

Record Number: 21560
Author, Monographic: Larocque, M./Banton, O.
Author Role:
Title, Monographic: Application du nouveau module du logiciel SYLVIE au calcul du tranfert des nitrates vers la nappe
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 2001
Original Publication Date: Mai 2001
Volume Identification:
Extent of Work: 55
Packaging Method: pages incluant 3 annexes
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, rapport de recherche
Series Volume ID: 591
Location/URL:
ISBN: 2-89146-453-2
Notes: Rapport annuel 2000-2001
Abstract:
Call Number: R000591
Keywords: rapport/ ok/ dl

Application du nouveau module du logiciel
SYLVIE au calcul du transfert des nitrates vers la
nappe

Rapport No. 591

**APPLICATION DU NOUVEAU MODULE DU LOGICIEL SYLVIE AU
CALCUL DU TRANSFERT DES NITRATES VERS LA NAPPE**

Marie Larocque

Olivier Banton

INRS-Eau

Travaux réalisés pour la Direction de la Recherche Forestière (DRF)

Forêt Québec, MRN

Mai 2001

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	2
2. SYNTHÈSE DE L'INFORMATION EXISTANTE	2
2.1 INFORMATION DISPONIBLE SUR LES BLOCS ÉTUDIÉS ET SUR L'HYDROGÉOLOGIE DU SECTEUR	2
2.2 Historique des cultures	4
2.3 Historique des fertilisations	7
3. SIMULATIONS AVEC LE LOGICIEL SYLVIE	7
3.1 Simulation du devenir de l'azote inorganique dans le sol	7
3.2 Simulation du transfert des nitrates vers la nappe	9
3.2.1 Concentrations mesurées	10
3.2.2 Paramètres requis dans Sylvie	12
3.2.3 Simulation du transfert vers la nappe	14
4. RECOMMANDATIONS POUR LES PRATIQUES DE FERTILISATION	17
4.1 Diminution des pertes en nitrates hors de la zone racinaire	17
4.2 Modification du temps de transfert vers la nappe	19
5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	20
6. RÉFÉRENCES	22
7. HISTORIQUE DES CULTURES SUR LES PARCELLES ÉTUDIÉES	24
8. ANNEXE 2. HISTORIQUE DES FERTILISATIONS SUR LES PARCELLES ÉTUDIÉES	31
9. ANNEXE 3. CONTENUS EN AZOTE INORGANIQUE MESURÉS ET SIMULÉS DANS LA ZONE RACINAIRE	50

1. INTRODUCTION

L'objectif de ce travail était d'appliquer le nouveau module du logiciel Sylvie visant à simuler le transfert des nitrates de la zone racinaire vers la nappe. L'application est réalisée dans le contexte de la pépinière de Normandin où une contamination de l'eau souterraine par les nitrates a été observée en aval de la pépinière et mise en relation avec les pratiques de fertilisation sur la pépinière. Le projet était divisé en trois phases. La première consistait à faire une synthèse de l'information existante de nature agronomique et hydrogéologique. Dans la seconde phase, le logiciel Sylvie a été utilisé pour simuler le devenir de l'azote inorganique dans la zone racinaire et pour simuler les temps de transfert dans la zone infra-racinaire. La troisième phase consistait à émettre des recommandations pour des pratiques de fertilisations générant des pertes plus faibles de nitrates vers la nappe.

2. SYNTHÈSE DE L'INFORMATION EXISTANTE

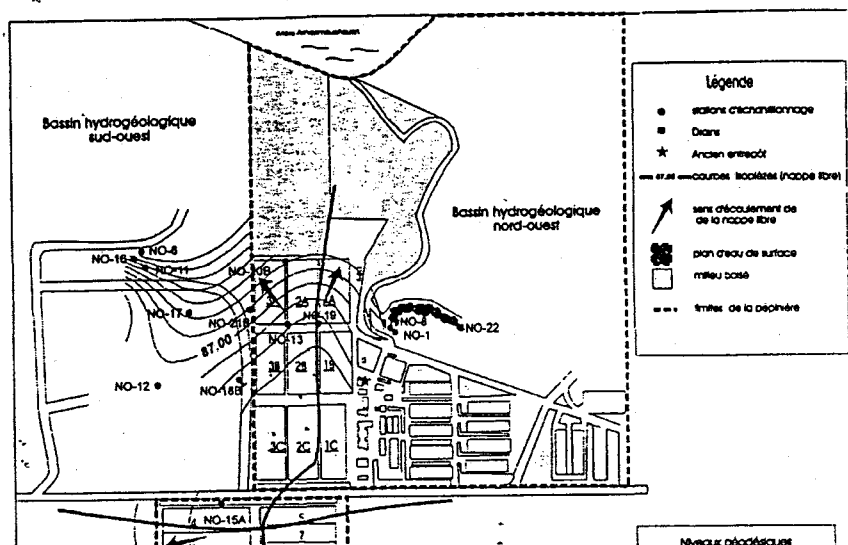
La première phase du travail a été consacrée à la compilation de toute l'information de nature agronomique, pédologique et hydrogéologique disponible sur la pépinière de Normandin. L'historique des cultures et des fertilisations sur les différents secteurs de la pépinière a été reconstitué. Toutes les analyses réalisées au cours des dernières années ont été compilées (contenus en matière organique, en nitrates et en ammonium du sol, concentrations en nitrates dans les piézomètres situés sur la pépinière et dans la source contaminée). Sur la base des informations disponibles et des études antérieures, le contexte hydrogéologique local a aussi été étudié.

La présente étude nécessitait une chronique de données la plus longue possible. À la pépinière de Normandin, les informations relatives aux fertilisations remontaient au maximum jusqu'en 1994, déterminant ainsi la date de début. Les données de 2000 n'étant pas disponibles au début de l'étude, les chroniques étudiées couvrent donc la période 1994 à 1999.

2.1 INFORMATION DISPONIBLE SUR LES BLOCS ÉTUDIÉS ET SUR L'HYDROGÉOLOGIE DU SECTEUR

Le secteur visé par la présente étude est la partie sud du secteur ouest de la pépinière.

La carte piézométrique de la Figure 1 montre que l'écoulement qui se rend à la source contaminée origine des blocs BO2A, BO2B, BO2C, BO3A, BO3B et BO3C. Cette partie du territoire a une topographie généralement plane située à environ 150 m au-dessus du niveau moyen de la mer. La partie sud et sud-ouest du site est bordée d'une terrasse donnant sur un plateau à l'aval duquel s'écoule la rivière Ashuapmuchuan, une vingtaine de mètres plus bas.

Figure 1. Carte piézométrique (tirée de Auger *et al.* (1998))

Les études de Laboratoire S.L. (1993 et 1994) ont décrit la géologie du site. Les dépôts meubles sont de différentes origines. On retrouve des sables deltaïques et éoliens qui tirent leur genèse de la Mer Laflamme. Quatre horizons principaux résument la stratigraphie : une épaisse couche de sable (environ 22 m d'épaisseur), de minces couches sub-horizontales de sable et silt ou de silt sableux et localement une couche de silt argileux d'épaisseur variable. La classification des sols est présentée au Tableau 1. Les caractéristiques hydrodynamiques associées à chaque type de sols (conductivité hydraulique, porosité, capacité au champ et masse volumique) ont été déterminées lors de la caractérisation des sols dans les pépinières du Fonds forestier (Forêt Québec, MRN) (Larocque et Banton, 2000).

Tableau 1. Type de sol associé à chaque parcelle

Parcelle	Type de sol
BO2A	Sable
BO2B	Sable loameux
BO2C	Sable
BO3A	Sable loameux
BO3B	Sable loameux
BO3C	Sable

Par ailleurs, les contenus en matière organique des vingt premiers centimètres du sol sont aussi disponibles. Le Tableau 2 résume cette information pour 1993, soit l'année de début des simulations.

Tableau 2. Contenu en matière organique (0-20 cm) associé à chaque parcelle

Parcelle	% matière organique
BO2A	5.9
BO2B	4.6
BO2C	4.9
BO3A	6.1
BO3B	6.6
BO3C	4.2

2.2 HISTORIQUE DES CULTURES

L'occupation culturale varie d'une planche à l'autre et d'une année à l'autre. Les principales espèces cultivées sont l'épinette blanche (PICGL), l'épinette noire (PICMA), le pin gris (PINBA), le pin rouge (PINRE), le pin blanc (PINST), le mélèze laricien (LALA), le mélèze européen (LAEU) et le peuplier hybride (PEUHY).

L'occupation réelle du sol a été simplifiée de manière à limiter le nombre de sous-blocs et uniformiser les types de cultures sur chaque sous-bloc. Par exemple, une culture présente sur une seule planche n'a pas été retenue au profit de la culture dominante dans ce secteur du bloc. Des cultures similaires (comme le PICMA et le PICGL) et de même âge ont aussi été regroupées. La répartition retenue est présentée en annexe. Le Tableau 3 présente les sous-blocs ainsi créés.

Tableau 3. Sous-blocs homogènes

Bloc	Sous-blocs
BO2A	BO2A-1
	BO2A-2
BO2B	BO2B-1
	BO2B-2
	BO2B-3
	BO2B-4
	BO2B-5
BO2C	BO2C-1
	BO2C-2
	BO2C-3
BO3A	BO3A-1
	BO3A-2
	BO3A-3
BO3B	BO3B-1
	BO3B-2
	BO3B-3
	BO3B-4
BO3C	BO3C-1
	BO3C-2

Les besoins en eau des plants sont à peu près inconnus. Une analyse de sensibilité du logiciel (Larocque et al, 1998) a cependant montré que ce paramètre n'a pas une très grande influence sur les résultats. Dans ce travail, on suppose que les plants de moins de quatre ans (incluant avant et après repiquage) ont un besoin en eau de 1250 ml/plant tandis que les plants de quatre ans et plus ont un besoin en eau de 2500 ml/plant. Ces besoins sont basés sur les valeurs de 0,1 et de 0,2 m utilisées par Larocque et al (2001). Les besoins en azote quant à eux sont un peu plus faciles à déterminer puisque des informations sont disponibles pour certaines espèces. Les valeurs utilisées proviennent d'analyses réalisées par les pépiniéristes de Normandin et de Ste-Luce. Lorsque les données n'étaient pas disponibles pour une espèce, les valeurs correspondant au même stade de développement pour une autre espèce sont utilisées. Les densités de plants ont été fournies par les pépiniéristes. Les valeurs retenues sont résumées dans le Tableau 4.

Tableau 4. Besoins en eau, besoins en azote et densité des plants

Culture	Âge	Besoin en eau (ml/plant/saison)	Besoin en N (mg/plant/saison)	Densité (plants/m ²)
Jachère		1	1	---
LAEU	1010	1250	230	68
LALA	0505	1250	100	80
	1515	1250	160	80
PEUHY	10	2500	300	80
PICMA	1010	1250	90	80 et 66 et 83 et 100
	1020	1250	400	80 et 83
	1030	2500	400	51, 53, 61, 80 et 100
PICGL	1010	1250	80	80 et 83
	1020	1250	300	80
	1030	1250	340	80
	1505	1250	50	84
	1515	1250	300	83
	1525	2500	500	76
	2010	2500	140	76
	2020	2500	390	77
	2030	2500	390	100
PINST	1505	1250	50	100
	1515	1250	130	80
	1525	2500	270	80
PINRE	1010	1250	50	80 et 82
	1020	1250	200	80 et 82
	1030	2500	200	62
PINBA	0505	1250	50	83
	1010	1250	50	80 et 83
	1020	1250	200	80

* : Comme dans Sylvie il n'est pas possible d'avoir une année sans culture, la jachère est représentée par des besoins en eau et en azote minimaux.

Les besoins en eau des cultures sont aussi complétés par de l'irrigation au besoin. Le Tableau 5 présente les volumes d'eau apportés aux différents blocs pendant la période d'étude.

Tableau 5 : Volumes d'irrigation apportés sur les cultures

Année	Bloc	Sous-bloc	Irrigation (mm)				
			Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
1994	BO2C	1, 2 et 3	--	12.0	--	--	--
	BO3A	1 et 2	--	24.2	--	--	--
		3	--	12.5	--	--	--
	BO3B	1, 2 et 3	--	29.5	--	--	--
	BO3C	1 et 2	--	56.6	--	--	--
1995	BO2A	1 et 2*	6.0	54.0	53.0	46.0	--
	BO2B	1, 2, 3 et 4	12.0	52.0	78.0	112.0	--
		5	12.0	52.0	60.0	68.0	--
	BO3A	1 et 2	--	56.0	84.0	110.0	--
		3*	--	56.0	80.0	85.0	--
	BO3B	1 et 4	4	44	48	56	--
		2	4	40	36	50	--
	BO3C	1	--	34	37	37	--
		2	--	34	24	32	--
	BO2A	tous	--	38.7	--	36.8	--
1996	BO2B	tous	3.9	66.4	--	63.9	--
	BO2C	tous	14.2	63.2	--	63.9	--
	BO3A	tous	13.0	--	--	--	--
	BO3B	tous	--	17.4	--	71.6	--
	BO3C	tous	--	37.4	--	65.8	--
	BO2A	tous	--	49.9	26.8	14.2	--
1997	BO2B	tous	1.9	61.4	22.7	8.5	--
	BO2C	tous	--	48.6	42.7	14.6	--
	BO3B	tous	--	57.2	40.0	14.6	--
	BO2C	tous	53.1	47.7	19.4	87.7	--
1998	BO3A	tous	27.1	38.7	15.5	34.8	--
	BO3B	tous	10	--	--	--	--
	BO3C	tous	53.0	24.5	7.7	54.2	--
	BO2A	tous	32.3	27.7	17.4	22.6	11.6
1999	BO2B	tous	--	70.0	--	--	--
	BO3A	tous	21.3	68.4	15.5	38.7	16.8
	BO3B	tous	31.0	31.0	40.0	26.4	23.2
	BO3C	tous	27.1	38.7	36.8	36.1	15.5

* : Comme deux cultures différentes ayant reçu une irrigation différente ont été regroupées pour simplifier les cultures, l'irrigation moyenne est utilisée.

2.3 HISTORIQUE DES FERTILISATIONS

Les fertilisations associées à chaque sous-bloc de culture ont été identifiées. Là aussi, des regroupements et des simplifications ont été réalisés. Par exemple, dans le cas où une seule planche d'un sous-bloc reçoit une fertilisation différente, la fertilisation qui lui est appliquée est la même que celle des planches voisines. Par ailleurs, le logiciel Sylvie limite à vingt-trois le nombre de fertilisations possibles pour une année et une unité homogène (un sous-bloc). D'autres regroupements ont été requis de manière à respecter ceci.

Un grand nombre de fertilisants différents sont appliqués au cours de la période d'étude. Les fertilisants inorganiques se retrouvent tous dans la liste des fertilisants par défaut fournie dans Sylvie. Les fertilisants organiques appliqués sont différents types de fumiers et lisiers ainsi que différents composts. Les fumiers et lisiers ont été décrits à l'aide des fertilisants organiques standards proposés dans Sylvie tandis que les composts ont été caractérisés suivant les informations fournies par les pépiniéristes (Tableau 6). Ces données sont toutefois approximatives et peuvent comporter une certaine erreur. L'Annexe 2 présente tous les fertilisants appliqués sur chacun des sous-bloc pendant la période d'étude (1994-1999).

Tableau 6. Caractéristiques des composts appliqués

Type de compost	Densité (kg/m ³)	C/N	Kg N org./kg produit	Kg N-NH ₄ /kg produit	Kg N-NO ₃ /kg produit
Compost maison	600	15	0.0096	0.000587	0.000349
Compost BU	950	74	0.0013	0.00125	0.000181

3. SIMULATIONS AVEC LE LOGICIEL SYLVIE

La deuxième phase du projet consistait à simuler le devenir de l'azote dans le sol. Les données compilées dans la première phase sur les cultures et les fertilisations ont été utilisées pour identifier les paramètres nécessaires aux simulations avec le logiciel Sylvie.

3.1 SIMULATION DU DEVENIR DE L'AZOTE INORGANIQUE DANS LE SOL

Dans une première partie, le devenir de l'azote dans la zone racinaire est d'abord simulé et les résultats sont comparés avec les contenus en azote inorganique mesurés sur le terrain.

L'historique des pratiques culturales à la pépinière de Normandin a été simulé pour chacun des six (6) blocs identifiés précédemment. Les données compilées dans la section précédente ont été utilisées pour identifier les paramètres nécessaires aux simulations avec le logiciel Sylvie.

Afin de tester l'applicabilité du logiciel Sylvie au calcul des transformations de l'azote dans la zone racinaire, le devenir de l'azote dans la zone racinaire a d'abord été simulé et les résultats comparés avec les contenus en nitrates et en ammonium mesurés sur le terrain.

Les paramètres requis pour utiliser le logiciel Sylvie sont simples et faciles d'accès (Tableau 7). Chaque sous-bloc homogène est défini comme une parcelle et chacune des années (de 1994 à 1999) est définie en termes d'irrigation, de culture et de fertilisants.

Tableau 7. Données requises dans Sylvie

Fenêtre	Donnée requise	Origine de l'information
SITE	Nom et type de sol	Tableau 1
	Contenu en matière organique	Tableau 2*
	Irrigation	Tableau 5
CULTURE	Dates de début et fin	1 ^{er} mai et 1 ^{er} novembre
	Besoin en eau	Tableau 4
	Besoin en azote	Tableau 4
	Densité de la culture	Tableau 4
	Année de croissance	Annexe 1
FERTILISANTS	Date d'application	Annexe 2
	Dose appliquée	Annexe 2

* : Dans Sylvie, les contenus en matière organique des couches sous-jacentes à la première peuvent être calculés en supposant une décroissance exponentielle à partir de la surface et un contenu en matière organique de 1% à une profondeur de 1 m.

Les contenus en azote inorganique du sol (nitrates et ammonium) ont été mesurés sur le terrain par les pépiniéristes dans les premiers 20 cm du sol. Les valeurs mesurées sont en mg N/kg sol. Elles ont été transformées en kg N/ha à l'aide de la formule suivante où la masse volumique est de 1.2 g/cm³ pour le sable et 1.16 g/cm³ pour le sable loameux (valeurs issues de Larocque et Banton, 2000) et l'épaisseur est celle de la première couche de sol, soit 0.2 m.

$$N \text{ (kg/ha)} = N \text{ (mg/kg)} \times \text{masse volumique (g/cm}^3\text{)} \times \text{épaisseur} \times 10$$

Les contenus en azote inorganique du sol ont été associés à chacun des sous-bloc selon les matricules identifiés et selon les planches où les prélèvements ont été réalisés. Ces données sont toutefois limitées en nombre. Par exemple, trois échantillonnages seulement ont eu lieu sur le bloc BO2B, sans doute en raison des

jachères fréquentes sur ce bloc (toutes les années sauf en 1995). D'autre part, il est parfois impossible d'identifier le sous-bloc d'origine d'un échantillon. Ceci se produit quand plusieurs sous-blocs ont une culture de même origine (même matricule et même âge). Parfois, plusieurs échantillons ont été prélevés d'un même sous-bloc à une date donnée. Dans ce cas, la valeur moyenne est présentée, avec une barre d'erreur verticale illustrant les valeurs mesurées maximale et minimale. Par ailleurs, comme sur le terrain, le passage de la forme NH_4^+ à la forme NO_3^- est très rapide devant le passage de N-organique à la forme NH_4^+ et comme dans le modèle, ces deux ions sont prélevés indifféremment par les plants en fonction uniquement de leur disponibilité, la somme des NH_4^+ et des NO_3^- a été calculée.

Les Figures A3.1 à A3.6 présentent la comparaison des contenus en azote inorganique simulés aux contenus en azote inorganique mesurés. Les résultats montrent que les contenus en azote inorganique sont globalement bien simulés par le modèle Sylvie. Les ordres de grandeur sont maintenus (à l'exception d'une mesure en 1995 sur le BO3C), l'ampleur des pics de contenus en azote inorganique sont bien simulés, même s'ils sont parfois décalés dans le temps.

Les blocs en jachère recevant de la fertilisation organique (BO2A-98, BO2B-99, BO3A-96, BO3B-98 et BO3C-98) montrent des contenus en azote inorganique simulés très élevés (une seule mesure est disponible pour comparaison sur le bloc BO3A). Cet effet n'est pas visible lorsque la jachère n'est pas fertilisée (cas du BO2A-94, BO2B-94 et du BO2C-95, BO3B1-97). Une analyse des données disponibles a montré que certaines jachères recevaient des quantités importantes de fertilisants organiques. Une vérification des données sources est en cours et permettra peut-être de revoir certains résultats. Si les données s'avèrent correctes, il est probable que suite aux années de jachère fortement fertilisée, le modèle simule un lessivage des nitrates trop important.

3.2 SIMULATION DU TRANSFERT DES NITRATES VERS LA NAPPE

Dans cette seconde partie des simulations, la migration des nitrates dans la zone racinaire est simulée à l'aide du nouveau module de Sylvie. Les résultats des simulations sont comparés avec les chroniques de concentrations en nitrates observées dans les puits. Cette démarche permet de tester l'applicabilité du nouveau module pour le calcul des temps de transfert vers la nappe.

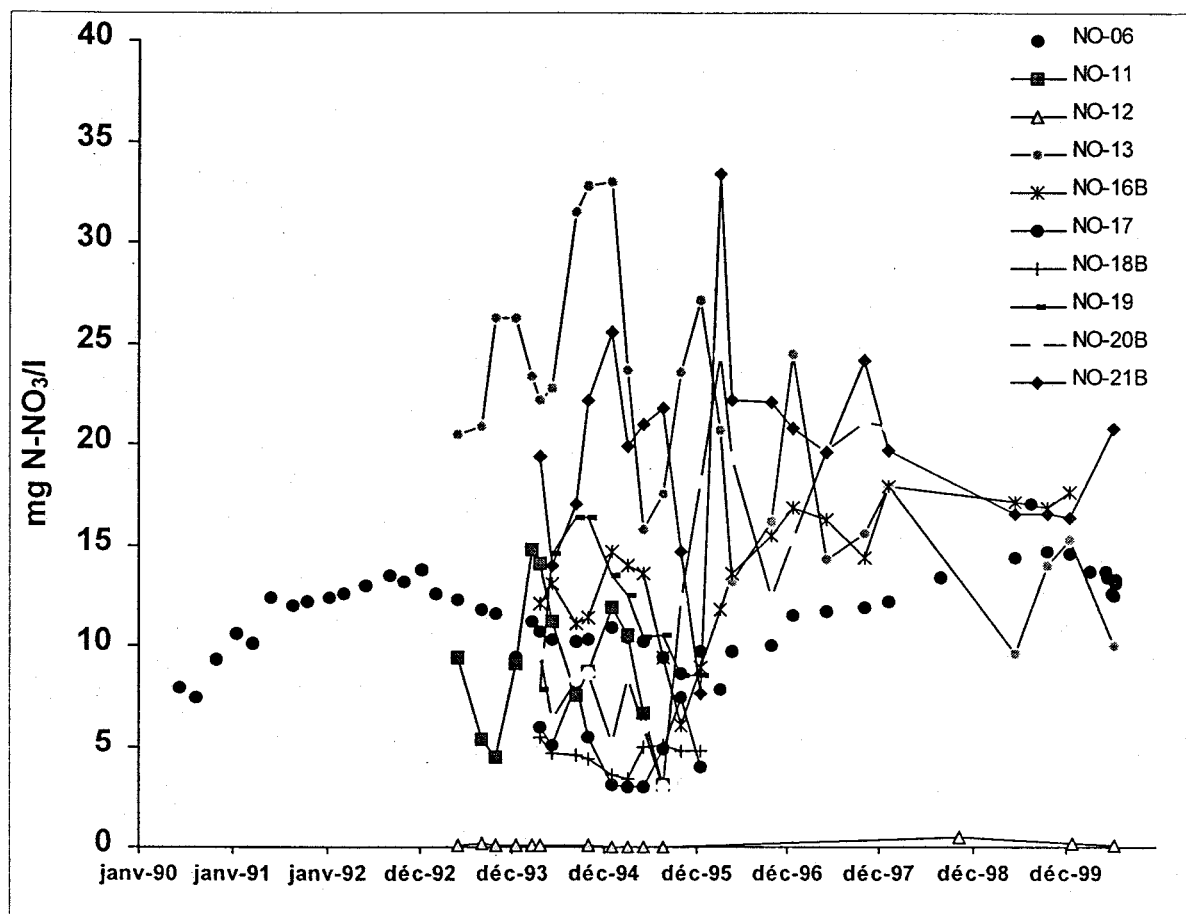
La méthodologie utilisée dans le module de calcul des temps de transfert dans le logiciel Sylvie est présentée par Larocque et al (1999).

3.2.1 Concentrations mesurées

Les concentrations en nitrates ont été mesurées dans neuf puits et dans la source contaminée entre 1993 et 1999. Certains puits ont une période d'observation courte (ex : NO-18B) alors que d'autres couvrent toute la période de l'étude (ex : NO-13). Le puits NO-12 présente des concentrations presque nulles pendant toute la période où il a été suivi avec un maximum de 0.47 mg N-NO₃⁻/l mesuré en novembre 1998. Les concentrations aux puits NO-12 et NO-13 (situés en aval des blocs cultivés et en amont de la source) ont des concentrations inférieures à celles mesurées à la source. Avec les valeurs mesurées au NO-12, ces faibles concentrations sont peut-être un indice d'un écoulement plus complexe que celui représenté par la carte piézométrique des Laboratoires S.L.(1981)inc. (1994). Les autres puits présentent des concentrations assez variables dans l'espace et dans le temps, allant de 2.94 mg N-NO₃⁻/l (NO-17 en mars 1995) à 33.34 mg N-NO₃⁻/l (NO-21B en avril 1996). Ce comportement est peut-être le résultat d'apports en nitrates au sol très variables dans le temps et dans l'espace.

Le puits NO-19, situé sur la ligne de partage des eaux, présente des concentrations similaires à celles de la source. Cette situation à l'amont de l'écoulement explique probablement ces valeurs relativement faibles puisque la charge en nitrates augmente normalement vers l'aval.

Figure 2. Concentrations en nitrates mesurées



Les concentrations à la source (NO-6) présentent des concentrations moins variables, sans doute en raison de l'homogénéisation des apports de nitrates sur l'épaisseur de l'aquifère. Les concentrations mesurées à la source varient de 7.41 N-NO₃/l (en août 1990) à 17 N-NO₃/l (en août 1999). La Figure 2 montre que les concentrations ont été à la hausse jusqu'en 1993, pour redescendre jusqu'à l'hiver 1996 et ensuite remonter jusqu'à l'été 1999. Depuis cette date, les concentrations en nitrates dans la source sont à la baisse. Les concentrations mesurées dans le puits NO-16B voisin montrent des variations similaires, quoique un peu amplifiées. Les concentrations au NO-11 (situé légèrement en amont) ne peuvent être mises en relation avec celles de la source en raison d'une courte période de mesure (mai 93 à août 95).

3.2.2 Paramètres requis dans Sylvie

Les niveaux d'eau ont été mesurés lors du forage des puits (Laboratoires S.L.(1981) inc., 1994). L'épaisseur de la zone non saturée est assez peu variable dans l'espace (Tableau 8). Vis-à-vis des blocs cultivés, l'épaisseur de la zone non saturée varie entre 12.20 et 14.78 m. Les calculs de temps de transfert seront donc réalisés d'abord avec la profondeur moyenne de 13.50 m et des épaisseurs extrêmes de 10 et 17 m seront aussi testées.

Tableau 8. Profondeur de la nappe

Nom forage	Nom puits	Prof. nappe (m)	Localisation
TF1/TF1A	NO-11	16.84/15.05	Immédiatement en amont de la source contaminée
TF2	NO-12	12.24	Entre les blocs cultivés et la source contaminée
TF3/TF3A	NO-13	13.24/13.64	À l'intersection des blocs 2A, 2B, 3A et 3B
TF4	??	12.27	Dans secteur d'étude, forage actuel non identifié
TF6	NO-16	18.11	Voisin de la source contaminée
TF7	NO-17	16.06	Entre les blocs cultivés et la source contaminée
TF8	NO-18B	12.20	Immédiatement en aval du bloc 3B
TF9	NO-19	12.89	Sur la ligne de partage des eaux
TF10	NO-20B	14.78	À la limite des blocs cultivés (entre 2A et 3A)
TF11	NO-21B	14.35	Immédiatement en aval du bloc 3A

La description stratigraphique réalisée au moment de la réalisation des forages (Laboratoires S.L.(1981) inc., 1994) est présentée au Tableau 9. De manière générale, le terrain rencontré varie du sable fin contenant des quantités variables de silt et gravier au sable silteux. Par contre, certains horizons (peu épais) contiennent des traces d'argile. Les calculs de temps de transfert sont réalisés avec un seul type de matériau. Il est donc nécessaire de voir l'influence de différentes textures sur les résultats. Les textures testées sont le sable et le sable loameux (silteux).

La simulation des contenus en azote inorganique dans les sols a montré que, en raison de la similitude des espèces et des fertilisations, les contenus en azote inorganique du sol sont sensiblement les mêmes d'un sous-bloc à l'autre. Pour cette raison, le calcul du temps de transfert a été réalisé à partir d'un seul sous-bloc dans chaque bloc. Ce sous-bloc a été choisi pour être le plus représentatif possible des cultures présentes sur la pépinière.

Tableau 9. Terrains rencontrés dans la zone non saturée

Nom forage	Nom puits	Nature du terrain rencontré dans la zone non saturée	Épaisseur (m)
TF1/TF1A	NO-11	Sable fin contenant des quantités variables de silt et gravier	14.3
		Silt sablonneux contenant un peu d'argile	0.40
		Sable fin contenant des quantités variables de silt	1.34
TF2	NO-12	Sable fin silteux	1.40
		Sable fin contenant des quantités variables de silt	10.74
TF3/TF3A	NO-13	Sable fin silteux	0.75
		Sable fin contenant des quantités variables de silt	12.49
TF4	??	Sable fin contenant des quantités variables de silt et de gravier et parfois des traces de matière organique	12.27
TF6	NO-16	Sable fin silteux contenant des traces de racines	0.75
		Sable fin contenant des quantités variables de silt et gravier	15.5
		Silt et sable à sablonneux contenant des traces d'argile	0.65
		Sable contenant des quantités variables de silt	1.21
TF7	NO-17	Sable fin silteux contenant un peu de matière végétale	0.60
		Sable fin contenant des quantités variables de silt et gravier et localement des traces d'argile	13.55
		Sable fin silteux contenant parfois des traces d'argile	2.66
TF8	NO-18B	Sable fin silteux avec traces de racines	0.90
		Sable fin contenant des quantités variables de silt et gravier	11.30
TF9	NO-19	Sable fin silteux	0.75
		Sable fin contenant des quantités variables de silt et gravier	12.14
TF10	NO-20B	Sable fin silteux	0.60
		Sable fin contenant des quantités variables de silt et gravier	12.80
		Sable fin contenant des traces d'argile	1.10
		Sable fin avec quantités variables de silt	0.28
TF11	NO-21B	Sable fin contenant des quantités variables de silt et gravier	12.80
		Sable fin et silt à silteux contenant des traces d'argile	0.60
		Silt et sable à sablonneux contenant des traces à un peu d'argile	0.90

La modification de pratique culturale apportée a consisté en une diminution de la moitié des fertilisations pendant la seconde année simulée (1994). Dans plusieurs cas, il y avait une jachère fertilisée en 1994. La moitié des fertilisations organiques ont donc été supprimées (2 sur 4 en moyenne). Dans les autres cas, il y avait une culture en 1994 et la moitié de l'ensemble des fertilisations a été supprimée. Toutefois, lorsque la seconde année de simulation est occupée par une jachère non fertilisée, il est alors nécessaire d'augmenter la fertilisation. Cette situation s'est présentée pour le bloc BO2B en 1994 et une application de fumier de bovins laitiers à raison de 21100 kg/ha a été utilisée (valeur type pour ce genre de fertilisant organique).

3.2.3 Simulation du transfert vers la nappe

Les temps de transfert calculés pour chacun des scénarios de bloc, de type de sol et de profondeur de nappe sont présentés au Tableau 10. De manière à quantifier l'importance de la précision apportée au paramètre profondeur de la nappe, une analyse de sensibilité a été réalisée. Le coefficient de sensibilité relatif, S_r , est calculé comme suit (F est le temps de transfert et X est la profondeur de la nappe).

$$S_r = (\Delta F/F) / (\Delta X/X)$$

Tableau 10. Temps de transfert calculés

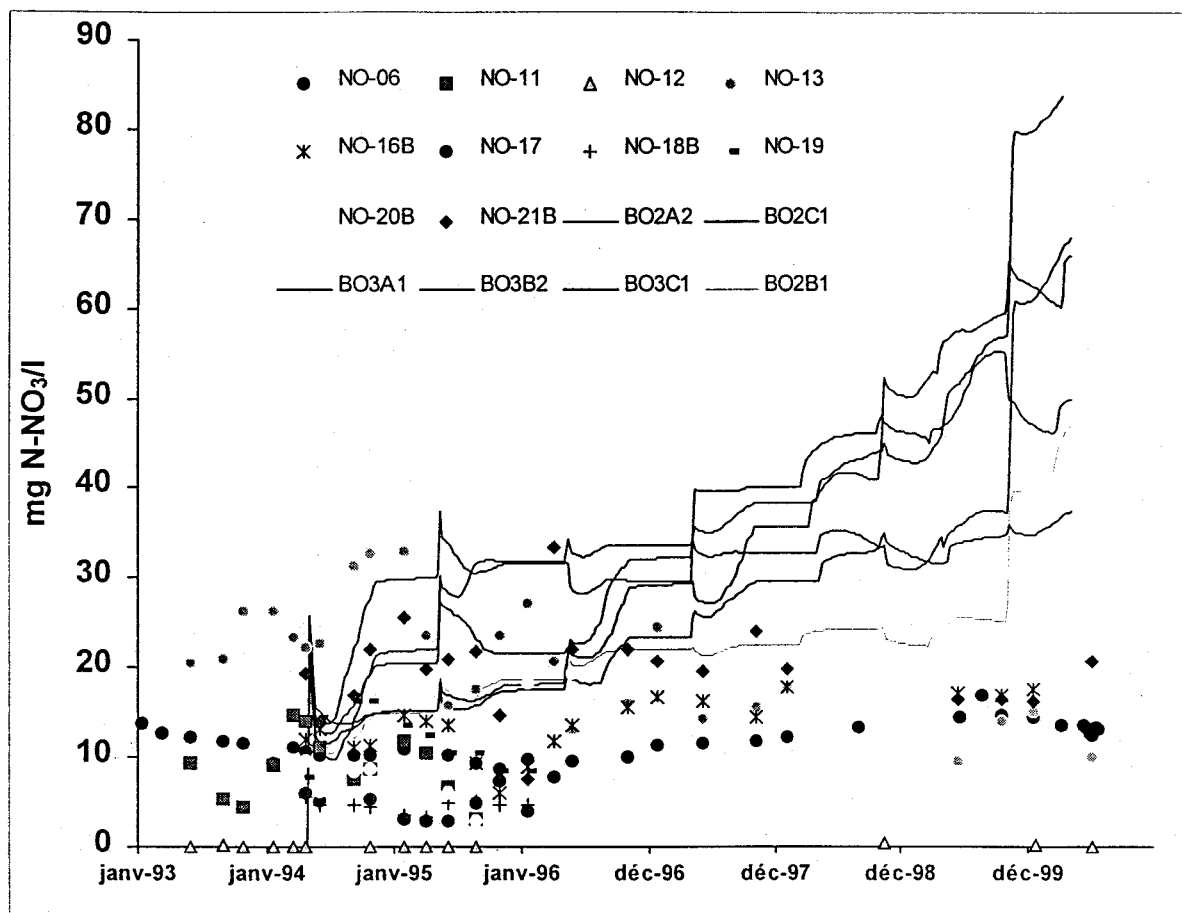
Bloc	Type de sol	Profondeur de la nappe (m)	Temps de transfert (jours)	S_r
BO2A-2	Sable	10	756	0.70
		13.5	925	
		17	1093	
	Sable loameux	10	919	0.77
		13.5	1148	
		17	1380	
BO2B-1	Sable	10	740	0.69
		13.5	902	
		17	1064	
	Sable loameux	10	895	0.77
		13.5	1117	
		17	1339	
BO2C-1	Sable	10	757	0.75
		13.5	872	
		17	1094	
	Sable loameux	10	919	0.78
		13.5	1150	
		17	1381	
BO3A-1	Sable	10	694	0.73
		13.5	857	
		17	1021	
	Sable loameux	10	851	0.80
		13.5	1074	
		17	1298	
BO3B-2	Sable	10	747	0.71
		13.5	916	
		17	1084	
	Sable loameux	10	909	0.78
		13.5	1139	
		17	1370	
BO3C-1	Sable	10	706	0.69
		13.5	925	
		17	1037	
	Sable loameux	10	865	0.80
		13.5	1092	
		17	1319	

Les résultats montrent que les temps de transfert calculés sont plus courts lorsque la zone infra-racinaire est un sable que lorsqu'elle est un sable loameux. Ils augmentent aussi avec l'épaisseur de la zone infra-racinaire. Les temps de transfert obtenus varient de 694 à 1381 j. Dans le rapport d'Envir'Eau Puits (1999), les auteurs considèrent une conductivité hydraulique de 5.5×10^{-4} cm/s et une porosité efficace de 0.35. En utilisant un gradient hydraulique unitaire (dû à l'effet gravitaire uniquement), ils suggèrent un temps de transfert variant entre 15 et 30 jours pour une épaisseur moyenne de 15 m. Dans Sylvie, la conductivité hydraulique (à saturation) utilisée dans les calculs est beaucoup plus grande (5.8×10^{-3} m/s pour un sable et 1.7×10^{-3} m/s pour un sable loameux), la porosité efficace étant similaire (0.35 pour un sable et de 0.31 pour un sable loameux). Sylvie calcule des temps de transfert beaucoup plus longs, malgré des conductivités hydrauliques plus fortes. Ceci provient du fait que dans Sylvie, la vitesse de migration dans la zone infra-racinaire (non saturée) est calculée en fonction de la teneur en eau du sol : lorsque le sol n'est pas saturé, la vitesse diminue suivant une fonction cubique de la teneur en eau. Les résultats obtenus paraissent donc plus réalistes que les valeurs proposées précédemment. En l'absence d'une tendance marquée dans les concentrations en nitrates mesurées dans la nappe (Auger et al., 1998), il est cependant impossible de vérifier ces résultats par comparaison avec les concentrations en nitrates mesurées aux différents puits.

Les coefficients de sensibilité relatifs sont du même ordre de grandeur pour les deux types de sols et varient entre 0.69 et 0.80. Ces valeurs sont relativement élevées et indiquent l'importance de connaître le mieux possible la profondeur de la nappe (un paramètre facile à quantifier). Les coefficients de sensibilité relatifs obtenus sont similaires à ceux obtenus pour les paramètres reliés à la minéralisation de la matière organique (Larocque et al., 2001). Ces résultats montrent que l'ajout du module de calcul des temps de transfert dans la zone infa-racinaire n'a pas introduit de paramètres ayant un poids excessif en comparaison des autres paramètres utilisés dans Sylvie.

Pour comparer de manière rigoureuse les concentrations en nitrates simulées moyennes avec les concentrations en nitrates mesurées, il serait nécessaire d'avoir un puits mesurant les concentrations en nitrates immédiatement sous le sous-bloc étudié. Par ailleurs, l'échantillon d'eau devrait être prélevé dans la partie supérieure de la nappe (pas de mélange) de manière à représenter les mêmes conditions que les résultats des simulations. Une comparaison des concentrations en nitrates simulées moyennes et mesurées a néanmoins été réalisée pour une zone infra-racinaire formée de sable loameux (Figure 3) ayant une épaisseur de 13.5 m. Les concentrations simulées pour une zone racinaire formée de sable sont similaires (résultats non présentés).

Figure 3. Comparaison des concentrations en nitrates simulées moyennes (zone racinaire formée de sable loameux) et mesurées



Les concentrations simulées sont systématiquement plus importantes que les concentrations mesurées. Il est difficile de vérifier l'exactitude des résultats des simulations puisque les mesures ne représentent pas la même chose. Les concentrations mesurées représentent le contenu en nitrates dans la colonne d'eau de la nappe (et non pas dans sa partie supérieure). L'apport en nitrates venant de la surface a donc pu se diluer dans toute la colonne d'eau.

Il est important de souligner le fait que les simulations réalisées dans Sylvie utilisent des scénarios moyens de précipitations (précipitations simulées de manière statistique sur la base des valeurs moyennes à long terme). Une ou plusieurs années sèches (ou humides) peuvent avoir un impact important sur les flux de nitrates hors de la zone racinaire et donc un impact sur les concentrations en nitrates mesurées à la source voisine. Les temps de transfert calculés à l'aide de Sylvie doivent donc être utilisés comme un ordre de grandeur des temps de transfert possibles.<

4. RECOMMANDATIONS POUR LES PRATIQUES DE FERTILISATION

La troisième phase du projet consiste à tester différents scénarios de pratiques de fertilisations alternatives (ayant un potentiel de contamination de l'eau souterraine plus faible) à l'aide du logiciel Sylvie. Des recommandations sont faites dans le but de diminuer l'apport en nitrates à la nappe.

Dans cette optique, il est pertinent de tester différents scénarios avec Sylvie. Différents scénarios de pratiques de fertilisations alternatives ayant un potentiel de contamination de l'eau souterraine plus faible ont été testés à l'aide du logiciel Sylvie. Les résultats obtenus permettent de faire des recommandations dans le but de diminuer l'apport en nitrates à la nappe.

Le choix du scénario type s'est porté sur le bloc BO3A, particulièrement le sous-bloc 2 (BO3A-2) car il comporte une seule année de jachère et est cultivé avec du PINBA et du PICGL, des espèces très fréquentes à la pépinière de Normandin.

4.1 DIMINUTION DES PERTES EN NITRATES HORS DE LA ZONE RACINAIRE

Les modifications apportées aux pratiques culturales sont testées à titre indicatif de manière à obtenir un ordre de grandeur de diminution des pertes en nitrates hors de la zone racinaire. Dans Sylvie et dans le nouveau module de transfert vers la nappe, on suppose que les nitrates ne subissent aucune modification une fois sortis de la zone racinaire, migrant ensuite vers la nappe comme un traceur. Une évaluation de l'impact d'un changement de pratique sur les flux de nitrates hors de la zone racinaire permettent donc d'estimer cet impact sur la nappe, impact se produisant après un délai correspondant au temps de transfert.

Les doses de fertilisants inorganiques appliqués de 1994 à 1999 n'ont pas été modifiés, considérant qu'elles ont été déterminées pour répondre le plus précisément possible aux besoins des plants et qu'aucune modification n'est requise à cet égard. Les pratiques alternatives étudiées sont reliées à la gestion de l'azote organique du sol. Le premier paramètre testé est le contenu en matière organique du sol en début de simulation. Larocque et al. (2001) ont montré que ce paramètre a une grande influence sur les résultats, une augmentation de ce paramètre faisant augmenter le lessivage des nitrates hors de la zone racinaire. Les pépiniéristes peuvent modifier ce contenu par leur choix de fertilisants organiques. Le second paramètre testé est la dose d'azote apporté par le biais des fertilisants organiques sur les jachères. Dans les sections précédentes, il a été observé que ce paramètre semble avoir des impacts sur les quantités d'azote inorganique dans le sol et par conséquent sur le lessivage des nitrates hors de la zone racinaire. Le dernier paramètre testé est le rapport C/N des composts appliqués. En effet, plus le rapport C/N sera élevé, moins il y aura de minéralisation et plus longtemps le compost restera sur le sol. Les pépiniéristes ont un impact direct sur ce

paramètre puisqu'ils peuvent choisir le compost appliqué. Les différents scénarios testés sont présentés au Tableau 11. Dans tous les cas, la comparaison est faite à l'aide du flux de nitrates lessivés hors de la zone racinaire pendant toute la période d'étude (1994-1999).

Tableau 11. Scénarios de fertilisation testés

Paramètre	Scénario testé	Cumul des nitrates lessivés (kg N/ha)	Sr
Contenu en matière organique du sol	Contenu en matière organique réel	1229	
	Diminuée de 50%	874	0.59
	Augmentée de 50%	1597	
Fertilisation organique de la jachère (1996)	Fertilisation organique réelle	1229	
	Doses diminuée de 50%	1026	0.24
	Doses augmentées de 50%	1318	
Impact du rapport C/N du compost appliqué sur la jachère (1996)	C/N = 15 (réel)	1229	
	C/N = 30 (doublé)	1202	-0.02
	C/N = 60 (quadruplé)	1151	

Les résultats montrent que la masse de nitrates lessivée hors de la zone racinaire augmente avec le contenu en matière organique du sol. Ceci provient du fait que plus le sol est riche en matière organique, plus celle-ci peut se minéraliser et produire ainsi des nitrates qui, s'ils ne sont pas prélevés par les plants, pourront migrer vers la nappe. La masse de nitrates lessivée hors de la zone racinaire augmente aussi avec la dose de fertilisant organique appliquée sur la jachère de 1996. Ce résultat était prévisible puisqu'il n'y a aucune culture pour prélever l'excédent d'azote appliqué. Les résultats montrent aussi que la masse de nitrates lessivée hors de la zone racinaire diminue très légèrement avec l'augmentation du rapport C/N du compost appliqué en 1996 (sur la jachère). En théorie, une augmentation du rapport C/N du sol (par le biais d'un fertilisant organique ayant un C/N élevé) a pour effet de ralentir la minéralisation de la matière organique (en favorisant l'immobilisation) et donc de diminuer la production des nitrates et leur migration hors de la zone racinaire. Bien qu'une diminution du flux de nitrates soit observée, l'impact de la pratique testée est très faible dans Sylvie, peut-être parce que la composition d'un seul compost a été testée dans une très longue suite de fertilisations inorganiques.

L'analyse de sensibilité réalisée sur les résultats de Sylvie montrent que, parmi les pratiques testées, c'est la modification du contenu en matière organique du sol qui a le plus grand impact sur le lessivage des nitrates hors de la zone racinaire. Ceci indique l'importance de contrôler les contenus en matière organique du sol de manière à avoir un sol suffisamment structuré, mais qui ne générera pas de pertes de nitrates excessives. D'après Sylvie, les doses de fertilisant organique appliquées sur la jachère de 1996 ont aussi un impact non négligeable sur la pertes de nitrates vers les eaux

souterraines tandis que le choix d'un compost ayant un rapport C/N plus élevé ne les diminue pas de manière significative.

Ces résultats présentent l'impact d'un nombre restreint de pratiques agricoles. La démarche présentée permet néanmoins d'identifier des avenues pertinentes pour la réduction des pertes environnementales de nitrates, notamment en ce qui concerne le choix des types et des doses de fertilisants organiques appliqués en période de jachère. De plus, la démarche utilisée peut facilement être répétée par les utilisateurs de Sylvie dans différentes conditions de cultures et de fertilisations, de manière à tester des scénarios qui seraient pertinents dans un contexte donné.

Il est important de rappeler que dans Sylvie, on ne peut voir d'impact des changements de pratiques culturales sur la croissance des plants. Il est donc possible que certains scénarios soient trop extrêmes pour permettre la croissance normale des plants et ne puissent pas être implantés sur le terrain.

4.2 MODIFICATION DU TEMPS DE TRANSFERT VERS LA NAPPE

Les facteurs affectant le temps de transfert vers la nappe sont la nature de la zone racinaire, la nature de la zone infra-racinaire, l'épaisseur de la zone infra-racinaire et la recharge de la nappe (infiltration). De ces facteurs, seule la recharge de la nappe peut être modifiée par l'intervention des pépiniéristes par le biais de l'irrigation. Dans ce cas, le résultat étudié est l'impact de la recharge sur les temps de transfert vers la nappe.

Toujours avec le bloc BO3A-2, deux scénarios d'irrigation ont été testés, le premier en doublant l'irrigation réelle appliquée et le second en divisant l'irrigation réelle de moitié (Tableau 12). Les temps de transfert sont calculés avec une zone infra-racinaire formée de sable loameux et la nappe située à une profondeur de 13.5 m. Les résultats sont présentés au Tableau 13.

Tableau 12. Scénarios d'irrigation testés

Année	Irrigation (mm)		
	Réelle	Doublée	Diminuée de moitié
1994	24.2	48.4	12.1
1995	250.0	500.0	125.0
1996	13.0	26.0	6.5
1997	0	0	0
1998	116.1	232.2	58.1
1999	160.7	321.4	80.4
total	564.0	1128.0	282.0

Tableau 13. Influence de l'irrigation

Irrigation	Temps de transfert (j)	Sr
Réelle	1084	0.10
Doublée	987	
Diminuée de moitié	1145	

Une augmentation de l'infiltration diminue le temps de transfert et vice-versa. Plus il y a d'irrigation appliquée au champ, plus le temps de séjour des nitrates dans la zone racinaire et dans la zone infra-racinaire sera courte (et moins longtemps ils seront disponibles pour les plantes), et plus vite les nitrates atteindront la nappe. Ce résultat s'explique par la plus grande teneur en eau résultant d'une augmentation de l'irrigation. En effet, plus la teneur en eau du sol (en zone non saturée) augmente, plus la conductivité hydraulique augmente, ce qui facilite l'infiltration. Le coefficient de sensibilité relatif est relativement faible, ce qui indique que l'information relative à l'irrigation n'a pas besoin d'être très précise. Les résultats mettent néanmoins en évidence un lien direct entre les pratiques d'irrigation et les temps de transfert des nitrates vers la nappe.

Ici aussi, il est important de rappeler que dans Sylvie, on ne peut voir d'impact d'une modification de l'irrigation sur la croissance des plants. Il est donc possible que les scénarios testés ne soient pas optimaux en termes de disponibilité de l'eau pour les plants et ne puissent être implantés sur le terrain.

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les résultats montrent que le modèle Sylvie permet de simuler relativement bien les contenus en azote inorganique mesurés dans la zone racinaire. En période de culture, le modèle reproduit bien l'amplitude des valeurs mesurées ainsi que leurs variations annuelles. Cependant, en période de jachère, les résultats du modèle indiquent la nécessité de vérifier les quantités d'azote apportée par les engrais organiques.

Le module de calcul des temps de transfert s'est avéré facile à utiliser. Tout comme pour le calcul des transformations de l'azote dans la zone racinaire, les données requises aux temps de transfert dans la zone infra-racinaire sont simples et faciles d'accès. Les temps de transfert calculés apparaissent réalistes et sont considérés pertinents. La comparaison entre les concentrations moyennes simulées au sortir de la zone non saturée et les concentrations mesurées directement dans la nappe montrent des valeurs différentes. Ceci s'explique par la nature différente des deux types de concentrations, les concentrations mesurées étant représentatives de l'ensemble de la nappe et les concentrations simulées étant représentatives des flux issus de la zone

non saturée, possiblement représentatives des l'eau de la partie superficielle de la nappe (sans mélange).

Les recommandations de fertilisation ont permis d'identifier un certain nombre de pratiques culturales susceptibles de réduire les pertes en nitrates à l'environnement. Ainsi, l'application de Sylvie a montré qu'une diminution du contenu en matière organique du sol et la diminution des doses des fertilisants organiques appliqués en période de jachère ont un effet positif sur la réduction des pertes de nitrates vers l'eau souterraine. Une utilisation minimale de l'irrigation permet quant à elle d'augmenter les temps de transfert des nitrates dans la zone racinaire (permettant une meilleure absorption par les plants) et dans la zone infra-racinaire.

L'utilisation du module de transfert de Sylvie permet de faire certaines recommandations à mettre en oeuvre dans une prochaine version du logiciel. Ces modifications visent une utilisation plus facile et plus répandue du logiciel.

- Il serait intéressant d'intégrer dans Sylvie une base de données de cultures avec leurs besoins en eau et en azote respectifs (un peu comme dans le cas des fertilisations). Même si ces paramètres ont relativement peu d'impacts sur les résultats des simulations (Larocque et al., 2001), cet ajout faciliterait l'utilisation de l'outil.
- Il serait aussi pertinent de rendre plus conviviale la saisie des fertilisations, de permettre d'en retirer ou d'en ajouter une parmi la liste sans devoir recommencer la liste au complet. De plus, il serait utile de permettre la saisie de plus de 23 fertilisations. Il faudrait peut-être ainsi revoir la manière dont les fertilisations sont saisies.
- Une amélioration de l'interface avec Plantec faciliterait la saisie des données et donc l'utilisation de Sylvie. Cet interface permettrait d'éviter le traitement et la saisie des données à partir des fichiers Excel (eux-même extraits de Plantec), diminuant ainsi les risques d'erreur.

6. RÉFÉRENCES

Auger, D., P. Petitclerc et A. Schreiber. 1998. Résultats du programme de suivi de la qualité des eaux mené entre les mois de juin 1990 et de novembre 1997. Pépinière de Normandin. Rapport interne.

Envir'Eau Puits. 1999. Validation de deux rapports hydrogéologiques de la firme Les Laboratoires S.L.(1981) inc. Étude réalisée pour le ministère des ressources naturelles.

Larocque, M., O. Banton, J. Gagnon et C. Camiré. 2001. Using modeling for the management of inorganic nitrogen in the soils of forest tree nurseries. Accepté pour publication dans la revue Soil Science Society of America Journal.

Larocque, M. et O. Banton. 2000. Caractérisation des sols dans les pépinières du Ministère des Ressources Naturelles du Québec. Rapport Final. Rapport INRS-Eau.

Larocque, M., O. Banton et M.A. Gosselin. 1999. Simulation du transfert dans la zone infra-racinaire. Nouveau module dans Sylvie. Rapport INRS-Eau.

Larocque, M., S. Fouletier et O. Banton. 1998. Validation des paramètres du cycle de l'azote du logiciel Sylvie. Rapport INRS-Eau.

Les Laboratoires S.L.(1981) inc. 1994. Étude hydrogéologique complémentaire. Contamination à l'azote. Pépinière de Normandin. Dossier SL-94G026

Les Laboratoires S.L.(1981) inc. 1993. Étude hydrogéologique. Pépinière de Normandin. Dossier SL-93G021.

7. HISTORIQUE DES CULTURES SUR LES PARCELLES ÉTUDIÉES

PINBA LALA LAEU Jachère PICGL PICMA PINRE PINST PEUHY

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
BO2A	SOUS-BLOC1													SOUS-BLOC2																						
1994																																				
	Jachère													Jachère																						
1995																																				
	PICMA 1010													PICMA 1010																						
1996																																				
	PICMA 1020													PICMA 1020																						
1997																																				
	PICMA 1030													PICMA 1030																						
1998																																				
	Jachère													Jachère																						
1999																																				
	LAEU 1010													PICMA 1010																						

 PINBA
  LALA
  LAEU
  Jachère
  PICGL
  PICMA
  PINRE
  PINST
  PEUHY






















	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
B02B	SOUS-BLOC1					SOUS-BLOC2										SOUS-BLOC3										SOUS-BLOC4										SOUS-BLOC5								
1994																																												
	Jachère					Jachère										Jachère										Jachère										Jachère								
1995																																												
	PICMA 1010					PICMA 1010										PICMA 1010										PICMA 1010										PICGL 1010								
1996																																												
	PICMA 1020					Jachère										PICMA 1010										Jachère										PICGL 1020								
1997																																												
	PICMA 1030					Jachère										PICMA 1020										Jachère										PICGL 1030								
1998																																												
	Jachère					Jachère										Jachère										Jachère										Jachère								
1999																																												
	Jachère					Jachère										Jachère										Jachère										Jachère								

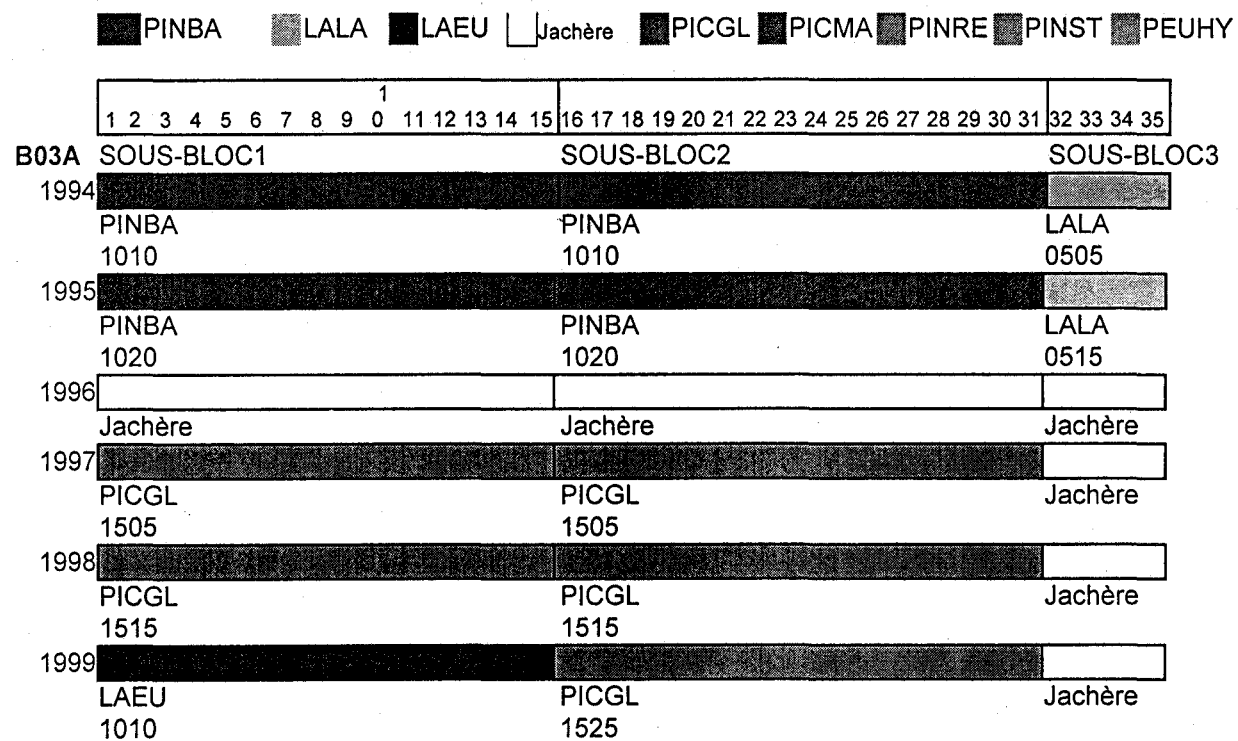
 PINBA
  LALA
  LAEU
  Jachère
  PICGL
  PICMA
  PINRE
  PINST
  PEUHY

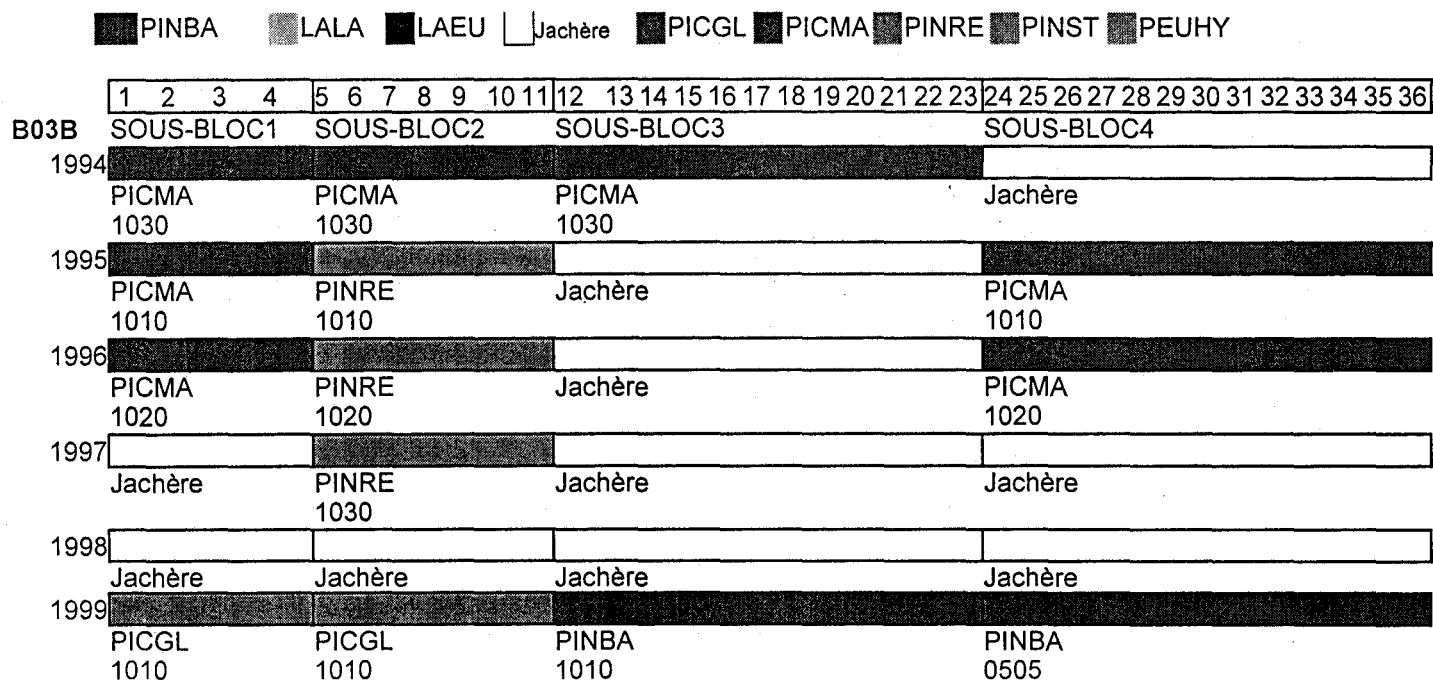
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

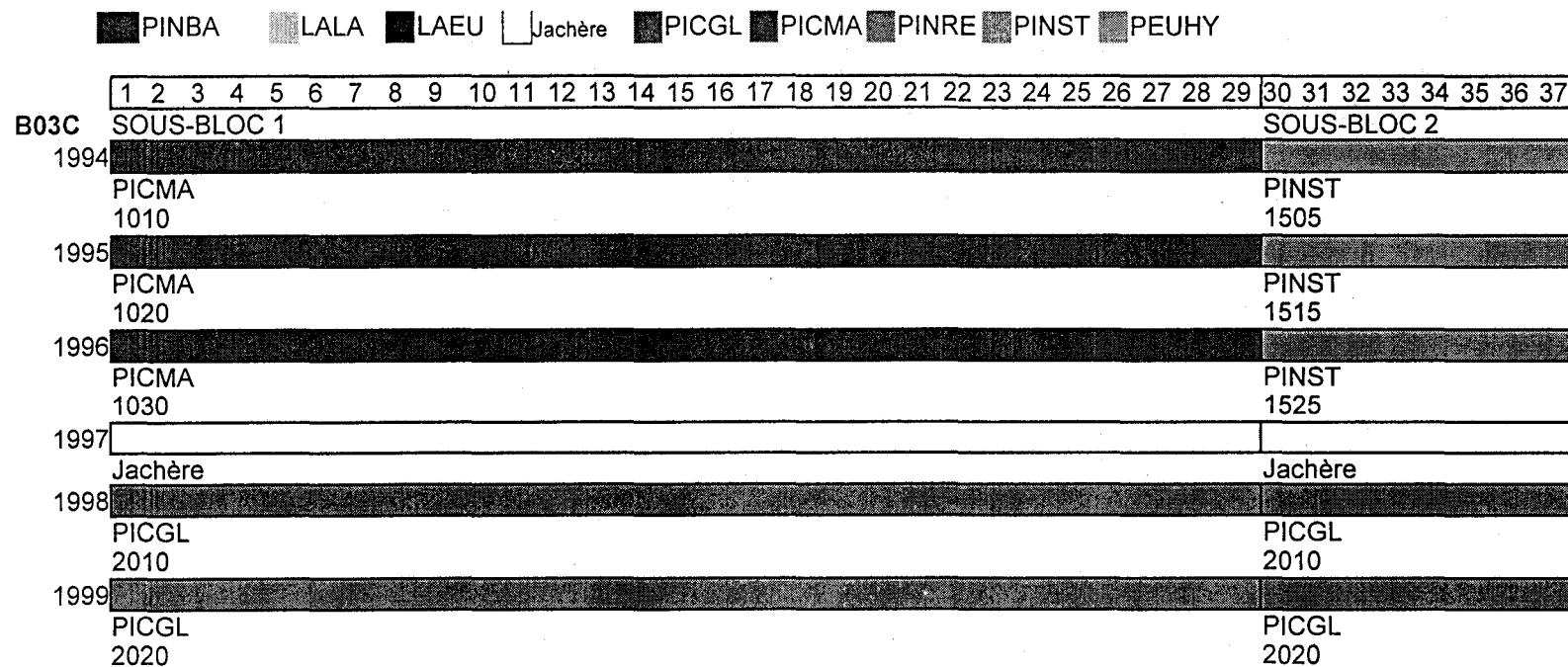
B02C SOUS-BLOC1 SOUS-BLOC2

SOUS-BLOC3

1994			
	PICGL 2030	PICGL 2030	PICGL 2030
1995			
	Jachère	Jachère	Jachère
1996			
	PINRE 1010	PICMA 1010	PICMA 1010
1997			
1997			
	PINRE 1020	PICMA 1020	PICMA 1020
1998			
	PEUHY 0010	PICMA 1030	PEUHY 0010
1999			
	Jachère	Jachère	Jachère







8. ANNEXE 2. HISTORIQUE DES FERTILISATIONS SUR LES PARCELLES ÉTUDIÉES

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
BO2A							
26/05/94	Jachère		23750.00	COMPOST_B.U.	29.61	4.30	30.88
20/06/94	Jachère		21149.00	LISIER/BOVIN			
08/06/95	PICMA	1010	24.10	10.52.10	2.19	0.22	
10/06/95	PICMA	1010	25.10	10.52.10	2.28	0.23	
20/06/95	PICMA	1010	24.80	10.52.10	2.26	0.22	
28/06/95	PICMA	1010	26.20	10.52.10	2.38	0.24	
04/07/95	PICMA	1010	42.20	28.14.14	10.09	1.73	
12/07/95	PICMA	1010	40.80	12.12.12	2.45	2.45	
16/07/95	PICMA	1010	29.55	34.0.0	5.02	5.02	
24/07/95	PICMA	1010	29.70	34.0.0	5.05	5.05	
28/07/95	PICMA	1010	38.40	28.14.14	9.18	1.57	
31/07/95	PICMA	1010	31.40	34.0.0	5.34	5.34	
01/08/95	PICMA	1010	75.90	8.20.30G	6.07		
07/08/95	PICMA	1010	36.20	10.52.10	3.29	0.33	
14/08/95	PICMA	1010	35.00	10.52.10	3.19	0.32	
30/08/95	PICMA	1010	15.20	15.30.15	1.60	0.68	
30/08/95	PICMA	1010	15.20	34.0.0	2.58	2.58	
05/09/95	PICMA	1010	14.20	15.30.15	1.50	0.63	
05/09/95	PICMA	1010	14.20	34.0.0	2.41	2.41	
12/09/95	PICMA	1010	28.60	34.0.0	4.86	4.86	
18/09/95	PICMA	1010	37.40	34.0.0	6.36	6.36	
25/09/95	PICMA	1010	38.20	34.0.0	6.49	6.49	
19/05/96	PICMA	1020	87.20	12.12.12	5.23	5.23	
24/05/96	PICMA	1020	53.80	34.0.0	9.15	9.15	
31/05/96	PICMA	1020	32.20	46.0.0	14.81		
03/06/96	PICMA	1020	50.90	34.0.0	8.65	8.65	
06/06/96	PICMA	1020	28.90	46.0.0	13.29		
11/06/96	PICMA	1020	57.20	12.12.12	3.43	3.43	
11/06/96	PICMA	1020	53.10	34.0.0	9.03	9.03	
19/06/96	PICMA	1020	31.30	11.41.8F	0.72	2.72	
20/06/96	PICMA	1020	59.10	34.0.0	10.05	10.05	
26/06/96	PICMA	1020	60.70	46.0.0	27.92		
07/07/96	PICMA	1020	64.80	34.0.0	11.02	11.02	
22/07/96	PICMA	1020	48.50	15.30.15	5.12	2.16	
22/07/96	PICMA	1020	48.50	34.0.0	8.25	8.25	
23/07/96	PICMA	1020	129.00	8.20.30G	10.32		
03/08/96	PICMA	1020	60.10	34.0.0	10.22s	10.22	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
22/08/96	PICMA	1020	24.10	11.41.8F	0.55	2.10	
03/09/96	PICMA	1020	49.90	34.0.0	8.48	8.48	
10/09/96	PICMA	1020	40.70	34.0.0	6.92	6.92	
18/09/96	PICMA	1020	51.00	34.0.0	8.67	8.67	
25/09/96	PICMA	1020	25.70	34.0.0	4.37	4.37	
04/10/96	PICMA	1020	29.30	10.20.30F	1.47	1.47	
21/05/97	PICMA	1030	52.00	34.0.0	8.84	8.84	
29/05/97	PICMA	1030	50.00	34.0.0	8.50	8.50	
02/06/97	PICMA	1030	22.00	34.0.0	3.74	3.74	
04/06/97	PICMA	1030	45.00	34.0.0	7.65	7.65	
10/06/97	PICMA	1030	12.70	11.41.8F	0.29	1.11	
10/06/97	PICMA	1030	12.70	46.0.0	5.84		
13/06/97	PICMA	1030	22.50	34.0.0	3.83	3.83	
23/06/97	PICMA	1030	57.10	34.0.0	9.71	9.71	
26/06/97	PICMA	1030	20.50	34.0.0	3.49	3.49	
30/06/97	PICMA	1030	43.30	46.0.0	19.92		
09/07/97	PICMA	1030	37.10	34.0.0	6.31	6.31	
16/07/97	PICMA	1030	42.00	34.0.0	7.14	7.14	
23/07/97	PICMA	1030	70.60	34.0.0	12.00	12.00	
28/07/97	PICMA	1030	38.00	10.20.30F	1.90	1.90	
06/08/97	PICMA	1030	56.00	8.20.30G	4.48		
19/08/97	PICMA	1030	29.70	34.0.0	5.05	5.05	
26/08/97	PICMA	1030	50.50	34.0.0	8.59	8.59	
26/06/98	Jachère		23300.00	LISIER/BOVIN			
31/07/98	Jachère		15600.00	COMPOST_MAISSN	9.16	5.44	149.76
31/07/98	Jachère		17775.00	FUMIER_VOLAIL			
08/09/98	Jachère		16981.00	LISIER/BOVIN			
03/06/99	LAEU	1010	53.90	15.30.15	5.69	2.40	
09/06/99	LAEU	1010	49.90	15.30.15	5.26	2.22	
10/06/99	LAEU	1010	80.30	20.20.20	11.32	4.74	
15/06/99	LAEU	1010	63.90	34.0.0	10.86	10.86	
28/06/99	LAEU	1010	24.80	20.20.20	3.50	1.46	
05/07/99	LAEU	1010	35.40	15.30.15	3.74	1.58	
06/07/99	LAEU	1010	24.80	34.0.0	4.22	4.22	
14/07/99	LAEU	1010	30.30	34.0.0	5.15	5.15	
25/08/99	LAEU	1010	36.10	15.30.15	3.81	1.61	
21/09/99	LAEU	1010	95.55	20.10.20F	7.64	11.47	
30/09/99	LAEU	1010	94.47	20.10.20F	7.56	11.34	
03/06/99	PICMA	1010	53.90	15.30.15	5.69	2.40	
09/06/99	PICMA	1010	49.90	15.30.15	5.26	2.22	
21/06/99	PICMA	1010	24.60	34.0.0	4.18	4.18	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
28/06/99	PICMA	1010	24.80	20.20.20	3.50	1.46	
05/07/99	PICMA	1010	35.40	15.30.15	3.74	1.58	
06/07/99	PICMA	1010	24.80	34.0.0	4.22	4.22	
14/07/99	PICMA	1010	30.30	34.0.0	5.15	5.15	
28/07/99	PICMA	1010	64.70	15.15.15	7.76	1.94	
02/08/99	PICMA	1010	58.41	34.0.0	9.93	9.93	
10/08/99	PICMA	1010	57.30	34.0.0	9.74	9.74	
23/08/99	PICMA	1010	47.80	34.0.0	8.13	8.13	
25/08/99	PICMA	1010	36.10	15.30.15	3.81	1.61	
01/09/99	PICMA	1010	47.00	34.0.0	7.99	7.99	
08/09/99	PICMA	1010	47.80	34.0.0	8.13	8.13	
14/09/99	PICMA	1010	59.80	34.0.0	10.17	10.17	
23/09/99	PICMA	1010	32.12	34.0.0	5.46	5.46	
01/10/99	PICMA	1010	32.86	34.0.0	5.59	5.59	
B02B							
08/06/95	PICMA	1010	22.30	10.52.10	2.03	0.20	
10/06/95	PICMA	1010	25.00	10.52.10	2.28	0.23	
20/06/95	PICMA	1010	24.80	10.52.10	2.26	0.22	
28/06/95	PICMA	1010	24.20	10.52.10	2.20	0.22	
05/07/95	PICMA	1010	42.50	28.14.14	10.16	1.74	
12/07/95	PICMA	1010	40.80	12.12.12	2.45	2.45	
13/07/95	PICMA	1010	29.60	34.0.0	5.03	5.03	
18/07/95	PICMA	1010	29.00	34.0.0	4.93	4.93	
24/07/95	PICMA	1010	28.50	34.0.0	4.85	4.85	
27/07/95	PICMA	1010	50.50	28.14.14	12.07	2.07	
28/07/95	PICMA	1010	37.40	28.14.14	8.94	1.53	
01/08/95	PICMA	1010	93.30	8.20.30G	7.46		
02/08/95	PICMA	1010	27.50	10.52.10	2.50	0.25	
07/08/95	PICMA	1010	37.70	10.52.10	3.43	0.34	
14/08/95	PICMA	1010	35.00	10.52.10	3.19	0.32	
05/09/95	PICMA	1010	15.00	15.30.15	1.58	0.67	
05/09/95	PICMA	1010	15.00	34.0.0	2.55	2.55	
12/09/95	PICMA	1010	27.60	34.0.0	4.69	4.69	
19/09/95	PICMA	1010	36.00	34.0.0	6.12	6.12	
25/09/95	PICMA	1010	37.70	34.0.0	6.41	6.41	
27/07/95	PICGL	1010	50.50	28.14.14	12.07	2.07	
01/08/95	PICGL	1010	93.30	8.20.30G	7.46		
02/08/95	PICGL	1010	27.50	10.52.10	2.50	0.25	
07/08/95	PICGL	1010	37.70	10.52.10	3.43	0.34	
14/08/95	PICGL	1010	35.00	10.52.10	3.19	0.32	
29/08/95	PICGL	1010	16.00	34.0.0	2.72	2.72	
29/08/95	PICGL	1010	16.00	8.20.30	0.43	0.85	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
05/09/95	PICGL	1010	15.10	34.0.0	2.57	2.57	
05/09/95	PICGL	1010	15.10	8.20.30	0.41	0.80	
12/09/95	PICGL	1010	27.60	34.0.0	4.69	4.69	
19/09/95	PICGL	1010	36.00	34.0.0	6.12	6.12	
25/09/95	PICGL	1010	37.70	34.0.0	6.41	6.41	
19/05/96	PICMA	1020	87.50	12.12.12	5.25	5.25	
23/05/96	PICMA	1020	54.70	34.0.0	9.30	9.30	
31/05/96	PICMA	1020	48.10	34.0.0	8.18	8.18	
03/06/96	PICMA	1020	29.30	46.0.0	13.48		
06/06/96	PICMA	1020	49.50	34.0.0	8.42	8.42	
09/06/96	PICMA	1020	57.20	12.12.12	3.43	3.43	
12/06/96	PICMA	1020	56.20	34.0.0	9.55	9.55	
18/06/96	PICMA	1020	29.40	11.41.8F	0.68	2.56	
20/06/96	PICMA	1020	59.30	34.0.0	10.08	10.08	
26/06/96	PICMA	1020	61.10	46.0.0	28.11		
07/07/96	PICMA	1020	64.40	34.0.0	10.95	10.95	
22/07/96	PICMA	1020	49.60	15.30.15	5.23	2.21	
22/07/96	PICMA	1020	49.60	34.0.0	8.43	8.43	
23/07/96	PICMA	1020	120.30	8.20.30G	9.62		
03/08/96	PICMA	1020	62.30	34.0.0	10.60	10.60	
22/08/96	PICMA	1020	26.00	11.41.8F	0.60	2.26	
27/08/96	PICMA	1020	45.30	10.20.30F	2.27	2.27	
03/09/96	PICMA	1020	49.60	34.0.0	8.43	8.43	
10/09/96	PICMA	1020	39.60	34.0.0	6.73	6.73	
21/09/96	PICMA	1020	35.45	34.0.0	6.03	6.03	
04/10/96	PICMA	1020	29.10	10.20.30F	1.46	1.46	
10/06/96	PICMA	1010	40.40	11.41.8F	0.93	3.52	
18/06/96	PICMA	1010	29.40	11.41.8F	0.68	2.56	
27/06/96	PICMA	1010	21.10	11.41.8F	0.49	1.84	
03/07/96	PICMA	1010	34.30	10.20.30F	1.72	1.72	
09/07/96	PICMA	1010	37.80	20.20.20	5.33	2.23	
17/07/96	PICMA	1010	77.10	46.0.0	35.47		
23/07/96	PICMA	1010	63.90	15.30.15	6.74	2.84	
23/07/96	PICMA	1010	32.00	34.0.0	5.44	5.44	
23/07/96	PICMA	1010	120.30	8.20.30G	9.62		
31/07/96	PICMA	1010	57.50	15.30.15	6.07	2.56	
05/08/96	PICMA	1010	51.80	34.0.0	8.81	8.81	
22/08/96	PICMA	1010	26.00	11.41.8F	0.60	2.26	
27/08/96	PICMA	1010	45.30	10.20.30F	2.27	2.27	
04/09/96	PICMA	1010	21.40	10.20.30F	1.07	1.07	
04/09/96	PICMA	1010	35.60	34.0.0	6.05	6.05	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
09/09/96	PICMA	1010	21.40	10.20.30F	1.07	1.07	
09/09/96	PICMA	1010	35.60	34.0.0	6.05	6.05	
20/09/96	PICMA	1010	27.35	10.20.30F	1.33	1.36	
20/09/96	PICMA	1010	45.60	34.0.0	7.75	7.75	
04/10/96	PICMA	1010	16.00	10.20.30F	0.800	0.80	
04/10/96	PICMA	1010	16.00	34.0.0	2.72	2.72	
19/05/96	PICGL	1020	87.50	12.12.12	5.25	5.25	
23/05/96	PICGL	1020	54.70	34.0.0	9.29	9.29	
31/05/96	PICGL	1020	48.10	34.0.0	8.17	8.17	
31/05/96	PICGL	1020	28.90	46.0.0	13.29		
06/06/96	PICGL	1020	49.50	34.0.0	8.41	8.41	
06/06/96	PICGL	1020	29.70	46.0.0	13.66		
09/06/96	PICGL	1020	57.20	12.12.12	3.43	3.43	
11/06/96	PICGL	1020	88.30	28.14.14	21.10	3.62	
17/06/96	PICGL	1020	31.30	10.20.30F	1.56	1.56	
20/06/96	PICGL	1020	59.30	34.0.0	10.08	10.08	
26/06/96	PICGL	1020	61.10	46.0.0	28.10		
10/07/96	PICGL	1020	66.20	34.0.0	11.25	11.25	
22/07/96	PICGL	1020	49.60	15.30.15	5.23	2.20	
22/07/96	PICGL	1020	49.60	34.0.0	8.43	8.43	
23/07/96	PICGL	1020	120.30	8.20.30G	9.62		
01/08/96	PICGL	1020	72.90	34.0.0	12.39	12.39	
22/08/96	PICGL	1020	26.00	11.41.8F	0.59	2.26	
06/09/96	PICGL	1020	44.60	34.0.0	7.58	7.58	
21/09/96	PICGL	1020	35.45	34.0.0	6.02	6.02	
04/10/96	PICGL	1020	29.10	10.20.30F	1.45	1.45	
23/05/96	Jachère		54.70	34.0.0	9.29	9.29	
21/05/97	PICMA	1030	68.00	34.0.0	11.56	11.56	
29/05/97	PICMA	1030	51.00	34.0.0	8.67	8.67	
02/06/97	PICMA	1030	25.00	34.0.0	4.25	4.25	
04/06/97	PICMA	1030	46.00	34.0.0	7.82	7.82	
10/06/97	PICMA	1030	14.00	11.41.8F	0.32	1.21	
10/06/97	PICMA	1030	14.00	46.0.0	6.44		
13/06/97	PICMA	1030	26.90	34.0.0	4.57	4.57	
23/06/97	PICMA	1030	59.60	34.0.0	10.13	10.13	
26/06/97	PICMA	1030	19.90	34.0.0	3.38	3.38	
02/07/97	PICMA	1030	45.50	46.0.0	20.93		
09/07/97	PICMA	1030	39.10	34.0.0	6.64	6.64	
16/07/97	PICMA	1030	42.00	34.0.0	7.14	7.14	
23/07/97	PICMA	1030	71.20	34.0.0	12.10	12.10	
28/07/97	PICMA	1030	43.90	10.20.30F	2.19	2.19	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
06/08/97	PICMA	1030	56.00	8.20.30G	4.48		
19/08/97	PICMA	1030	29.00	34.0.0	4.93	4.93	
26/08/97	PICMA	1030	47.00	34.0.0	7.99	7.99	
21/05/97	PICMA	1020	43.50	34.0.0	7.39		
29/05/97	PICMA	1020	44.50	34.0.0	7.56		
02/06/97	PICMA	1020	25.00	34.0.0	4.25		
04/06/97	PICMA	1020	40.50	34.0.0	6.88		
10/06/97	PICMA	1020	14.00	11.41.8F	0.32		
10/06/97	PICMA	1020	14.00	46.0.0	6.44		
13/06/97	PICMA	1020	26.90	34.0.0	4.57		
23/06/97	PICMA	1020	51.60	34.0.0	8.77		
27/06/97	PICMA	1020	26.50	34.0.0	4.50		
02/07/97	PICMA	1020	45.50	46.0.0	20.93		
09/07/97	PICMA	1020	39.10	34.0.0	6.64		
19/07/97	PICMA	1020	48.80	34.0.0	8.29		
25/07/97	PICMA	1020	90.50	8.20.30G	7.24		
28/07/97	PICMA	1020	43.90	10.20.30F	2.19		
04/08/97	PICMA	1020	20.90	34.0.0	3.55		
06/08/97	PICMA	1020	56.00	8.20.30G	4.48		
21/08/97	PICMA	1020	40.55	34.0.0	6.89		
26/08/97	PICMA	1020	47.00	34.0.0	7.99		
28/08/97	PICMA	1020	79.90	8.20.30G	6.39		
04/09/97	PICMA	1020	56.60	15.30.15	5.97		
06/09/97	PICMA	1020	36.75	34.0.0	6.24		
21/05/97	PICGL	1030	68.00	34.0.0	11.56	11.56	
27/05/97	PICGL	1030	63.00	34.0.0	10.71	10.71	
02/06/97	PICGL	1030	25.00	34.0.0	4.25	4.25	
05/06/97	PICGL	1030	52.00	34.0.0	8.84	8.84	
10/06/97	PICGL	1030	14.00	11.41.8F	0.32	1.21	
10/06/97	PICGL	1030	14.00	46.0.0	6.44		
13/06/97	PICGL	1030	26.90	34.0.0	4.57	4.57	
18/06/97	PICGL	1030	62.50	34.0.0	10.62	10.62	
23/06/97	PICGL	1030	59.60	34.0.0	10.13	10.13	
26/06/97	PICGL	1030	19.90	34.0.0	3.38	3.38	
02/07/97	PICGL	1030	45.50	46.0.0	20.93		
03/07/97	PICGL	1030	15.20	11.41.8F	0.35	1.32	
08/07/97	PICGL	1030	54.30	34.0.0	9.23	9.23	
14/07/97	PICGL	1030	59.40	34.0.0	10.09	10.09	
21/07/97	PICGL	1030	55.60	34.0.0	9.45	9.45	
22/07/97	PICGL	1030	48.00	34.0.0	8.16	8.16	
23/07/97	PICGL	1030	71.20	34.0.0	12.10	12.10	
28/07/97	PICGL	1030	43.90	10.20.30F	2.19	2.19	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
04/08/97	PICGL	1030	61.00	34.0.0	10.37	10.37	
19/08/97	PICGL	1030	29.00	34.0.0	4.93	4.93	
22/08/97	PICGL	1030	52.10	34.0.0	8.85	8.85	
31/07/98	Jachère		13983.00	FUMIER_VOLAIL			
08/09/98	Jachère		19500.00	LISIER/BOVIN			
05/07/99	Jachère		21104.00	LISIER/BOVIN			
BO2C							
25/05/94	PICGL	2030	58.00	34.0.0	9.86	9.86	
18/06/94	PICGL	2030	77.00	34.0.0	13.09	13.09	
20/06/94	PICGL	2030	57.59	34.0.0	9.79	9.79	
22/06/94	PICGL	2030	84.00	34.0.0	14.28	14.28	
10/06/96	PICMA	1010	29.60	11.41.8F	0.68	2.57	
18/06/96	PICMA	1010	30.00	11.41.8F	0.69	2.61	
27/06/96	PICMA	1010	30.40	11.41.8F	0.69	2.64	
03/07/96	PICMA	1010	40.20	10.20.30F	2.01	2.01	
09/07/96	PICMA	1010	61.40	20.20.20	8.65	3.62	
17/07/96	PICMA	1010	69.70	46.0.0	32.06		
23/07/96	PICMA	1010	59.60	15.30.15	6.28	2.65	
23/07/96	PICMA	1010	29.80	34.0.0	5.06	5.06	
23/07/96	PICMA	1010	121.60	8.20.30G	9.72		
31/07/96	PICMA	1010	58.00	15.30.15	6.11	2.58	
07/08/96	PICMA	1010	60.00	34.0.0	10.20	10.20	
22/08/96	PICMA	1010	28.90	11.41.8F	0.66	2.51	
27/08/96	PICMA	1010	47.30	10.20.30F	2.36	2.36	
04/09/96	PICMA	1010	16.80	10.20.30F	0.84	0.84	
04/09/96	PICMA	1010	28.00	34.0.0	4.76	4.76	
09/09/96	PICMA	1010	18.40	10.20.30F	0.92	0.92	
09/09/96	PICMA	1010	30.70	34.0.0	5.21	5.21	
18/09/96	PICMA	1010	16.80	10.20.30F	0.84	0.84	
18/09/96	PICMA	1010	28.00	34.0.0	4.76	4.76	
23/09/96	PICMA	1010	16.50	10.20.30F	0.82	0.82	
23/09/96	PICMA	1010	27.40	34.0.0	4.65	4.65	
04/10/96	PICMA	1010	15.90	10.20.30F	0.79	0.79	
04/10/96	PICMA	1010	15.90	34.0.0	2.70	2.70	
31/05/96	PINRE	1010	20.60	34.0.0	3.50	3.50	
03/06/96	PINRE	1010	25.00	11.41.8F	0.57	2.17	
10/06/96	PINRE	1010	29.60	11.41.8F	0.68	2.57	
18/06/96	PINRE	1010	30.00	11.41.8F	0.69	2.61	
27/06/96	PINRE	1010	30.40	11.41.8F	0.69	2.64	
03/07/96	PINRE	1010	40.20	10.20.30F	2.01	2.01	
09/07/96	PINRE	1010	61.40	20.20.20	8.65	3.62	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
17/07/96	PINRE	1010	69.70	46.0.0	32.06		
23/07/96	PINRE	1010	59.60	15.30.15	6.28	2.65	
23/07/96	PINRE	1010	29.80	34.0.0	5.06	5.06	
23/07/96	PINRE	1010	121.60	8.20.30G	9.72		
31/07/96	PINRE	1010	58.00	15.30.15	6.11	2.58	
07/08/96	PINRE	1010	60.00	34.0.0	10.20	10.20	
22/08/96	PINRE	1010	28.90	11.41.8F	0.66	2.51	
27/08/96	PINRE	1010	47.30	10.20.30F	2.36	2.36	
04/09/96	PINRE	1010	16.80	10.20.30F	0.84	0.84	
04/09/96	PINRE	1010	28.00	34.0.0	4.76	4.76	
09/09/96	PINRE	1010	18.40	10.20.30F	0.92	0.92	
09/09/96	PINRE	1010	30.70	34.0.0	5.21	5.21	
20/09/96	PINRE	1010	16.65	10.20.30F	0.83	0.83	
20/09/96	PINRE	1010	27.70	34.0.0	4.76	4.76	
04/10/96	PINRE	1010	15.90	10.20.30F	0.79	0.79	
04/10/96	PINRE	1010	15.90	34.0.0	2.70	2.70	
22/05/97	PICMA	1020	22.00	34.0.0	3.74	3.74	
28/05/97	PICMA	1020	38.00	34.0.0	6.46	6.46	
02/06/97	PICMA	1020	26.00	34.0.0	4.42	4.42	
05/06/97	PICMA	1020	34.00	34.0.0	5.78	5.78	
10/06/97	PICMA	1020	15.00	11.41.8F	0.34	1.30	
10/06/97	PICMA	1020	15.00	46.0.0	6.90		
13/06/97	PICMA	1020	28.20	34.0.0	4.79	4.79	
19/06/97	PICMA	1020	40.30	34.0.0	6.85	6.85	
27/06/97	PICMA	1020	40.90	34.0.0	6.95	6.95	
02/07/97	PICMA	1020	45.40	46.0.0	20.88		
09/07/97	PICMA	1020	38.10	34.0.0	6.47	6.47	
16/07/97	PICMA	1020	42.00	34.0.0	7.14	7.14	
21/07/97	PICMA	1020	50.40	34.0.0	8.56	8.56	
25/07/97	PICMA	1020	122.40	8.20.30G	9.79		
28/07/97	PICMA	1020	39.40	10.20.30F	1.97	1.97	
04/08/97	PICMA	1020	19.70	34.0.0	3.34	3.34	
06/08/97	PICMA	1020	56.00	8.20.30G	4.48		
19/08/97	PICMA	1020	29.10	34.0.0	4.94	4.94	
26/08/97	PICMA	1020	51.70	34.0.0	8.78	8.78	
28/08/97	PICMA	1020	79.90	8.20.30G	6.39		
03/09/97	PICMA	1020	30.80	34.0.0	5.23	5.23	
04/09/97	PICMA	1020	52.50	15.30.15	5.53	2.33	
08/09/97	PICMA	1020	35.90	34.0.0	6.10	6.10	
21/05/97	PINRE	1020	74.00	34.0.0	12.58	12.58	
29/05/97	PINRE	1020	59.00	34.0.0	10.03	10.03	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
04/06/97	PINRE	1020	40.41	34.0.0	9.31	9.31	
06/06/97	PINRE	1020	22.69	10.20.30F	2.26	2.26	
10/06/97	PINRE	1020	15.00	11.41.8F	0.34	1.30	
12/06/97	PINRE	1020	21.60	34.0.0	4.79	4.79	
17/06/97	PINRE	1020	58.60	34.0.0	9.96	9.96	
24/06/97	PINRE	1020	23.80	34.0.0	8.68	8.68	
02/07/97	PINRE	1020	30.60	10.20.30F	1.53	1.53	
05/07/97	PINRE	1020	44.35	34.0.0	5.20	5.20	
14/07/97	PINRE	1020	61.60	34.0.0	10.47	10.47	
17/07/97	PINRE	1020	106.10	34.0.0	18.03	18.03	
23/07/97	PINRE	1020	69.90	34.0.0	11.88	11.88	
28/07/97	PINRE	1020	60.30	34.0.0	10.25	10.25	
04/08/97	PINRE	1020	58.00	34.0.0	9.86	9.86	
13/08/97	PINRE	1020	19.40	34.0.0	3.29	3.29	
19/08/97	PINRE	1020	29.10	34.0.0	4.94	4.94	
22/08/97	PINRE	1020	48.20	34.0.0	8.19	8.19	
31/08/97	PINRE	1020	41.25	34.0.0	8.78	8.78	
04/09/97	PINRE	1020	52.50	15.30.15	5.53	2.33	
08/09/97	PINRE	1020	35.90	34.0.0	6.10	6.10	
10/09/97	PINRE	1020	69.10	8.20.30	1.86	3.66	
19/09/97	PINRE	1020	65.25	15.30.15	7.82	3.30	
23/07/98	PICMA	1030	25260.00	COMPOST_MAISN	14.82	8.81	242.50
21/05/98	PEUHY	10	29.50	15.30.15	0.02	0.01	
25/05/98	PEUHY	10	26.47	15.30.15	0.04	0.03	
03/06/98	PEUHY	10	52.23	20.20.20	0.05	0.07	
11/06/98	PEUHY	10	48.47	20.20.20	0.09	0.14	
11/06/98	PEUHY	10	53.26	20.20.20	0.03	0.04	
11/06/98	PEUHY	10	19.18	10.20.30F	0.01	0.01	
15/06/98	PEUHY	10	48.33	10.20.30F	0.06	0.06	
18/06/98	PEUHY	10	51.20	TERRE_VEGETAL	0.12	0.06	
22/06/98	PEUHY	10	51.68	10.20.30F	0.06	0.06	
02/07/98	PEUHY	10	49.48	10.20.30F	0.12	0.12	
02/07/98	PEUHY	10	54.39	10.20.30F	0.04	0.04	
06/07/98	PEUHY	10	51.60	10.20.30F	0.12	0.12	
06/07/98	PEUHY	10	48.87	10.20.30F	0.03	0.03	
13/07/98	PEUHY	10	9.82	15.30.15	0.03	0.02	
13/07/98	PEUHY	10	10.10	15.30.15	0.01	0.01	
13/07/98	PEUHY	10	39.22	10.20.30F	0.10	0.10	
13/07/98	PEUHY	10	40.49	10.20.30F	0.03	0.03	
20/07/98	PEUHY	10	47.87	10.20.30F	0.12	0.12	
120/07/98	PEUHY	10	48.73	10.20.30F	0.03	0.03	
23/07/98	PEUHY	10	24480.00	COMPOST_MAISN	14.37	8.54	235.01

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
14/08/98	PEUHY	10	50.80	34.0.0GR.	0.72	0.72	
02/06/99	Jachère		19800.00	LISIER/BOVIN			
05/07/99	Jachère		22475.00	LISIER/BOVIN			
BO3A							
10/06/94	PINBA	1010	45.00	10.52.10	4.09	0.40	
16/06/94	PINBA	1010	45.00	10.52.10	4.09	0.40	
17/06/94	PINBA	1010	22800.00	COMPOST_B.U.	28.42	4.12	29.64
01/08/94	PINBA	1010	69.00	8.20.30G	5.52		
30/08/94	PINBA	1010	46.00	34.0.0	7.82	7.82	
07/09/94	PINBA	1010	63.00	8.20.30G	5.04		
08/09/94	PINBA	1010	60.00	8.20.30	1.62	3.18	
21/09/94	PINBA	1010	49.00	8.20.30	1.32	2.59	
16/06/94	LALA	505	45.00	10.52.10	4.09	0.40	
24/06/94	LALA	505	39.00	34.0.0	6.63	6.63	
30/06/94	LALA	505	45.00	34.0.0	7.65	7.65	
09/07/94	LALA	505	53.00	34.0.0	9.01	9.01	
12/07/94	LALA	505	32.00	34.0.0	5.44	5.44	
19/07/94	LALA	505	60.00	34.0.0	10.20	10.20	
28/07/94	LALA	505	55.00	34.0.0	9.35	9.35	
01/08/94	LALA	505	69.00	8.20.30G	5.52		
30/08/94	LALA	505	80.00	13.13.13	5.20	5.20	
30/08/94	LALA	505	46.00	34.0.0	7.82	7.82	
07/09/94	LALA	505	63.00	8.20.30G	5.04		
08/09/94	LALA	505	60.00	8.20.30	1.62	3.18	
13/09/94	LALA	505	66.00	8.20.30	1.78	3.49	
14/09/94	LALA	505	53.00	34.0.0	9.01	9.01	
21/09/94	LALA	505	49.00	8.20.30	1.32	2.59	
03/06/95	PINBA	1020	53.80	34.0.0	9.14	9.14	
09/08/95	PINBA	1020	52.80	15.30.15	5.57	2.34	
28/08/95	PINBA	1020	43.40	15.30.15	4.57	1.93	
29/08/95	PINBA	1020	21.90	15.30.15	2.31	0.97	
29/08/95	PINBA	1020	21.90	28.14.14	5.23	0.89	
06/09/95	PINBA	1020	42.90	15.30.15	4.52	1.90	
07/09/95	PINBA	1020	21.40	15.30.15	2.25	0.95	
07/09/95	PINBA	1020	21.40	28.14.14	5.11	0.87	
15/05/95	LALA	515	105.70	12.12.12	6.34	6.34	
20/05/95	LALA	515	52.30	34.0.0	8.89	8.89	
15/06/95	LALA	515	33.70	34.0.0	5.72	5.72	
05/07/95	LALA	515	39.60	28.14.14	9.46	1.62	
09/08/95	LALA	515	52.80	15.30.15	5.57	2.34	
28/08/95	LALA	515	24.80	8.20.30	0.66	1.31	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
07/09/95	LALA	515	25.50	8.20.30	0.68	1.35	
15/06/96	Jachère		23400.00	COMPOST_MAISN	13.73	8.16	224.64
20/06/96	Jachère		20515.00	LISIER/BOVIN			
20/07/96	Jachère		22910.00	FUMIER_BOVIN			
31/07/97	PICGL	1505	48.90	15.30.15	5.15	2.17	
08/08/97	PICGL	1505	49.70	15.30.15	5.24	2.21	
15/08/97	PICGL	1505	50.50	15.30.15	5.32	2.24	
21/08/97	PICGL	1505	63.00	15.30.15	6.64	2.80	
25/08/97	PICGL	1505	62.10	15.30.15	6.55	2.76	
27/08/97	PICGL	1505	110.00	8.20.30G	8.80		
03/09/97	PICGL	1505	30.00	34.0.0	5.15	5.15	
04/09/97	PICGL	1505	52.10	15.30.15	5.49	2.31	
08/09/97	PICGL	1505	37.10	34.0.0	6.30	6.30	
10/09/97	PICGL	1505	69.10	8.20.30	1.86	3.66	
16/09/97	PICGL	1505	20.90	34.0.0	3.55	3.55	
22/09/97	PICGL	1505	20.40	34.0.0	3.46	3.46	
30/09/97	PICGL	1505	20.50	34.0.0	3.48	3.48	
15/10/97	PICGL	1505	29.30	11.41.8F	0.67	2.54	
15/10/97	PICGL	1505	9.80	34.0.0	1.66	1.66	
19/05/98	PICGL	1515	22.20	34.0.0	3.77	3.77	
20/05/98	PICGL	1515	22.10	34.0.0	3.75	3.75	
22/05/98	PICGL	1515	51.80	34.0.0	8.80	8.80	
25/05/98	PICGL	1515	47.60	34.0.0	8.09	8.09	
09/06/98	PICGL	1515	31.50	34.0.0	5.35	5.35	
11/06/98	PICGL	1515	26.60	15.30.15	2.80	1.18	
18/06/98	PICGL	1515	5.10	15.30.15	0.53	0.22	
18/06/98	PICGL	1515	50.20	34.0.0	8.53	8.53	
25/06/98	PICGL	1515	54.50	34.0.0	9.26	9.26	
30/06/98	PICGL	1515	45.60	34.0.0	7.75	7.75	
09/07/98	PICGL	1515	43.10	34.0.0	7.32	7.32	
14/07/98	PICGL	1515	38.60	34.0.0	6.56	6.56	
29/07/98	PICGL	1515	49.50	34.0.0	8.41	8.41	
04/08/98	PICGL	1515	38.50	15.30.15	4.06	1.71	
19/08/98	PICGL	1515	52.60	34.0.0	8.94	8.94	
04/06/99	LAEU	1010	51.30	15.30.15	7.69	5.41	
09/06/99	LAEU	1010	49.70	15.30.15	7.45	5.24	
10/06/99	LAEU	1010	84.00	20.20.20	16.80	11.84	
15/06/99	LAEU	1010	64.70	34.0.0	21.99	10.99	
28/06/99	LAEU	1010	24.90	20.20.20	4.98	3.51	
05/07/99	LAEU	1010	35.60	15.30.15	5.34	3.75	
06/07/99	LAEU	1010	25.30	34.0.0	8.60	4.30	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
14/07/99	LAEU	1010	29.80	34.0.0	10.13	5.06	
16/07/99	LAEU	1010	59.70	34.0.0	20.29	10.14	
02/08/99	LAEU	1010	60.70	34.0.0	20.63	10.31	
10/08/99	LAEU	1010	58.40	34.0.0	19.85	9.92	
25/08/99	LAEU	1010	36.60	15.30.15	5.49	3.86	
08/09/99	LAEU	1010	47.60	34.0.0	16.18	8.09	
21/09/99	LAEU	1010	93.55	20.10.20F	18.70	7.48	
30/09/99	LAEU	1010	93.55	20.10.20F	18.70	7.48	
19/05/99	PICGL	1525	56.00	34.0.0	19.04	9.52	
27/05/99	PICGL	1525	159.90	15.15.15+	23.98	19.18	
02/06/99	PICGL	1525	118.90	20.20.20	23.78	16.76	
21/06/99	PICGL	1525	50.90	34.0.0	17.30	8.65	
30/06/99	PICGL	1525	99.90	15.15.15+	14.98	11.98	
27/08/99	PICGL	1525	30.00	34.0.0	10.20	5.10	
30/08/99	PICGL	1525	89.80	34.0.0	30.53	15.26	
08/09/99	PICGL	1525	47.60	34.0.0	16.18	8.09	
14/09/99	PICGL	1525	60.00	34.0.0	20.46	10.23	
06/10/99	PICGL	1525	60.30	34.0.0	20.50	10.25	
B03B							
26/05/94	Jachère		26600.00	COMPOST_B.U.	33.16	4.81	34.58
20/06/94	Jachère		28705.00	LISIER/BOVIN			
06/06/94	PICMA	1030	30.00	46.0.0	13.80		
28/06/94	PICMA	1030	64.00	18.46.0	11.52		
28/07/95	PINRE	1010	40.10	28.14.14	9.58	1.64	
01/08/95	PINRE	1010	93.30	8.20.30G	7.46		
02/08/95	PINRE	1010	26.70	10.52.10	2.43	0.24	
07/08/95	PINRE	1010	39.60	10.52.10	3.60	0.35	
14/08/95	PINRE	1010	37.60	10.52.10	3.42	0.33	
28/08/95	PINRE	1010	40.10	15.30.15	4.23	1.78	
06/09/95	PINRE	1010	43.30	15.30.15	4.56	1.92	
12/09/95	PINRE	1010	32.30	34.0.0	5.49	5.49	
19/09/95	PINRE	1010	38.80	34.0.0	6.59	6.59	
25/09/95	PINRE	1010	41.30	34.0.0	7.02	7.02	
12/06/95	PICMA	1010	23.10	10.52.10	2.10	0.20	
20/06/95	PICMA	1010	26.30	10.52.10	2.39	0.23	
28/06/95	PICMA	1010	26.10	10.52.10	2.37	0.23	
04/07/95	PICMA	1010	43.70	28.14.14	10.44	1.79	
13/07/95	PICMA	1010	40.80	12.12.12	2.44	2.44	
13/07/95	PICMA	1010	30.60	34.0.0	5.20	5.20	
18/07/95	PICMA	1010	27.20	34.0.0	4.62	4.62	
24/07/95	PICMA	1010	32.80	34.0.0	5.57	5.57	
28/07/95	PICMA	1010	40.10	28.14.14	9.58	1.64	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
31/07/95	PICMA	1010	33.20	34.0.0	5.64	5.64	
01/08/95	PICMA	1010	93.30	8.20.30G	7.46		
02/08/95	PICMA	1010	26.70	10.52.10	2.43	0.24	
07/08/95	PICMA	1010	39.60	10.52.10	3.60	0.35	
14/08/95	PICMA	1010	37.60	10.52.10	3.42	0.33	
30/08/95	PICMA	1010	15.60	15.30.15	1.64	0.69	
30/08/95	PICMA	1010	15.60	34.0.0	2.65	2.65	
06/09/95	PICMA	1010	15.00	15.30.15	1.58	0.66	
06/09/95	PICMA	1010	15.00	34.0.0	2.55	2.55	
12/09/95	PICMA	1010	32.30	34.0.0	5.49	5.49	
19/09/95	PICMA	1010	38.80	34.0.0	6.59	6.59	
25/09/95	PICMA	1010	41.30	34.0.0	7.02	7.02	
26/05/95	Jachère		3610.00	COMPOST_B.U.	4.50	0.65	4.69
26/06/95	Jachère		24500.00	LISIER/BOVIN			
29/05/96	PICMA	1020	71.30	12.12.12	4.28	4.28	
30/05/96	PICMA	1020	79.40	34.0.0	13.49	13.49	
03/06/96	PICMA	1020	33.35	46.0.0	15.30		
07/06/96	PICMA	1020	79.65	34.0.0	13.57	13.54	
11/06/96	PICMA	1020	57.20	34.0.0	9.72	9.72	
20/06/96	PICMA	1020	57.60	34.0.0	9.72	9.79	
26/06/96	PICMA	1020	64.10	46.0.0	29.48		
27/06/96	PICMA	1020	52.30	34.0.0	8.89	8.89	
04/07/96	PICMA	1020	62.80	34.0.0	10.67	10.67	
10/07/96	PICMA	1020	70.30	34.0.0	11.95	11.95	
21/07/96	PICMA	1020	29.45	11.41.8F	0.67	2.56	
22/07/96	PICMA	1020	53.10	15.30.15	5.60	2.36	
22/07/96	PICMA	1020	53.10	34.0.0	9.02	9.02	
23/07/96	PICMA	1020	123.10	8.20.30G	9.84		
01/08/96	PICMA	1020	61.80	34.0.0	10.50	10.50	
05/08/96	PICMA	1020	52.40	34.0.0	8.90	8.90	
03/09/96	PICMA	1020	52.20	34.0.0	8.87	8.87	
10/09/96	PICMA	1020	48.30	34.0.0	8.21	8.21	
15/09/96	PICMA	1020	37.40	10.20.30F	1.87	1.87	
18/09/96	PICMA	1020	38.00	34.0.0	6.46	6.46	
24/09/96	PICMA	1020	24.90	34.0.0	4.23	4.23	
19/05/96	PINRE	1020	85.40	12.12.12	1.60	1.60	
25/05/96	PINRE	1020	45.37	34.0.0	10.84	10.84	
27/05/96	PINRE	1020	102.40	0.46.0	9.31	9.31	
05/06/96	PINRE	1020	129.90	34.0.0	15.82		
08/06/96	PINRE	1020	45.25	10.20.30F	22.08	22.08	
09/06/96	PINRE	1020	57.20	12.12.12	9.79	9.79	
11/06/96	PINRE	1020	57.20	34.0.0	11.95	11.95	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
19/06/96	PINRE	1020	97.00	0.46.0	2.92	2.92	
20/06/96	PINRE	1020	57.60	34.0.0	9.84		
21/06/96	PINRE	1020	46.20	0.0.62	5.12	5.12	
26/06/96	PINRE	1020	64.10	46.0.0	6.46	6.46	
05/07/96	PINRE	1020	34.40	46.0.0	4.23	4.23	
08/07/96	PINRE	1020	67.05	34.0.0	8.28	3.46	
12/07/96	PINRE	1020	96.00	0.0.62	6.08	6.08	
23/07/96	PINRE	1020	123.10	8.20.30G	1.35	1.35	
25/07/96	PINRE	1020	77.80	15.30.15	29.48		
03/08/96	PINRE	1020	67.15	34.0.0	13.92	13.92	
22/08/96	PINRE	1020	26.30	11.41.8F	9.72	9.72	
03/09/96	PINRE	1020	52.20	34.0.0	8.90	8.90	
10/09/96	PINRE	1020	48.30	34.0.0	0.60	2.28	
18/09/96	PINRE	1020	38.00	34.0.0	8.87	8.87	
24/09/96	PINRE	1020	24.90	34.0.0	8.21	8.21	
04/10/96	PINRE	1020	27.10	10.20.30F	3.43	3.43	
23/05/96	Jachère		102.40	34.0.0	6.08	6.08	
20/06/96	Jachère		40000.00	LISIER/BOVIN			
20/06/97	Jachère		20000.00	LISIER/BOVIN			
21/05/97	PINRE	1030	71.00	34.0.0	12.07	12.07	
29/05/97	PINRE	1030	21.00	10.20.30F	1.05	1.05	
29/05/97	PINRE	1030	52.00	34.0.0	8.84	8.84	
04/06/97	PINRE	1030	35.33	34.0.0	7.76	7.76	
05/06/97	PINRE	1030	18.26	10.20.30F	0.91	0.90	
10/06/97	PINRE	1030	15.30	11.41.8F	0.35	1.33	
10/06/97	PINRE	1030	15.30	46.0.0	7.03		
13/06/97	PINRE	1030	23.60	34.0.0	4.01	4.01	
17/06/97	PINRE	1030	20.80	10.20.30F	1.04	1.04	
17/06/97	PINRE	1030	52.00	34.0.0	8.84	8.84	
24/06/97	PINRE	1030	34.55	34.0.0	3.67	3.67	
02/07/97	PINRE	1030	30.30	10.20.30F	1.51	1.51	
02/07/97	PINRE	1030	30.30	34.0.0	5.15	5.15	
08/07/97	PINRE	1030	58.40	34.0.0	9.92	9.92	
14/07/97	PINRE	1030	63.20	34.0.0	10.74	10.74	
23/07/97	PINRE	1030	74.60	34.0.0	12.68	12.68	
31/07/97	PINRE	1030	126.30	20.10.20F	10.10	15.15	
06/08/97	PINRE	1030	118.10	20.10.20F	9.44	14.17	
13/08/97	PINRE	1030	20.20	34.0.0	3.43	3.43	
21/08/97	PINRE	1030	40.20	34.0.0	8.55	8.55	
26/08/97	PINRE	1030	49.70	34.0.0	8.44	8.44	
26/06/98	Jachère		26600.00	LISIER/BOVIN			

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
31/07/98	Jachère		15600.00	COMPOST_MAIEN	9.15	5.44	149.76
31/07/98	Jachère		15800.00	FUMIERBOVIN			
31/07/98	Jachère		17222.00	FUMIER_VOLAIL			
08/09/98	Jachère		19424.00	LISIER/BOVIN			
04/06/99	PICGL	1010	53.00	15.30.15	5.59	2.35	
09/06/99	PICGL	1010	49.20	15.30.15	5.19	2.18	
14/06/99	PICGL	1010	29.50	34.0.0	5.01	5.01	
21/06/99	PICGL	1010	49.10	34.0.0	8.34	8.34	
28/06/99	PICGL	1010	24.40	20.20.20	3.44	1.44	
05/07/99	PICGL	1010	35.10	15.30.15	3.70	1.56	
06/07/99	PICGL	1010	25.20	34.0.0	4.28	4.28	
14/07/99	PICGL	1010	29.90	34.0.0	5.08	5.08	
02/08/99	PICGL	1010	59.70	34.0.0	10.14	10.14	
04/08/99	PICGL	1505	59.70	15.30.15	6.29	2.65	
09/08/99	PICGL	1505	59.70	15.30.15	6.29	2.65	
10/08/99	PICGL	1010	58.50	34.0.0	9.94	9.94	
23/08/99	PICGL	1010	47.10	34.0.0	8.00	8.00	
25/08/99	PICGL	1010	36.60	15.30.15	3.86	1.62	
02/09/99	PICGL	1010	47.10	34.0.0	8.00	8.00	
08/09/99	PICGL	1010	46.20	34.0.0	7.85	7.85	
14/09/99	PICGL	1010	58.40	34.0.0	9.92	9.92	
23/09/99	PICGL	1505	31.21	34.0.0	5.30	5.30	
01/10/99	PICGL	1010	32.50	34.0.0	5.52	5.52	
06/10/99	PICGL	1010	60.30	34.0.0	10.25	10.25	
04/06/99	PINBA	1010	53.00	15.30.15	5.59	2.35	
08/06/99	PINBA	1010	19.80	34.0.0	3.36	3.36	
09/06/99	PINBA	1010	49.20	15.30.15	5.19	2.18	
21/06/99	PINBA	1010	24.70	34.0.0	4.19	4.19	
28/06/99	PINBA	1010	24.40	20.20.20	3.44	1.44	
29/06/99	PINBA	1010	51.00	34.0.0	8.67	8.67	
05/07/99	PINBA	1010	35.10	15.30.15	3.70	1.56	
06/07/99	PINBA	1010	25.20	34.0.0	4.28	4.28	
08/07/99	PINBA	1010	49.50	34.0.0	8.41	8.41	
14/07/99	PINBA	1010	29.90	34.0.0	5.08	5.08	
20/07/99	PINBA	1010	48.30	34.0.0	8.21	8.21	
28/07/99	PINBA	1010	64.70	15.15.15+	7.76	1.94	
02/08/99	PINBA	1010	59.70	34.0.0	10.14	10.14	
10/08/99	PINBA	1010	58.50	34.0.0	9.94	9.94	
23/08/99	PINBA	1010	47.10	34.0.0	8.00	8.00	
25/08/99	PINBA	1010	36.60	15.30.15	3.86	1.62	
08/09/99	PINBA	1010	46.20	34.0.0	7.85	7.85	
23/09/99	PINBA	1010	31.212	34.0.0	5.30	5.30	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
01/10/99	PINBA	1010	32.503	34.0.0	5.52	5.52	
04/08/99	PINBA	505	59.700	15.30.15	6.29	2.65	
09/08/99	PINBA	505	59.700	15.30.15	6.29	2.65	
25/08/99	PINBA	505	36.600	15.30.15	3.86	1.62	
08/09/99	PINBA	505	46.200	34.0.0	7.85	7.85	
14/09/99	PINBA	505	58.400	34.0.0	9.92	9.92	
23/09/99	PINBA	505	31.212	34.0.0	5.30	5.30	
BO3C							
15/06/94	PICMA	1010	45.00	10.52.10	4.09	0.40	
21/06/94	PICMA	1010	33.00	10.52.10	3.00	0.29	
24/06/94	PICMA	1010	41.00	34.0.0	6.97	6.97	
27/06/94	PICMA	1010	59.00	18.46.0	10.62		
30/06/94	PICMA	1010	46.00	34.0.0	7.82	7.82	
09/07/94	PICMA	1010	42.00	34.0.0	7.14	7.14	
12/07/94	PICMA	1010	30.00	34.0.0	5.10	5.10	
19/07/94	PICMA	1010	60.00	34.0.0	10.20	10.20	
28/07/94	PICMA	1010	38.00	34.0.0	6.46	6.46	
01/08/94	PICMA	1010	69.00	8.20.30G	5.52		
19/08/94	PICMA	1010	75.00	18.46.0	13.50		
30/08/94	PICMA	1010	80.00	13.13.13	5.20	5.20	
30/08/94	PICMA	1010	54.00	34.0.0	9.18	9.18	
08/09/94	PICMA	1010	61.00	8.20.30	1.64	3.23	
08/09/94	PICMA	1010	61.00	8.20.30G	4.88		
13/09/94	PICMA	1010	61.00	8.20.30	1.64	3.23	
14/09/94	PICMA	1010	51.00	34.0.0	8.67	8.67	
21/09/94	PICMA	1010	50.00	8.20.30	1.35	2.65	
28/07/94	PINST	1505	47.87	10.52.10	4.35	0.43	
01/08/94	PINST	1505	69.00	8.20.30G	5.52		
19/08/94	PINST	1505	75.00	18.46.0	13.50		
30/08/94	PINST	1505	80.00	13.13.13	5.20	5.20	
30/08/94	PINST	1505	54.00	34.0.0	9.18	9.18	
08/09/94	PINST	1505	61.00	8.20.30	1.64	3.23	
08/09/94	PINST	1505	61.00	8.20.30G	4.88		
13/09/94	PINST	1505	61.00	8.20.30	1.64	3.23	
14/09/94	PINST	1505	51.00	34.0.0	8.67	8.67	
21/09/94	PINST	1505	50.00	8.20.30	1.35	2.65	
12/05/95	PINST	1515	106.60	34.0.0GR.	18.12	18.12	
20/05/95	PINST	1515	79.40	34.0.0	13.49	13.49	
29/05/95	PINST	1515	66.90	46.0.0	30.77		
06/06/95	PINST	1515	67.10	34.0.0	11.40	11.40	
11/06/95	PINST	1515	64.15	28.14.14	15.33	2.63	
24/06/95	PINST	1515	65.60	34.0.0	11.15	11.15	
24/06/95	PINST	1515	37.65	46.0.0	17.31		
25/06/95	PINST	1515	52.35	12.12.12	3.14	3.14	
03/07/95	PINST	1515	86.50	34.0.0GR.	14.70	14.70	
05/07/95	PINST	1515	44.70	28.14.14	10.68	1.83	
11/07/95	PINST	1515	51.15	46.0.0	23.52		
12/07/95	PINST	1515	73.30	34.0.0	12.46	12.46	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
19/07/95	PINST	1515	70.40	34.0.0	11.96	11.96	
24/07/95	PINST	1515	79.40	34.0.0	13.49	13.49	
28/07/95	PINST	1515	41.00	28.14.14	9.79	1.68	
01/08/95	PINST	1515	80.10	8.20.30G	6.40		
05/08/95	PINST	1515	42.15	34.0.0	7.16	7.16	
09/08/95	PINST	1515	51.90	8.20.30	1.40	2.75	
01/09/95	PINST	1515	39.30	15.30.15	4.14	1.74	
19/09/95	PINST	1515	35.97	34.0.0	6.14	6.14	
20/05/95	PICMA	1020	55.00	34.0.0	9.35	9.35	
27/05/95	PICMA	1020	58.30	46.0.0	26.81		
07/06/95	PICMA	1020	67.67	34.0.0	11.50	11.50	
19/06/95	PICMA	1020	86.30	34.0.0	14.67	14.67	
20/06/95	PICMA	1020	25.30	10.52.10	2.30	0.22	
22/06/95	PICMA	1020	63.60	28.14.14	15.20	2.60	
27/06/95	PICMA	1020	73.00	34.0.0	12.41	12.41	
03/07/95	PICMA	1020	86.50	34.0.0GR.	14.70	14.70	
06/07/95	PICMA	1020	72.60	34.0.0	12.34	12.34	
11/07/95	PICMA	1020	67.15	34.0.0	11.41	11.41	
12/07/95	PICMA	1020	40.80	12.12.12	2.44	2.44	
14/07/95	PICMA	1020	68.70	34.0.0	11.67	11.67	
28/07/95	PICMA	1020	41.00	28.14.14	9.79	1.68	
01/08/95	PICMA	1020	80.10	8.20.30G	6.40		
10/08/95	PICMA	1020	30.30	10.52.10	2.75	0.27	
10/08/95	PICMA	1020	30.30	28.14.14	7.27	1.24	
30/08/95	PICMA	1020	25.40	15.30.15	2.68	1.13	
30/08/95	PICMA	1020	25.40	34.0.0	4.31	4.31	
07/09/95	PICMA	1020	24.70	8.20.30	0.66	1.30	
10/09/95	PICMA	1020	27.10	34.0.0	4.60	4.60	
22/09/95	PICMA	1020	39.20	34.0.0	6.66	6.66	
19/05/96	PINST	1525	98.70	12.12.12	5.92	5.92	
25/05/96	PINST	1525	52.45	34.0.0	8.91	8.91	
30/05/96	PINST	1525	55.80	10.20.30F	2.79	2.79	
05/06/96	PINST	1525	121.80	34.0.0	20.70	20.70	
09/06/96	PINST	1525	57.20	12.12.12	3.43	3.43	
11/06/96	PINST	1525	80.50	28.14.14	19.24	3.30	
17/06/96	PINST	1525	29.20	10.20.30F	1.46	1.46	
20/06/96	PINST	1525	49.70	34.0.0	8.44	8.44	
27/06/96	PINST	1525	47.60	34.0.0	8.09	8.09	
03/07/96	PINST	1525	34.10	34.0.0	5.79	5.79	
04/07/96	PINST	1525	61.20	34.0.0	10.40	10.40	
04/07/96	PINST	1525	33.55	46.0.0	15.43		
11/07/96	PINST	1525	52.00	46.0.0	23.92		
12/07/96	PINST	1525	93.60	15.30.15	9.87	4.16	
17/07/96	PINST	1525	59.40	46.0.0	27.32		
22/07/96	PINST	1525	50.00	15.30.15	5.27	2.22	
22/07/96	PINST	1525	50.00	34.0.0	8.50	8.50	
02/08/96	PINST	1525	40.60	34.0.0	6.90	6.90	
07/08/96	PINST	1525	52.20	34.0.0	8.87	8.87	
03/09/96	PINST	1525	52.90	34.0.0	8.99	8.99	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
24/05/96	PICMA	1030	53.30	34.0.0	9.06	9.06	
30/05/96	PICMA	1030	120.90	34.0.0	20.55	20.55	
07/06/96	PICMA	1030	95.10	34.0.0	16.16	16.16	
12/06/96	PICMA	1030	54.10	34.0.0	9.19	9.19	
20/06/96	PICMA	1030	49.70	34.0.0	8.44	8.44	
27/06/96	PICMA	1030	47.60	34.0.0	8.09	8.09	
04/07/96	PICMA	1030	58.40	34.0.0	9.92	9.92	
11/07/96	PICMA	1030	52.00	46.0.0	23.92		
12/07/96	PICMA	1030	93.60	15.30.15	9.87	4.16	
17/07/96	PICMA	1030	59.40	46.0.0	27.32		
23/07/96	PICMA	1030	119.10	8.20.30G	9.52		
25/07/96	PICMA	1030	71.90	15.30.15	7.58	3.20	
02/08/96	PICMA	1030	40.60	34.0.0	6.90	6.90	
07/08/96	PICMA	1030	52.20	34.0.0	8.87	8.87	
26/05/97	Jachère		33000.00	COMPOST_MAISN	19.37	11.51	316.751
20/06/97	Jachère		20000.00	LISIER/BOVIN			
31/07/97	Jachère		39500.00	FUMIERBOVIN			
25/05/98	PICGL	2010	31.00	15.30.15	3.27	1.38	
14/06/98	PICGL	2010	35.70	15.30.15	3.76	1.58	
25/06/98	PICGL	2010	49.20	34.0.0	8.36	8.36	
30/06/98	PICGL	2010	40.20	34.0.0	6.83	6.83	
07/07/98	PICGL	2010	25.200	15.30.15	2.65	1.12	
09/07/98	PICGL	2010	39.800	34.0.0	6.76	6.76	
14/07/98	PICGL	2010	39.400	34.0.0	6.69	6.69	
23/07/98	PICGL	2010	24000.00	COMPOST_MAISN	14.08	8.37	230.36
23/07/98	PICGL	2010	39.60	34.0.0	6.73	6.73	
27/07/98	PICGL	2010	49.80	34.0.0	8.46	8.46	
03/08/98	PICGL	2010	29.80	15.30.15	3.14	1.32	
03/08/98	PICGL	2010	29.80	34.0.0	5.06	5.06	
10/08/98	PICGL	2010	89.70	10.20.30G	8.97		
12/08/98	PICGL	2010	31.90	15.30.15	3.36	1.42	
13/08/98	PICGL	2010	60.90	34.0.0	10.35	10.35	
19/08/98	PICGL	2010	51.60	15.30.15	5.44	2.29	
26/08/98	PICGL	2010	48.40	15.30.15	5.10	2.15	
02/09/98	PICGL	2010	49.00	15.15.15+	5.88	1.47	
03/09/98	PICGL	2010	25.70	34.0.0	4.36	4.36	
10/09/98	PICGL	2010	51.85	34.0.0	8.81	8.81	
18/09/98	PICGL	2010	52.50	34.0.0	8.92	8.92	
29/09/98	PICGL	2010	10.20	11.41.8F	0.23	0.88	
29/09/98	PICGL	2010	20.40	34.0.0	3.46	3.46	
10/05/99	PICGL	2020	57.10	34.0.0	9.70	9.70	
19/05/99	PICGL	2020	56.80	34.0.0	9.65	9.65	
01/06/99	PICGL	2020	15.00	34.0.0	2.55	2.55	
08/06/99	PICGL	2020	20.00	34.0.0	3.40	3.40	
10/06/99	PICGL	2020	50.30	34.0.0	8.55	8.55	
14/06/99	PICGL	2020	29.90	34.0.0	5.08	5.08	
21/06/99	PICGL	2020	48.90	34.0.0	8.31	8.31	
29/06/99	PICGL	2020	50.60	34.0.0	8.60	8.60	
06/07/99	PICGL	2020	24.90	34.0.0	4.23	4.23	

Parcelle/ date	Essence	Age	Dose Kg/ha	Type de fertilisant	N-NH4 Kg/ha	N-NO3 Kg/ha	N litière Kg/ha
14/07/99	PICGL	2020	30.20	34.0.0	5.13	5.13	
23/08/99	PICGL	2020	46.80	34.0.0	7.95	7.95	
27/08/99	PICGL	2020	29.90	34.0.0	5.08	5.08	
30/08/99	PICGL	2020	86.40	34.0.0	14.68	14.68	
08/09/99	PICGL	2020	47.10	34.0.0	8.00	8.00	
14/09/99	PICGL	2020	58.30	34.0.0	9.91	9.91	

9. ANNEXE 3. CONTENUS EN AZOTE INORGANIQUE MESURÉS ET SIMULÉS DANS LA ZONE RACINAIRE

Figure A3.1. Contenus en azote inorganique mesurés et simulés sur le bloc BO2A

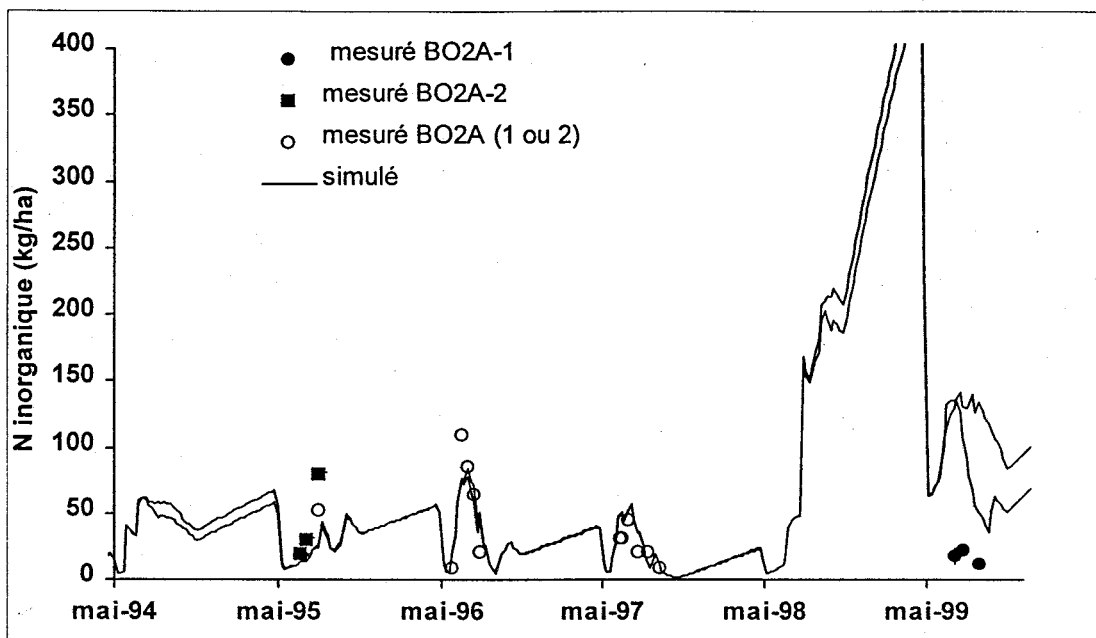


Figure A3.2 Contenus en azote inorganique mesurés et simulés sur le bloc BO2B

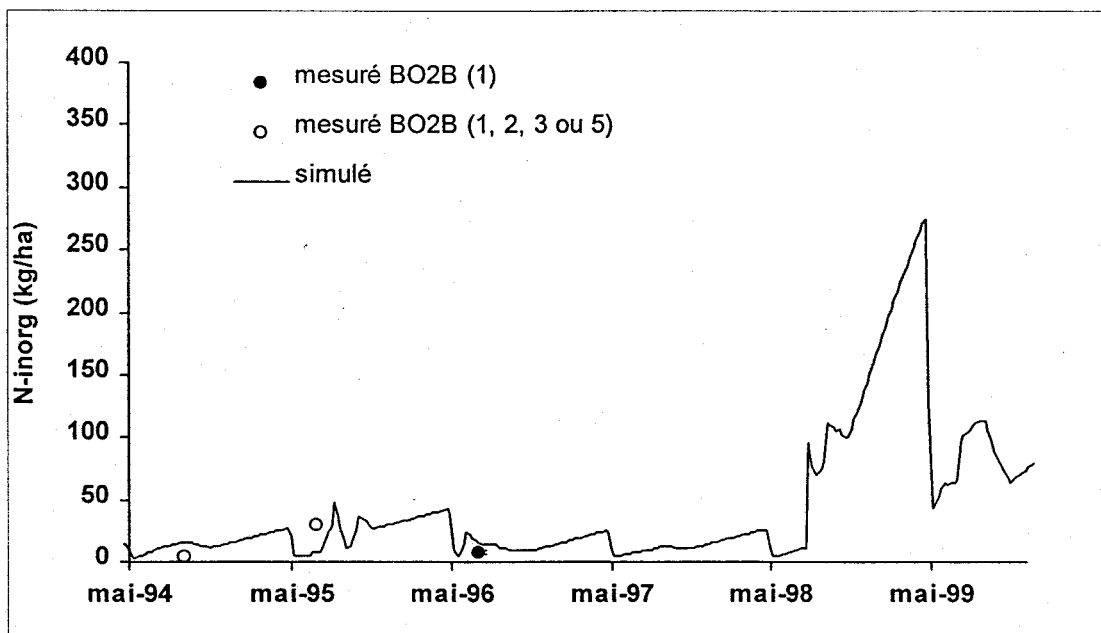


Figure A3.3 Contenus en azote inorganique mesurés et simulés sur le bloc BO2C

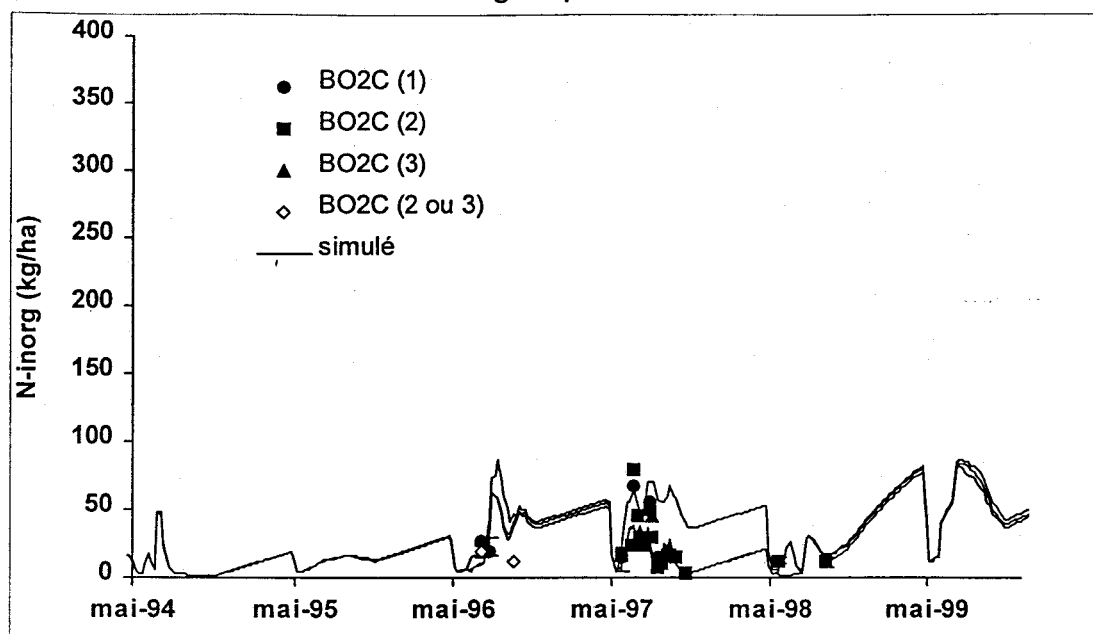


Figure A3.4 Contenus en azote inorganique mesurés et simulés sur le bloc BO3A

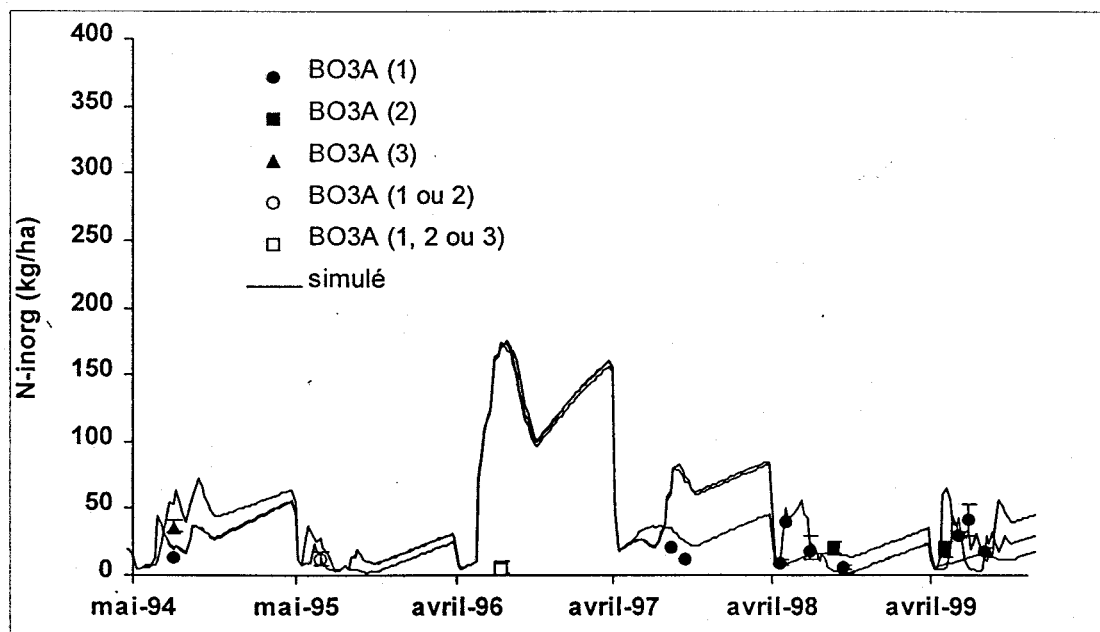


Figure A3.5 Contenus en azote inorganique mesurés et simulés sur le bloc BO3B

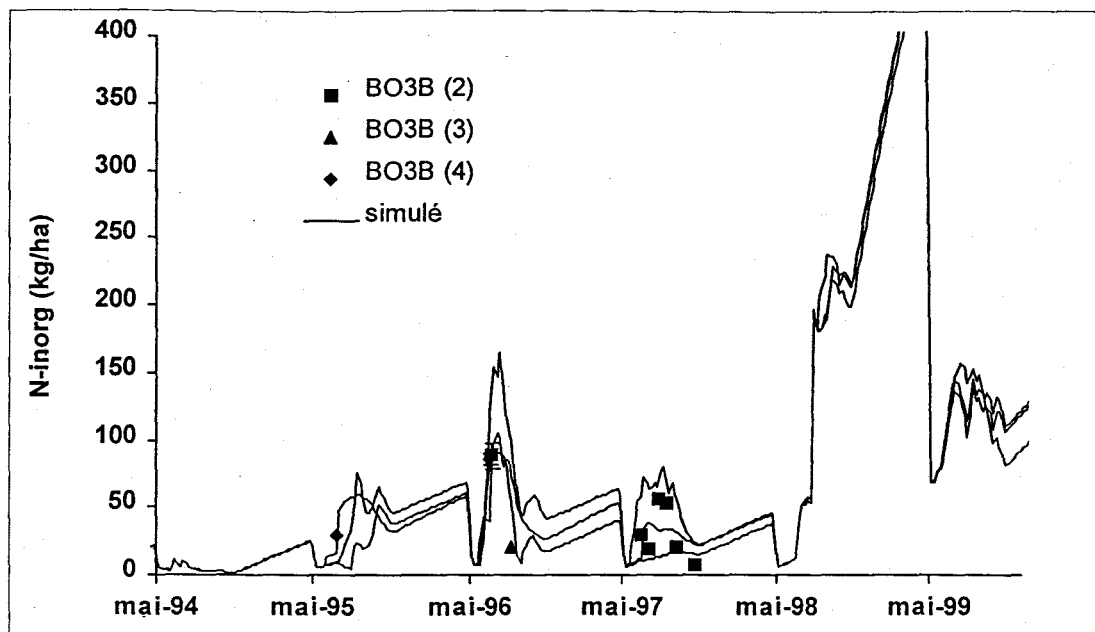


Figure A3.6 Contenus en azote inorganique mesurés et simulés sur le bloc BO3C

