

Modélisation des flux de nitrates par lixiviation sous parcelles agricoles

Outil de diagnostic et de gestion des Bassins d'Alimentation de Captage

Constant T., Py G., Pasquet M., Poupert A.

Union InVivo - Union de Coopératives Agricoles - Direction Agriculture Durable et Développement - 83, avenue de la Grande-Armée, 75782 Paris Cedex 16 - tconstant@invivo-group.com

1 Matériels et méthode

Matériels

- Registre Parcelaire Graphique
- Données climatiques
- Données pédologiques
- Caractéristiques des exploitations
- Itinéraires techniques des parcelles

EPICLÈS

- Outil d'Aide à la Décision (OAD) prévisionnel du plan de fumure développé par le réseau InVivo, adopté par 38 coopératives
- Utilisé sur 1,7 millions d'hectares en France, par 12 000 exploitations agricoles, 1er OAD de plan de fumure en France
- Modélisation des pertes d'azote par lixiviation sous racinaire

Récolte du précédent → **Semis de l'orge** → **Pluies hivernales**

Reliquat Récolte → **Reliquat Entrée** → **Reliquat Sortie**

- + Minéralisation automnale de l'humus
- + Décomposition automnale des résidus
- + Arrière effet automnal des apports organiques
- + Effet direct automnal des apports orga. Epanodus
- + Prélèvement de l'engrais vert (s'il y a)
- Immobilisation par la culture
- Pertes par drainage: Lessivage hivernal

A Calcul du Reliquat d'azote minéral à l'Entrée de la période de Drainage : RED

RED = RPR + Mh + Mr + Mo - Nabs + AoA

Avec :
Nabs : Azote absorbé par la culture en place ou par une interculture,
Mh : Minéralisation automnale de l'humus du sol,
Mr : Minéralisation des résidus de récolte,
Mo : Arrières effets des apports organiques,
AoA : Effet direct des apports organiques d'automne.

B Calcul de la Pluie drainante : Pd

Pd = P - ETR - ΔS

Avec :
Pd : lame d'eau drainante (mm),
P : cumul pluviométrique (mm),
ETR : évapotranspiration réelle (mm),
ΔS : Variation du stock d'eau dans le sol (mm)

C Calcul de la fraction d'azote lessivée : (f)

Équation du modèle de Burns, 1975 :

Avec :
f : fraction azote lessivé (%),
Pd : lame d'eau drainante, (en mm),
Cc : capacité au champ (en mm),
h : profondeur des racines (cm),
w : profondeur du labour (cm)

$$f = \left[\frac{Pd}{Pd + Cc} \right]^h$$

D Calcul de la quantité de nitrates lixiviés : q

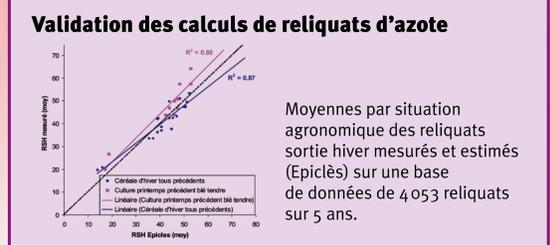
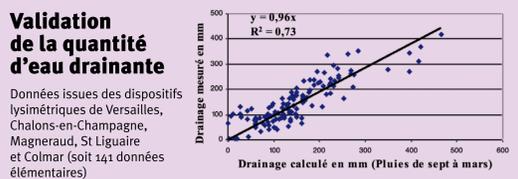
$$q = Red \times f \times \frac{62}{14}$$

E Calcul de la concentration en nitrates dans la lame d'eau drainante :

$$[NO_3^-] = \frac{q}{Pd} \times 10^2$$

2 Validation de l'outil

Normes et règles de décision validées par le Pool Fertile du réseau InVivo Agro, ARVALIS Institut du végétal, le CETIOM (Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains), le COMIFER (Comité Français d'Étude et de Développement de la Fertilisation raisonnée), le CORPEN, l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), l'ITB (Institut Technique de la Betterave) et l'ITPT (Institut Technique de la Pomme de Terre).



3 Application au BAC de Saint-Maxire – 24 190 ha (79)

Présentation du BAC

- 5 km au nord de Niort, au sein d'un méandre de la Sèvre Niortaise,
- 2,2 millions de m³ d'eau par an, 38 000 habitants alimentés,
- 2 stations de traitements (dénitritation et charbon actif),
- 12 forages alimentant par la nappe supra-toarçienne (Dogger), la nappe infra-toarçienne (Lias) et la Sèvre Niortaise,
- Une dégradation lente et progressive de la qualité des eaux concernant le paramètre nitrate avec sur certains ouvrages, des teneurs régulièrement supérieures à la limite de potabilité (50 mg/l),
- 67 % de la surface du BAC est agricole avec 292 exploitations,
- 85 % des exploitations ont une activité d'élevage,
- 93 % des flux d'azote sont agricoles (6 % assainissement et 1 % forêts).

Modélisation des flux de nitrates sous-racinaire

Variation des résultats de modélisation par types de rotations

Rotation	Nombre de parcelles	RPR Moyen (kg/ha)	RPR Écart type (kg/ha)	RED Moyen (kg/ha)	RED Écart type (kg/ha)	Concentration Moyenne (mg/l)	Concentration Écart type (mg/l)	Pression azotée totale Moyenne (t/ha)	Pression azotée totale Écart type (t/ha)	Pression azotée organique Moyenne (t/ha)	Pression azotée organique Écart type (t/ha)	Écart au conseil Moyen (t/ha)	Écart au conseil Écart type (t/ha)
B M	25	73	19	111	28	120	31	217	34	111	37	1	25
M M M	16	77	28	107	35	92	63	221	51	113	49	35	45
M	25	80	25	106	31	111	30	198	73	80	85	20	42
B O M M	10	71	14	103	23	103	25	126	47	47	53	20	22
B M B T	19	61	20	92	25	90	20	158	29	62	34	16	29
B M B C	37	61	20	90	33	103	49	184	38	57	42	7	30
B O T	13	64	24	87	29	90	29	141	29	39	41	-1	18
B B T	14	62	19	85	23	87	24	133	20	7	26	9	18
B T	46	56	20	84	26	89	25	119	41	36	39	12	37
C B O	30	51	19	78	28	88	32	167	38	28	45	16	24
C B B	23	48	11	76	18	85	20	172	21	17	21	5	14
B C O T	13	49	19	73	23	71	14	131	23	33	29	-2	27
B	15	18	10	70	11	74	12	0	0	0	0	0	0
B L L L	10	18	11	70	17	76	17	48	22	10	21	5	9
B L B O	16	43	12	68	17	80	20	181	19	40	34	-4	19
B C B T	123	49	20	69	23	74	23	155	34	39	39	0	34
B C	29	45	14	69	26	75	26	173	45	32	56	3	22
B C B Y	13	39	16	67	17	78	15	155	15	9	14	-15	21

Variation des résultats de modélisation par types de rotations

Détermination statistique des pratiques à risque (logiciel R)

Pratiques entrainant un faible RED (< 45 kgN/ha)	Probabilité d'apparition	Pratiques entrainant un fort RED (> 90 kgN/ha)	Probabilité d'apparition
Reliquat post récolte inférieur à 16 kgN/ha avec une culture d'hiver en place	0,91	Reliquat post récolte supérieur à 74 kgN/ha	0,94
Tourmesol en précédent culture avec un reliquat post récolte compris entre 46 et 43 kgN/ha et une culture en place autre que le colza	0,89	Culture d'hiver en précédent avec un reliquat post récolte compris entre 56 et 74 kgN/ha et une culture en place autre que le colza	0,94
Reliquat post récolte compris entre 16 et 56 kgN/ha et un colza en place sur lequel il y a plus de 44 kgN/ha d'apports organiques	0,77	Culture d'hiver en précédent avec un reliquat post récolte compris entre 56 et 74 kgN/ha et un colza en place sur lequel il y a plus de 44 kgN/ha d'apports organiques	0,87

Définition des objectifs de résultats

Définition des objectifs de concentrations

	Ensemble du BAC	Zone Priorité 1	Zone Priorité 2	Zone Priorité 3
Concentration en nitrate dans la lame d'eau drainante sous surface agricole cultivée (mg/l)	90	68	66	69
Concentration en nitrate dans la lame d'eau drainante sous l'ensemble de la zone (mg/l)	72	63	59	54
Calcul de l'effet dilution des zones non agricoles (%)	19,5	6,6	10,8	22,2
Objectif Captages = 40mg/l				
Objectif : concentration en nitrate dans la lame d'eau drainante sous surface agricole	48 mg/l	43 mg/l	44 mg/l	49 mg/l

Définition de l'objectif de RED sur limon moyen permettant d'atteindre l'objectif de concentration

Prise en compte de la répartition des types de sol

Bilan : Reliquats entrée drainage. Diagnostic actuel sans mesures en place. Objectifs du programme d'action

Définition du plan d'action et modélisation de son efficacité supposée

Tests de l'efficacité des différents scénarios

Spatialisation des zones de priorités d'actions

Spatialisation des scénarios à l'échelle du BAC