, agr. M.Sc.

Anne Vanasse, agr. Ph.D.

Annie Pellerin, agr. Ph.D.



www.
irda.
qc.ca

irda DES
RECHERCHES
TERRE À TERRE



Modifications au Chapitre 10 GREF (3^e éd., 2013)

Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

Section 1:

~~N-NH₄/N > 50%:~~

Lisiers et purins

NH₄

Tableau 10.2

CE_{FM}

N org.

Tableau 10.3

CE_{FO}

Section 2:

~~Rapport C/N > 10:~~

Fumiers solides

N total

Tableau 10.4

CEN fn C/N

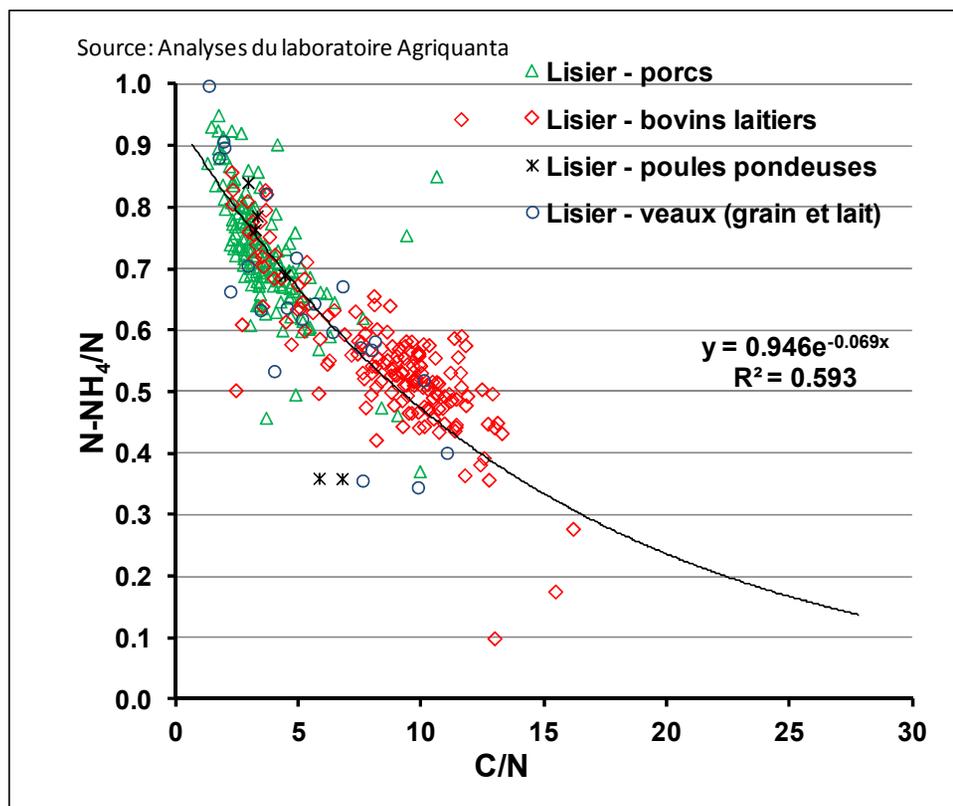
N total

Tableau 10.5

Indices de pertes

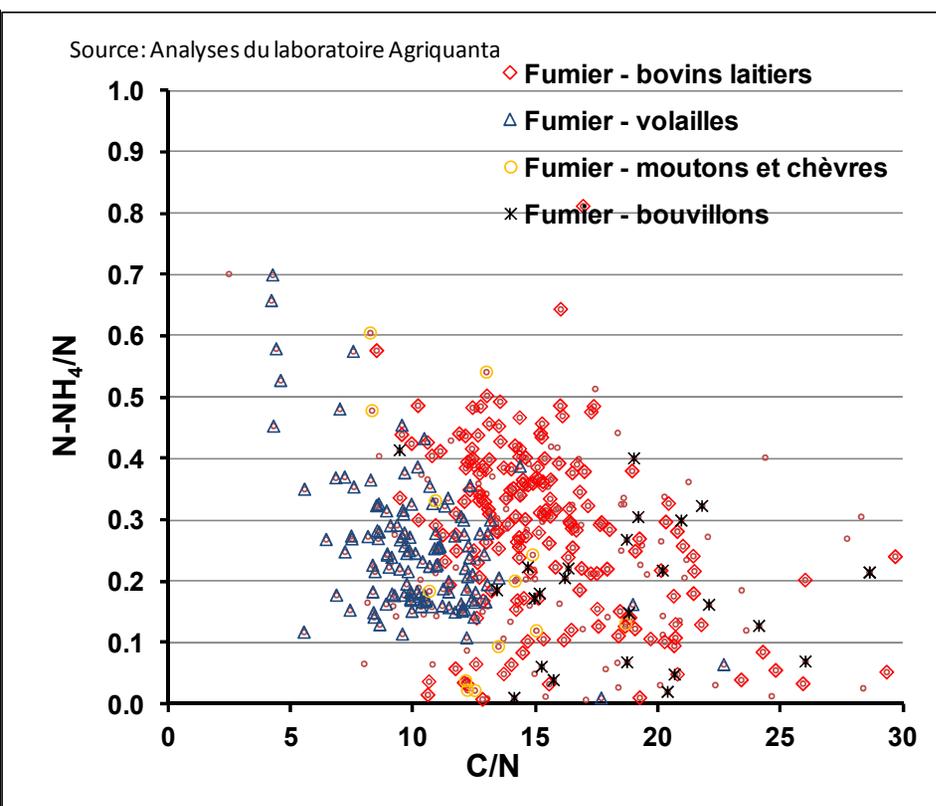


Lisiers



N-NH₄ est plus fiable
et utilisable

Fumiers



N-NH₄ est moins fiable,
donc moins utilisable



Ajustement des valeurs références en N pour les lisiers de bovins laitiers et de porcs à l'engraissement

Tableau 10.1 Teneurs moyennes en azote des engrais de ferme et des MRF organiques

Engrais organique	Matière sèche (% sur base humide)	C/N	N _{total} (kg/t)	N-NH ₄ (kg/t)	N-NH ₄ / N _{total} (%)
Lisier - porcs à l'engraissement	3,5	3,4	3,5	2,4	69
	3,0	3,0	3,2	2,2	75
Lisier - bovins laitiers	7	10	2,6	1,4	54
				1,8	69

Tiré de CRAAQ, 2003; MAPAQ, 2010; Analyses du laboratoire Agridirect



Modifications au Chapitre 10 GREF (3^e éd., 2013)

Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

Section 1:

~~N-NH₄/N > 50%:~~

Lisiers et purins

NH₄

N org.

Tableau 10.2

Tableau 10.3

CE_{FM}

CE_{FO} ↓ fn C/N

Section 2:

~~Rapport C/N > 10:~~

Fumiers solides

N total

N total

Tableau 10.4

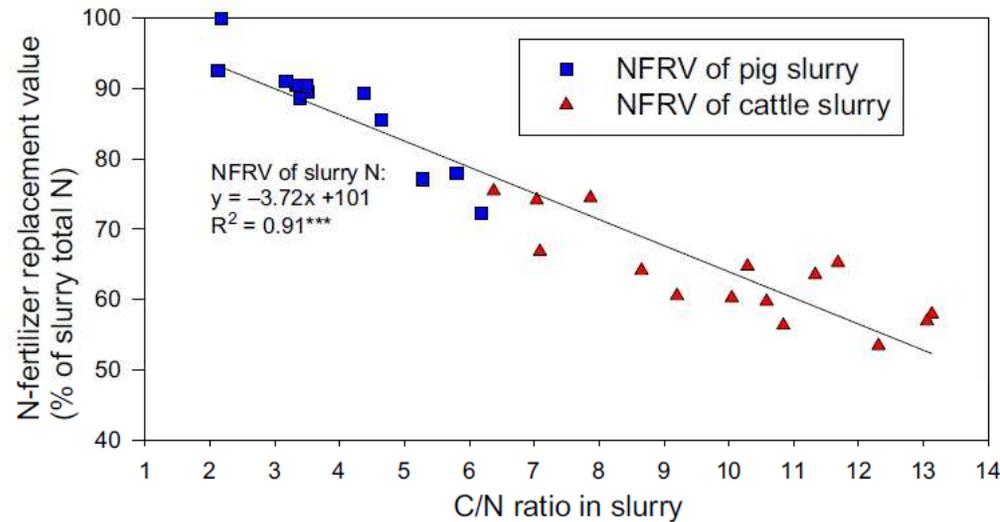
Tableau 10.5

**CEN fn C/N et caractère
nitrophile**

Indices de pertes



Relation entre CE_{FO} et C/N des lisiers



An Assessment of the Variation of Manure Nitrogen Efficiency throughout Europe and an Appraisal of Means to Increase Manure-N Efficiency

J. Webb^{*1}, Peter Sørensen[†], Gerard Velthof[‡], Barbara Amon[§], Miriam Pinto[¶], Lena Rodhe^{**}, Eva Salomon^{**}, Nicholas Hutchings[†], Piotr Burczyk^{††}, Joanne Reid^{*}

^{*}Ricard-AEA, Didcot, UK

[†]University of Aarhus, Dept. of Agroecology, Tjele, Denmark

[‡]Alterra, Wageningen, The Netherlands

[§]Leibniz Institute for Agricultural Engineering, Department of Technology Assessment and Substance Cycles Max-Eyth-Allee 100, D-14469 Potsdam, Germany

[¶]NEIKER, Derio (Bizkaia), Spain

^{**}Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering (ITI), Uppsala, Sweden

^{††}Institute of Technology and Life Sciences (ITP), Westpomeranian Research Centre in Szczecin, Szczecin, Poland

¹Corresponding author: E-mail: j.webb@Ricardo-aeat.com

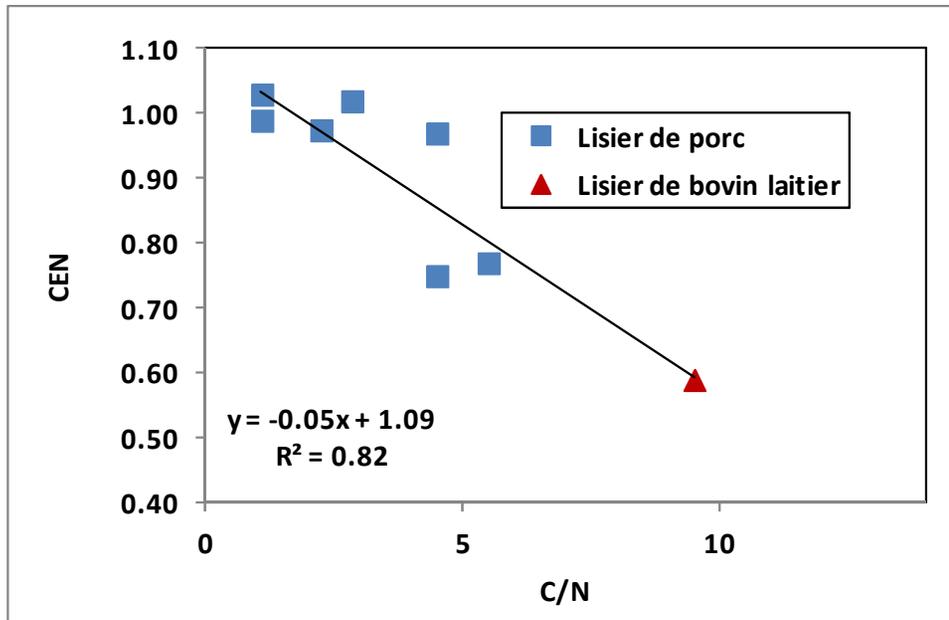


www.irda.qc.ca

irda DES RECHERCHES TERRE À TERRE



Relation entre CE_{FO} et C/N des lisiers



Yield and Nutrient Export of Grain Corn Fertilized with Raw and Treated Liquid Swine Manure

Martin H. Chantigny,* Denis A. Angers, Gilles Bélanger, Philippe Rochette, Nikita Eriksen-Hamel, Shabtai Bittman, Katherine Buckley, Daniel Massé, and Marc-Olivier Gasser

RESEARCH

Yield and Bread-Making Potential of Spring Wheat Under Mineral and Organic Fertilization

Christine M. Rieux, Anne Vanasse,* Martin H. Chantigny, Pierre Gélinas, Denis A. Angers, Philippe Rochette, and Isabelle Royer



Biosolids from Treated Swine Manure and Papermill Residues Affect Corn Fertilizer Value

Bernard Gagnon,* Noura Ziadi, Martin H. Chantigny, Gilles Bélanger, and Daniel I. Massé



www.irda.qc.ca

irda DES RECHERCHES TERRE À TERRE



Ajustement des CE_{FO} du tableau 10.3

Adéquation des CEN globaux entre fumiers et lisiers avec C/N de 7 à 13

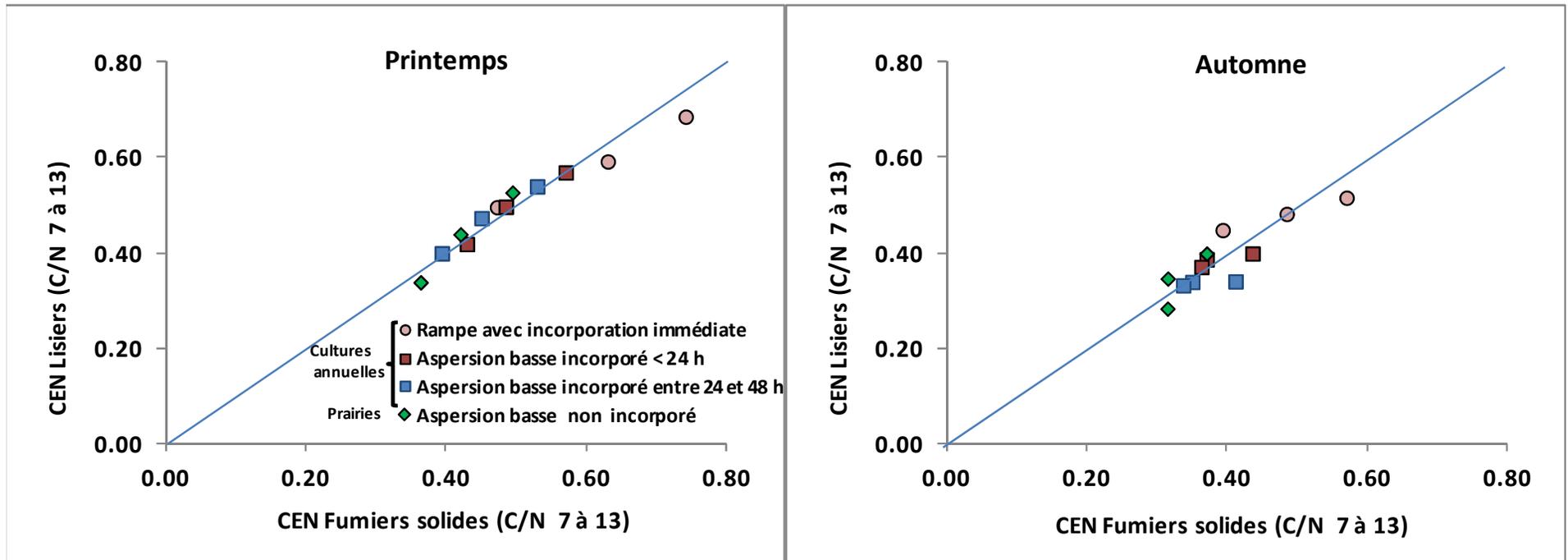


Tableau 10.3 Coefficients moyens d'efficacité de la fraction organique (CE_{FO}) de l'azote des engrais de ferme liquides (lisier et purin)

Type de culture	Période d'épandage	
	Printemps / Été	Automne/ postrécolte
Cultures annuelles	$CE_{FO}^1 = 0,55 - 0,024 \text{ C/N}$	$CE_{FO}^1 = 0,45 - 0,008 \text{ C/N}$
Prairies	$CE_{FO}^1 = 0,60 - 0,035 \text{ C/N}$	$CE_{FO}^1 = 0,50 - 0,025 \text{ C/N}$

¹ Pour les sols G1 plus argileux, le CE_{FO} est réduit de 0,05.



Évolution des coefficients « globaux » d'efficacité de l'azote

Lisiers de porcs

			REF 1 (2003)	REF 2 (2010)	REF 3 (2013)
				Tableau 10.1	Tableau 10.1
Rapport NH4/N				0.75	0.69
Rapport C/N				3.0	3.4
Printemps					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.60	0.89	0.77
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.50	0.71	0.63
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.46	0.70	0.59
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.43	0.71	0.60
Été					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.60	0.96	0.84
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.50	0.70	0.59
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.46	0.63	0.53
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.43	0.64	0.53
Automne/postrécolte					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.43	0.63	0.55
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.36	0.48	0.41
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.33	0.40	0.34
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.31	0.54	0.44



Évolution des coefficients « globaux » d'efficacité de l'azote

Lisiers de bovins laitiers

			REF 1 (2003)	REF 2 (2010)	REF 3 (2013)
				Tableau 10.1	Tableau 10.1
				0.69	0.54
				10	10
Printemps					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.50	0.88	0.63
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.42	0.72	0.52
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.38	0.71	0.50
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.36	0.73	0.47
Été					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.50	0.95	0.68
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.42	0.71	0.50
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.38	0.64	0.44
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.36	0.66	0.41
Automne/postrécolte					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.36	0.63	0.50
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.30	0.49	0.39
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.27	0.42	0.33
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.26	0.56	0.36



Évolution des coefficients « globaux » d'efficacité de l'azote

Lisiers de volailles ou de pondeuses

			REF 1 (2003)	REF 2 (2010) (CRAAQ 2008)	REF 3 (2013) (CRAAQ 2008)
		Rapport NH4/N		0.73	0.73
		Rapport C/N		3.0	3.0
Printemps					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.75	0.89	0.79
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.58	0.71	0.64
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.54	0.70	0.60
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.50	0.72	0.61
Été					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.75	0.96	0.86
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.58	0.70	0.60
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.54	0.63	0.53
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.50	0.64	0.54
Automne/postrécolte					
Cultures sarclées	Rampe avec incorporation immédiate		0.54	0.63	0.55
	Aspersion basse incorporé < 24 h		0.41	0.48	0.41
	Aspersion basse incorporé > 24h et < 48 h		0.38	0.41	0.33
Prairies	Aspersion basse non incorporé		0.36	0.54	0.44



Exemple d'apport de N disponible avec du lisier de bovins laitiers (30 m³/ha)

	REF 1	REF 2	REF 3	REF 2	REF 3
N total (kg/tm)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
N-NH ₄ (kg/tm)		1,8	1,4	1,8	1,8
N-org (kg/tm)		0,8	1,2	0,8	0,8
N-NH₄/N		0,69	0,54	0,39	0,39
C/N		10	10	13	13
	kg N disponible /ha				
Printemps en présemis du maïs aspersion basse, incorporé 24 à 48 heures	30	56	38	60	31
Automne sur prairie aspersion basse, non incorporé	20	44	28	52	20



www.irda.qc.ca

irda DES RECHERCHES TERRE À TERRE



Modifications au Chapitre 10 GREF (3^e éd., 2013)

Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques

Section 1:

~~N-NH₄/N > 50%:~~

Lisiers et purins

NH₄

N org.

Tableau 10.2

Tableau 10.3

CE_{FM}

CE_{FO} ↓ fn C/N

Section 2:

~~Rapport C/N > 10:~~

Fumiers solides

N total

Tableau 10.4

CEN fn C/N et caractère
nitrophile

N total

Tableau 10.5

Indices de pertes



**Tableau 10.4 Coefficients d'efficacité de l'azote (CEN)
des fumiers solides ayant un rapport C/N ≤ 30**

Type de culture	C/N	CEN Sols des groupes texturaux G2, G3 et G4	CEN Sols du groupe textural G1
Cultures nitrophiles (maïs, prairies de graminées, blé, etc.,)	≤ 12	CE = (0,90 - 0,037 C/N) Consomme plus de 100 kg N/ha	CE = (0,90 - 0,037 C/N)
	13-25		CE = (0,76 - 0,026 C/N)
	25-30	0,15	0,10
Autres cultures moins exigeantes en N (autres céréales à pailles, prairies de légumineuses, etc.)	≤ 12	CE = (0,90 - 0,037 C/N)	CE = (0,80 - 0,037 C/N)
	13-15	Inclut fumiers avec C/N < 12 et C/N entre 25 et 30	0,25
	16-20		0,20
	21-25	0,15	0,15
	25-30	0,10	0,10



Effet du rapport C/N, du groupe de sol (G1 vs G2+G3) et du caractère nitrophile des cultures sur le CEN

GRAF 1 2003, Ndayegamiye et al., 2004 Gale et al., 2006

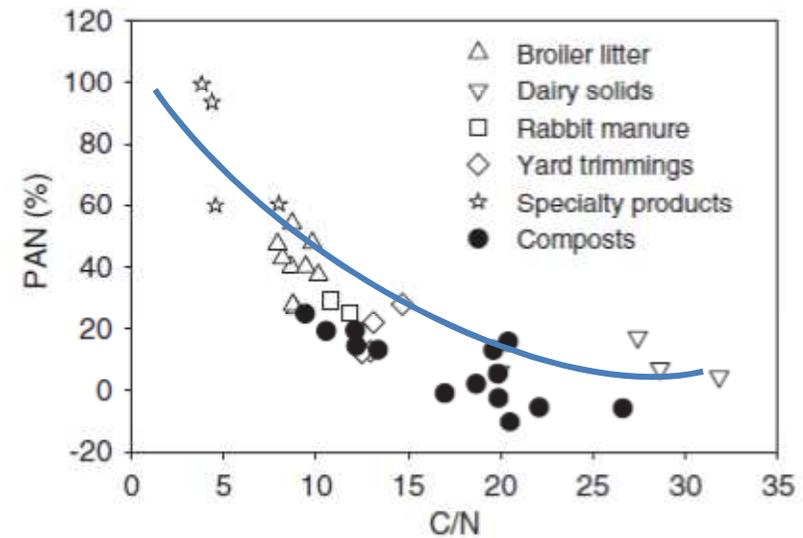
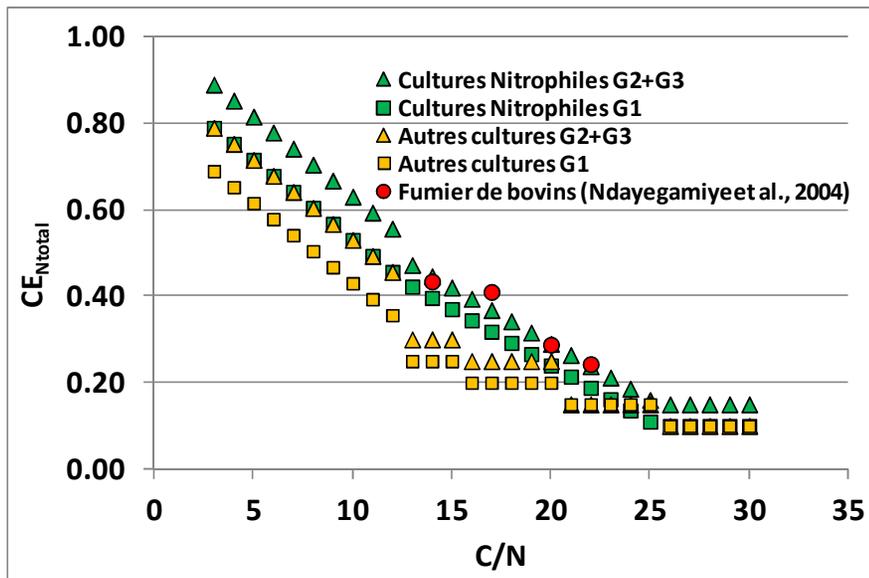


Fig. 3. Relationship between full-season PAN in field trials and organic amendment C/N. Gale et al., 2006



www.irda.qc.ca

irda DES RECHERCHES TERRE À TERRE



Tableau 10.6 Coefficients d'efficacité d'arrière-effet affectés à l'azote organique** provenant d'un apport antérieur d'engrais organique**

Engrais organique	CE _{arrière-effet} 1 année antérieure	CE _{arrière-effet} 2 années antérieures
Engrais de ferme et biosolides avec rapport C/N < 30	0,16	0,08
Biosolides papetiers mixtes avec rapport C/N > 30	0,20	0,10

$$N_{\text{arrière-effet}} = N_{\text{org.}} \times CE_{\text{arrière-effet 1,2}}$$



www.irda.qc.ca

irda DES RECHERCHES TERRE À TERRE



Perspectives d'avenir

- **La mise à jour de CEN et des valeurs références est un processus continu :**
 - Les connaissances évoluent (articles de synthèses, méta-analyses à l'échelle internationale)
 - Les conditions d'élevages et les modes de gestion des engrais organiques évoluent
 - La nouvelle version du GREF favorise l'utilisation des données de caractérisation
- **Un tel exercice a permis aussi d'identifier des besoins supplémentaires en R&D afin d'adapter les connaissances pour les conditions spécifiques au Québec**
 - CEN des épandages tardifs à l'automne
 - La fraction de N disponible des engrais organiques (N-NH₄ + urée + ...)
 - Coefficient d'efficacité pour le P et les facteurs de pertes d'efficacité à l'automne
- **Vérifier les besoins réels des cultures avec des essais chez les producteurs**
 - Sur 15 sites d'essais en Chaudière-Appalaches (2012 et 2013), aucun besoin de N supplémentaire dans le maïs-grain ou maïs-ensilage sur retour de de prairie avec apports d'engrais de ferme

