

Sommaire :

I. Effluents d'origine organique : Coefficients d'équivalence (keq)

II. Le coefficient d'équivalence (KeqN)

III. Autres sources bibliographiques

IV. Teneur en azote et coefficients d'équivalence des produits résiduels organiques (PRO)

IV.1 Effluents d'origine animale : source CRAO avec Keq complétés et validés par ARVALIS

IV.2 Autre source azotée : source "calcul de la fertilisation azotée" édition mai 2013 du Comifer complétée par source CRAO

I. Effluents d'origine organique : Coefficients d'équivalence (keq)

Après épandage d'un Produit Résiduel Organique, seule une partie de l'azote total est directement assimilable par la culture réceptrice : c'est la fraction minérale de l'azote (essentiellement N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>).

Une partie de l'azote organique minéralise au cours de l'année suivant l'apport.

Une seconde partie de l'azote organique, minéralisera ensuite à la même vitesse que la matière organique du sol (effet long terme).

En fonction de la teneur et des formes d'azote du produit organique ainsi que de la disponibilité de son carbone pour les micro-organismes, la fraction d'azote organique sera plus ou moins rapide.

Il a été possible de regrouper l'ensemble des produits organiques en 6 classes de cinétiques de minéralisation.

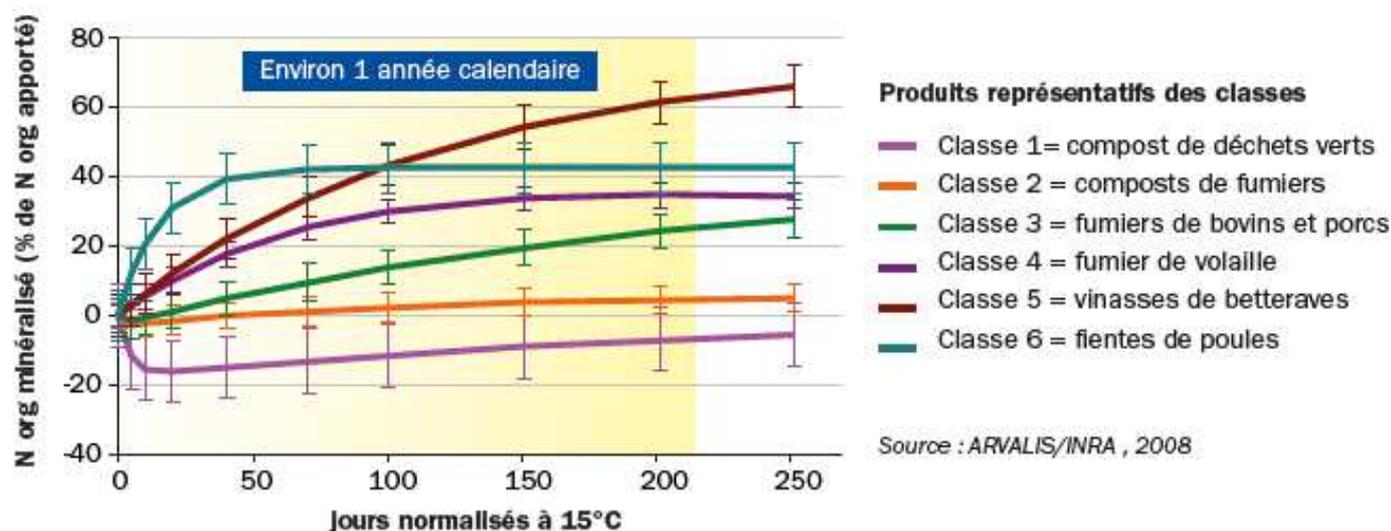


Figure 1 : Cinétiques de minéralisation de l'azote organique des PRO

À noter : Certains produits de classe 1 comme le compost de déchets verts voire du marc de distillerie, du BRF... ne fournissent pas d'azote à la plante mais au contraire, consomment l'azote du sol au détriment de la culture (risque de faim d'azote). Ils sont donc à apporter à une période éloignée des besoins de la plante.

Si on apporte un produit de classe 6 (type fientes de poules) à l'automne avant un blé, 40 N seront minéralisés rapidement alors que le blé n'a pas besoin d'azote. Tout cet azote sera perdu pour la culture et partira dans l'environnement. Si on l'apporte en cours de végétation du blé, cet azote pourra être utilisé par la culture.

## II. Le coefficient d'équivalence (KeqN)

Le coefficient d'équivalence azote (KeqN) donne la quantité de N engrais minéral (ammonitrate) équivalent dans une situation donnée (culture, sol, climat, période d'apport) à 1 kg de N total des PRO.

En fonction de la date d'épandage et de la culture en place ou envisagée, ce coefficient d'équivalence azote (KeqN) sera variable.

- Keq sur la période du bilan (Keq bilan) : correspond au Keq calculé sur la période du bilan (de l'ouverture du bilan azoté (épi 1 cm pour le blé) à la récolte).
- Keq sur tout le cycle (Keq cycle) : correspond au Keq calculé entre le semis et la récolte de la culture principale (fermeture du bilan azoté)

### Exemples :

Épandage de printemps avant semis d'une culture de printemps :

Keq ~ (Nmin + Norg minéralisé sur la période bilan) sous réserve que peu de pertes de N minéral (lessivage, volatilisation) alors on considère que Keq bilan = Keq cycle

Épandage de fin d'été (10/08) avant semis d'une culture d'automne (01/09) :

Keq non utilisable : incertitude sur disponibilité de Nmin + Norg minéralisé avant l'ouverture du bilan N ➤ Utilisation de cinétiques de minéralisation pour calculer Norg minéralisé sur la période du bilan N, utilisation du Keq bilan

Épandage de fin d'été avant semis d'une culture de printemps :

Keq non utilisable : incertitude sur disponibilité de Nmin + Norg minéralisé avant l'ouverture du bilan N ➤ Utilisation de cinétiques de minéralisation pour calculer Norg minéralisé sur la période du bilan N.

## III. Autres sources bibliographiques :

- **Effluents d'élevage : Valorisation agronomique des effluents d'élevage** IFIP-ARVALIS-IDELE-ITAVI (RMT élevages et environnement-2019) :  
[http://www.rmtelevagesenvironnement.org/backoffice/uploads/Valorisation%20agronomique\\_rmt\\_enviro\\_web.pdf](http://www.rmtelevagesenvironnement.org/backoffice/uploads/Valorisation%20agronomique_rmt_enviro_web.pdf)

- **Keq des principaux PRO** – Comifer 2013  
[https://comifer.asso.fr/images/pdf/Tableaux/Tableau%20keq\\_brochure2013.pdf](https://comifer.asso.fr/images/pdf/Tableaux/Tableau%20keq_brochure2013.pdf)

- **AZOPRO (CTIFL) :**

[www.ctifl.fr](http://www.ctifl.fr)

Accès libre sur le site du ctifl à la rubrique "Espace professionnel/Agronomie-Fertilisation".  
Créer son compte (gratuit).

- **Guide matières organiques LR**, en cours de mise à jour CRAO :

[https://occitanie.chambre-agriculture.fr/?id=2864179&tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=21398&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=1c8571f3c184cae282107a66eb7e815b](https://occitanie.chambre-agriculture.fr/?id=2864179&tx_news_pi1%5Bnews%5D=21398&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=1c8571f3c184cae282107a66eb7e815b)

## IV. Teneur en azote et coefficients d'équivalence des produits résiduels organiques (PRO) :

### IV.1 Effluents d'origine animale : source CRAO avec Keq complétés et validés par ARVALIS

Origine	<b>Légende :</b> non pratiqué dans la région interdit en zone vulnérable Source COMIFER / Arvalis Sud-Ouest Sources régionales (CRAO / Arvalis)		Teneur en azote total (kg N / Tonne ou m <sup>3</sup> de produit brut)	Cultures d'automne					Cultures de printemps								
				Apports de fin d'été (sur colza)	Apports d'automne			Apports de printemps sans incorporation	Apports d'automne sans CIPAN			Apports d'automne sur CIPAN			Apports de printemps		
															Sans incorporation	Incorporation immédiate	Incorporation dans les 24h
					Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Cycle = Keq Bilan	Keq Cycle = Keq Bilan
Type de produit																	
Bovin	Fumier de bovin	Fumier de bovin pailleux de litière accumulée	5,8	0,20	0,10	0,10	0,00	0,15	0,10	0,15	0,05	0,10	0,15	0,05	0,25	0,30	0,30
		Fumier de bovin décomposé d'étable animaux entravés	5,3	0,22	0,10	0,12	0,02	0,15	0,10	0,15	0,05	0,20	0,20	0,00	0,30	0,35	0,35
		Fumier de bovin mou de logettes	5,1	0,30	0,20	0,25	0,05	0,20	0,20	0,25	0,05	0,25	0,35	0,15	0,50	0,55	0,35
	Lisier de bovin	Lisier de bovin dilué système couvert	1,6	0,35	0,10	0,15	0,05	0,25	0,10	0,15	0,05	0,10	0,15	0,05	0,45	0,65	0,50
		Lisier de bovin non dilué	4,5														
		Lisier de bovin à l'engrais	5,2	0,30	0,20	0,30	0,10	0,50	0,20	0,25	0,05	0,20	0,30	0,10	0,40	0,60	0,45
	Purin de bovin	Purin de bovin dilué	0,4	0,30	0,20	0,30	0,10	0,50	2,00	0,25	0,05	0,20	0,30	0,10	0,40	0,60	0,45
		Purin de bovin pur	3,0	0,30	0,20	0,30	0,10	0,50	0,20	0,25	0,05	0,20	0,30	0,10	0,40	0,60	0,45
	Lisier de veau		1,5	0,35	0,10	0,15	0,05	0,25	0,10	0,15	0,05	0,10		0,05	0,45	0,70	0,50
	Fumier de veau		2,4	0,25	0,15	0,18	0,03	0,20	0,15	0,20	0,05	0,22	0,32	0,10	0,20	0,30	0,30
Compost de fumier de bovin	Compost de fumier de bovin jeune de moins de 6 mois	6,3	0,20	0,05	0,11	0,06	0,10	0,15	0,20	0,05	0,15	0,20	0,05	0,20	0,25	0,25	
	Compost de fumier de bovin âgé de plus de 6 mois	6,5	0,17	0,05	0,10	0,05	0,10	0,15	0,15	0,00	0,15	0,15	0,00	0,10	0,15	0,15	
	Compost de fumier de veau	3,0	0,25	0,15	0,17	0,02	0,20	0,15	0,20	0,05	0,22	0,32	0,10	0,20	0,30	0,30	
Ovin – Caprin	Fumier de caprins et ovins		7,0	0,20	0,10	0,15	0,05	0,15	0,10	0,10	0,00	0,15	0,15	0,00	0,20	0,25	0,25
	Compost de fumier d'ovin		11,5	0,25	0,15	0,17	0,02	0,20	0,15	0,20	0,05	0,22	0,32	0,10	0,20	0,30	0,30

Origine	<b>Légende :</b> <b>non pratiqué dans la région</b> <b>interdit en zone vulnérable</b> <b>Source COMIFER / Arvalis Sud-Ouest</b> <b>Sources régionales (CRAO / Arvalis)</b>		Teneur en azote total (kg N / Tonne ou m <sup>3</sup> de produit brut)	Cultures d'automne				Cultures de printemps										
				Apports de fin d'été (sur colza)	Apports d'automne			Apports de printemps sans incorporation	Apports d'automne sans CIPAN			Apports d'automne sur CIPAN			Apports de printemps			
					Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle		Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Sans incorporation	Incorporation immédiate	Incorporation dans les 24h
				Type de produit														
Volaille	Fiente de volaille avec litière		25,0	0,55	0,10	0,22	0,12					0,10	0,30	0,20	0,45	0,60	0,50	
	Compost de fiente de volaille avec litière	Compost de fiente de volaille avec litière de moins de 6 mois	23,0	0,35	0,05	0,14	0,09								0,45	0,55	0,50	
		Compost de fiente de volaille avec litière de 6 à 10 mois	23,0	0,35	0,05	0,14	0,09								0,25	0,35	0,30	
	Fiente de volaille	Fiente de volaille sèche (80 % MS)	40,0	0,55	0,10	0,22	0,12		0,10	0,30	0,20	0,10	0,30	0,20	0,50	0,65	0,55	
		Fiente de volaille 60 % MS	24,0															
	Fumier de dinde	À la sortie du bâtiment		27,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions sèches		25,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions humides		21,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
	Fumier de pintade	À la sortie du bâtiment		32,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions sèches		29,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions humides		24,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
	Fumier de poulet de chair	À la sortie du bâtiment		29,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions sèches		22,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions humides		26,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
	Fumier de poulet label	À la sortie du bâtiment		20,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions sèches		18,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions humides		15,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60
	Compost de fumier de volaille			23,0		0,05	0,14	0,09	0,40				0,05	0,14	0,09	0,35	0,45	0,40

Origine	<b>Légende :</b> <b>non pratiqué dans la région</b> <b>interdit en zone vulnérable</b> <b>Source COMIFER / Arvalis Sud-Ouest</b> <b>Sources régionales (CRAO / Arvalis)</b>		Teneur en azote total (kg N / Tonne ou m³ de produit brut)	Cultures d'automne					Cultures de printemps									
				Apports de fin d'été (sur colza)	Apports d'automne			Apports de printemps sans incorporation	Apports d'automne sans CIPAN			Apports d'automne sur CIPAN			Apports de printemps			
					Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle		Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Sans incorporation	Incorporation immédiate	Incorporation dans les 24h
								Keq Cycle = Keq Bilan										
Type de produit																		
Volailles	Fientes de poules pondeuses	Déshydratées	30,0	0,55	0,10	0,20	0,10	0,60				0,10	0,30	0,20	0,50	0,65	0,55	
		<10 % de MS, ou lisier de pondeuses	6,8	0,55	0,10	0,20	0,10	0,60				0,10	0,30	0,20	0,50	0,65	0,55	
		Humides 25 % de MS	15,0	0,55	0,10	0,20	0,10	0,60				0,10	0,30	0,20	0,50	0,65	0,55	
		Pré-séchées sur tapis 40 % de MS	22,0	0,55	0,10	0,20	0,10	0,60				0,10	0,30	0,20	0,50	0,65	0,55	
		Séchées en fosse profonde	30,0	0,55	0,10	0,20	0,10	0,60				0,10	0,30	0,20	0,50	0,65	0,55	
	Fumier de canards prêts à gaver	5,0	0,45	0,20	0,30	0,10	0,50				0,20	0,40	0,20	0,50	0,60	0,60		
	Compost de fumier de canards prêts à gaver	11,0		0,05	0,14	0,09	0,20				0,05	0,14	0,09	0,35	0,45	0,40		
	Lisier de palmipèdes à rôtir	7,5	0,50	0,20	0,30	0,10	0,60				0,20	0,40	0,20	0,60	0,70	0,70		
	Lisier de canards gras	1,8	0,50	0,20	0,30	0,10	0,60				0,20	0,40	0,20	0,60	0,70	0,70		
Porcins	Fumier de porcs		8,0	0,35	0,10	0,12	0,02		0,15	0,15	0,00	0,15	0,15	0,00	0,45	0,45	0,45	
	Lisier de porcs mixte		3,5	0,31	0,05	0,42	0,37	0,60	0,05	0,48	0,43	0,05	0,40	0,35	0,45	0,70	0,50	
	Lisier de truie gestantes (fosse sous bâtiment)		3,9	0,31	0,30	0,42	0,37	0,60				0,30	0,25	0,20	0,45	0,70	0,50	
	Lisier de porcelets post-sevrage (8-30 kg de PV), fosse sous bâtiment		5,3	0,31	0,30	0,42	0,37	0,60				0,30	0,25	0,20	0,45	0,70	0,50	
	Lisier de porcs à l'engrais (30 – 112 kg de PV), fosse sous bâtiment		7,9	0,31	0,30	0,42	0,37	0,60				0,30	0,25	0,20	0,45	0,70	0,50	
	Compost de fumier de porcs ou de LP + paille (Guernevez)	Compost de fumier de porcs jeune (moins de 6 mois)	6,7	0,35	0,05	0,07	0,02			0,15	0,20	0,05	0,15	0,20	0,05	0,40	0,45	0,45
		Compost de fumier de porc âgé (de 6 à 10 mois)	6,7	0,35	0,05	0,07	0,02			0,15	0,20	0,05	0,15	0,20	0,05	0,20	0,25	0,25
Équins	Fumier de cheval		8,0	0,2	0,10	0,15	0,05		0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20	
Lapins	Fumier de lapins		7,0		0,10	0,10	0,00		0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20	
	Lisier de lapins		8,5	0,30	0,20	0,30	0,10					0,20	0,30	0,10	0,40	0,60	0,45	
Effluents viticoles			0,1	0,30	0,20	0,30	0,10	0,50	0,20			0,20	0,30	0,10	0,50	0,60	0,60	

#### IV.2 Autre source azotée : source "calcul de la fertilisation azotée" édition mai 2013 du Comifer complétée par source CRAO

Origine	Légende : Source Comifer Source CRAO  Type de produit	Teneur en azote total (kg N / Tonne ou m³ de produit brut)	Cultures d'automne					Cultures de printemps										
			Apports de fin d'été (sur colza)	Apports d'automne				Apports de printemps sans incorporation	Apports d'automne sans CIPAN			Apports d'automne sur CIPAN			Apports de printemps			
				Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri		Keq Bilan	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Sans incorporation	Incorporation immédiate	Incorporation dans les 24h
																Keq Cycle = Keq Bilan	Keq Cycle = Keq Bilan	Keq Cycle = Keq Bilan
Compost MIATE (avec support carbonaté) de 6 mois et plus		15,00		0,10	0,10	0,00										0,15		
Compost de déchets verts	Compost de déchets verts de plus de 6 mois	10,00	0,05	0,05	0,05	0,00		0,10			0,10					0,10		
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	10,00		0,05	0,00	0,00	0,00											
Compost urbain	Compost d'ordures ménagères résiduelles (par TMB)	10,00		0,05	0,05	0,00										0,10		
Digestat de méthanisation agricole	Digestat brut	6,00					0,65									0,50	0,90	
	Fraction liquide après séparation de phase	5,20														0,70		
	Fraction sèche après séparation de phase	2,00														0,30		
Boues activées	Boues activées liquides IAA (C/N= 4,4)	2,85														0,50		
	Boues activées liquides égouttées IAA (C/N = 4,4)	4,05														0,50		
	Boues activées liquides égouttées urbaines (C/N = 4,9)	1,85														0,45		
	Boues activées liquides égouttées urbaines (C/N = 4,9)	3,30		0,15												0,45		
	Boues activées filtre presse non chaulées (C/N = 5,9)	13,00														0,45		
	Boues activées pâteuses filtre à bandes (C/N = 5,2)	11,00		0,10												0,40		
	Boues activées lits de séchage (C/N= 5,4)	20,50														0,40		
	Boues activées lits à rhizophytes (C/N = 5,9)	8,00														0,40		
	Boues activées déshydratées chaulées (C/N = 5,3)	10,20														0,35		
Boues activées séchées (C/N = 6)	43,00		0,10												0,35			

Origine	Légende : Source Comifer Source CRAO  Type de produit	Teneur en azote total (kg N / Tonne ou m³ de produit brut)	Cultures d'automne					Cultures de printemps										
			Apports de fin d'été (sur colza)	Apports d'automne				Apports de printemps sans incorporation	Apports d'automne sans CIPAN			Apports d'automne sur CIPAN			Apports de printemps			
				Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri		Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Cycle = Keq Bilan	Incorporation immédiate	Keq Cycle = Keq Bilan	Incorporation dans les 24h
Boues digérées	Boues digérées anaérobies liquides IAA (C/N = 4,2)	2,10														0,50		
	Boues digérées anaérobies déshydratées (C/N = 5,9)	11,30														0,40		
	Boues digérées anaérobies déshydratées chaulées (C/N = 6,0)	9,50														0,30		
	Boues digérées anaérobies séchées (C/N = 6,1)	43,00		0,10												0,30		
Autres boues	Boues lit bactérien/disque bio liquides (C/N = 7,5)	1,85														0,30		
	Boues lit bactérien déshydratées chaulées (C/N = 5)	7,50														0,30		
	Boues décanteur digesteur (C/N = 8,1)	2,25														0,30		
	Boues décanteur (C/N = 6 à 9)	2,05														0,30		
	Boues de curage de lagunes urbaine (C/N = 6 à 11)	1,70														0,30		
	Boues physico-chimiques déshydratées (C/N = 5,5 à 17)	8,75														0,25		
	Boues physico-chimiques déshydratées chaulées (C/N=10 à 13)	6,65														0,25		
Boues digérées traitées thermiquement	Stockage de courte durée sur le site de la station (C/N = 14)	9,80														0,15		

Origine	Légende : Source Comifer Source CRAO  Type de produit	Teneur en azote total (kg N / Tonne ou m <sup>3</sup> de produit brut)	Cultures d'automne				Cultures de printemps									
			Apports de fin d'été (sur colza)	Apports d'automne			Apports de printemps sans incorporation	Apports d'automne sans CIPAN			Apports d'automne sur CIPAN			Apports de printemps		
				Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle		Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Sans incorporation	Incorporation immédiate
			Keq Cycle = Keq Bilan				Keq Cycle = Keq Bilan								Keq Cycle = Keq Bilan	
Compost de boues (C/N = 11,8)		11,50												0,15		
Matières de vidange (C/N = 11,8)		1,25												0,35		
Boues de station d'épuration de papeterie	Boues mixtes papetières C/N < 15	4,75												0,20		
	Boues mixtes papetières 15 < C/N < 20	4,15												0,10		
	Boues mixtes papetières 20 < C/N < 35	2,75												0,00		
	Boues mixtes papetières	1,55														
	Boues de désencrage 40 < C/N < 70															
Vinasse de betterave concentrée		20,00	0,50	0,15	0,20	0,05	0,45				0,10			0,50		