

Simulation à l'échelle de l'Aire d'Alimentation et de Captage de Mérobert (Eure-et-Loir) des effets de la culture du miscanthus sur la qualité de l'eau

Loïc Strullu ; UMR BioEcoAgro, INRAE, Université de Liège, Université de Lille, Université de Picardie Jules Verne, 02000 Barenton-Bugny, France
Emilie Skowron ; Novabiom, Ferme de Vauventriers, 28300 Champhol, France

Contexte

Les Aires d'Alimentation de Captage (AAC) destinées à la consommation humaine sont menacées par la pollution, qu'elle soit d'origine agricole, industrielle ou domestique, ce qui peut entraîner la fermeture définitive de captages d'eau potable. Entre 1994 et 2013, 39 % des fermetures captages destinés à l'alimentation en eau potable étaient liées à une pollution par les nitrates et les produits phytosanitaires. L'enjeu est donc de préserver ces captages. Les zones vulnérables vis-à-vis de la pollution nitrique sont soumises à des obligations pour la mise en place de « bonnes pratiques agricoles » (BPA) afin de protéger la ressource : périodes d'épandage autorisées, culture intermédiaires obligatoires pendant les intercultures longues et repousses obligatoires après colza ou encore mise en place d'une fertilisation raisonnée des cultures. Cependant, ces BPA sont parfois insuffisantes pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau en termes de concentration en nitrates.

L'implantation de cultures (comme le tournesol) ou de systèmes de culture (comme le miscanthus ou l'agriculture biologique (AB)) à « bas niveau d'intrants » dans les AAC, est donc une piste pour améliorer la qualité des eaux en termes de concentration en nitrates et en produits phytosanitaires.

Notre objectif était d'évaluer l'effet de cultures ou de systèmes de cultures BNI sur la qualité de l'eau à l'échelle d'une AAC. Pour cela, nous avons utilisé le modèle sol-plante STICS, développé par l'INRAE et le CIRAD, qui permet de simuler la production et les impacts environnementaux des systèmes de cultures (grandes cultures (blé, maïs, colza...), fourrages (prairies, luzerne) ou cultures pérennes (vigne, miscanthus)). Pour notre étude, nous avons retenu l'AAC de Mérobert en Eure-et-Loir, d'une superficie de 3670.2 ha et composée à 91.1 % de zones agricoles avec une orientation « grandes cultures » sur 93.1 % de la surface agricole utile (SAU). Les cultures les plus représentées sont le blé tendre d'hiver (45.6 %), le colza d'hiver (21.9 %) et l'orge d'hiver (8 %). Des cultures de printemps (8%) sont également cultivées dans l'AAC (maïs, pois de printemps, pomme de terre et betterave à sucre). Cette AAC est classée en zone vulnérable et a connu dans les années 90 et 2000 des dépassements de la norme de potabilité en termes de concentration en nitrates. Aujourd'hui, la teneur en nitrates mesurée dans la nappe demeure encore élevée et s'est stabilisée aux alentours de 44 mg l⁻¹, soit légèrement en deçà de la norme de potabilité fixée à 50 mg l⁻¹.

Méthodologie

Afin de renseigner les fichiers d'entrée du modèle STICS, nous avons eu recours à différentes bases de données. Nous avons utilisé la carte des sols à l'échelle 1/250000, mise à disposition par la Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, pour déterminer la classe texturale des différents horizons de sol et utilisé des fonctions de pédo-transfert pour paramétrer finalement 6 types de sols représentatifs. Nous avons collecté les données météorologiques mises à disposition par Météo-France® sur data.gouv.fr à l'échelle du département d'Eure-et-Loir puis les avons traitées pour créer les fichiers climatiques (période 2000 à 2022). Enfin, les données du registre parcellaire graphique (RPG) ont été utilisées et, suite à différents traitements, ont permis d'identifier 15 rotations de cultures couvrant 60 % de la SAU. Elles ont été utilisées pour définir un scénario de référence afin de représenter correctement la sole.

En ce qui concerne les itinéraires techniques, ils se veulent représentatifs des pratiques répertoriées sur l'AAC (sources : Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, Chartres Métropole) et des recommandations des instituts techniques. En résumé, les résidus de cultures sont systématiquement retournés au sol. Les cultures

de colza sont suivies d'une repousse et les cultures de printemps sont précédées d'une culture intermédiaire. Les dates de présence des repousses de colza ou d'implantation et de présence des cultures intermédiaires respectent les minimums légaux de la directive nitrates pour les zones vulnérables. Les cultures de maïs, de pomme de terre et de betterave à sucre sont irriguées. Aucune fertilisation organique n'est appliquée dans l'AAC (pratique très minoritaire). La fertilisation azotée minérale, quant à elle, est calculée selon la méthode du bilan (COMIFER) afin de reproduire les pratiques dans les zones vulnérables. La fertilisation minérale est répartie en un ou plusieurs apports en fonction de la culture selon les préconisations des instituts techniques. Il est important de noter ici que nous appliquons de manière généralisée et systématique à l'ensemble des simulations, les bonnes pratiques agricoles dans les zones vulnérables préconisées dans le référentiel régional (2023) à l'échelle de la parcelle agricole.

Un scénario à bas niveaux d'intrants (BNI) a été déterminé par un groupe de travail associant l'INRAE, Novabiom, la Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir et Chartre Métropole. Dans ce scénario, la proportion des rotations avec cultures de printemps existante est conservée afin de préserver les cultures à forte valorisation ajoutée. Deux rotations avec des successions de céréales d'hiver sur trois années successives (RotCBBO et RotCBBBO), identifiées comme problématiques en termes de qualité de l'eau dans le scénario de référence, ont été modifiées en remplaçant une succession blé sur blé par un tournesol sur blé (RotCBTO et RotCBTBO respectivement). Le tournesol est une culture BNI avec de faibles besoins en azote paramétrée dans le modèle STICS (contrairement au sarrasin, cultivé sur le territoire, mais non paramétré). Une part de la SAU en grandes cultures (1 %) est convertie en Agriculture Biologique (AB) avec l'utilisation d'une rotation dédiée (Rot AB, Figure 1), l'AB n'étant pas pratiquée dans l'AAC. Enfin, une part de la SAU en grandes cultures (10 %) est également convertie en zones de production de miscanthus (RotMi). L'évolution de la sole dans ce scénario BNI par rapport au scénario de référence est présentée dans le tableau 1.

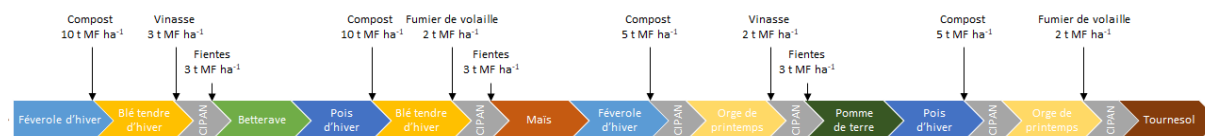


Figure 1 : Rotation utilisée pour les simulations en Agriculture Biologique.

	B (%)	C (%)	O (%)	M (%)	P (%)	Pa / Be (%)	T (%)	Op, Fh, Ph (%)	Mis (%)
Evolution de la sole pour atteindre le scénario BNI	-8.4	-3.8	-1.1	+0.1	0	+0.2	+2.4	+0.6	+10.0

Tableau 1 : Evolution de la sole « grandes cultures » du scénario de référence pour atteindre le scénario BNI défini par le groupe de travail. C = Colza d'hiver, B = Blé tendre ou Blé dur d'hiver, O = Orge d'hiver, M = Maïs, P = Pois de printemps, Pa = Pomme de terre de consommation, Be = Betterave à sucre ; T = Tournesol ; Op = Orge de printemps ; Fh = Féverole d'hiver ; Ph = pois d'hiver ; Mis = Miscanthus.

Résultats et analyse :

Nous nous sommes d'abord assurés que le modèle STICS permet de reproduire correctement la fertilisation azotée, l'irrigation et le rendement des cultures à l'échelle de l'AAC pour le scénario de référence, en confrontant les données simulées aux données observées fournies par la Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir. Concernant la qualité de l'eau, la concentration en nitrates moyenne à la base du profil de sol simulée à l'échelle de l'AAC est de $35.3 \pm 18.4 \text{ mg l}^{-1}$ et est donc inférieure à la concentration en nitrates observée dans la nappe phréatique (44 mg l^{-1}). Certaines zones de l'AAC non simulées ici ont des concentrations en nitrates plus faibles que sous les grandes cultures (avec une concentration de 8 mg l^{-1} sous forêt ou de 10 mg l^{-1} dans les zones en jachères ou urbanisées). En prenant en compte ces hypothèses, l'effet dilutif sur la concentration en nitrates à l'échelle de l'AAC a été estimé à -3 mg l^{-1} . Cependant, la concentration en nitrates observée reste dans la gamme de variabilité de la concentration en nitrates simulée. De plus, la variation de la concentration en nitrates simulée par le modèle en fonction des types de sols ou des rotations de culture est en accord avec la bibliographie.

Différentes limites ont été identifiées, pouvant expliquer cette différence :

- La fertilisation azotée simulée est mieux ajustée aux besoins des cultures pour chaque parcelle (prise en compte de la variabilité des sols intra-parcellaire, calcul à la parcelle...)
- L'implantation de cultures intermédiaires est systématique pendant les intercultures longues, ce qui ne correspond pas à la réalité (possibilité de laisser 20% des surfaces en repousses de céréales et jusque 20% des surfaces sont laissées en sol nu certaines années)
- Les simplifications nécessaires pour réaliser les simulations à l'échelle d'une AAC (6 types de sols sur 16, rotations de cultures représentatives de 60% de la SAU...).

Dans le scénario BNI, la concentration en nitrates moyenne simulée à l'échelle de l'AAC est de 31.4 ± 15.0 mg l⁻¹ (Figure 2), soit une diminution de la concentration en nitrates de 11% par rapport au scénario de référence. Cette diminution s'accompagne en outre d'une diminution du drainage de 2.4%, due à la culture du miscanthus. La concentration en nitrates moyenne la plus faible est simulée sous le miscanthus (20.2 mg l⁻¹, soit -53 à -69% par rapport aux rotations remplacées), puis sous la rotation conduite en AB (26.4 mg l⁻¹, soit -39 à -62% par rapport aux rotations remplacées) et enfin dans les rotations intégrant du tournesol (43.6 et 56.9 mg l⁻¹, soit -32 et -19% par rapport aux rotations modifiées).

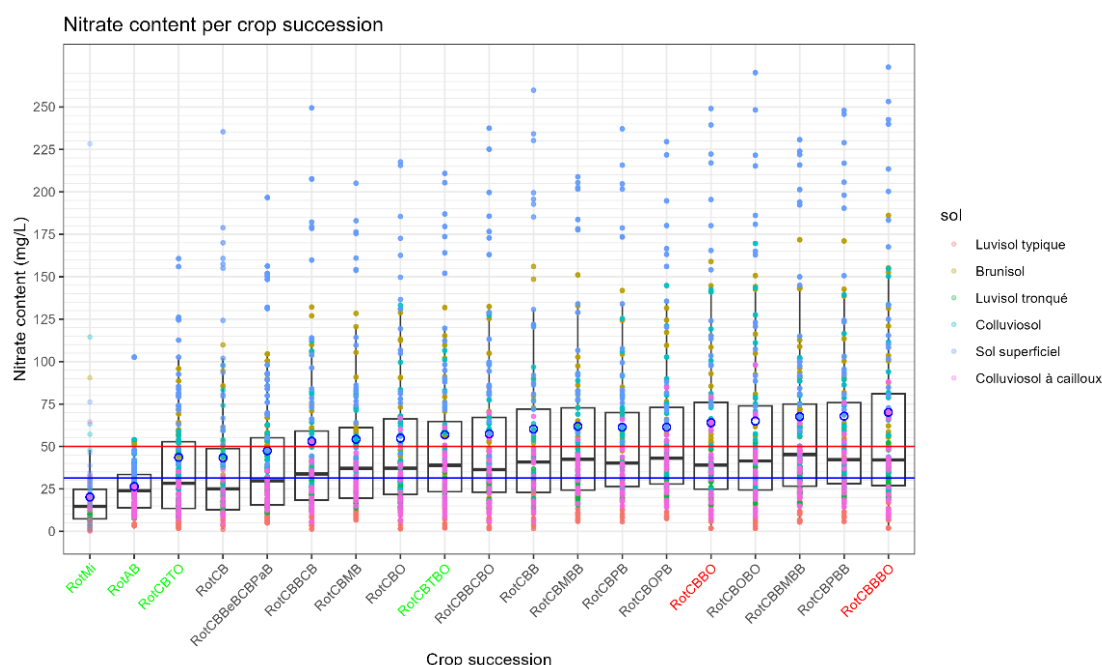


Figure 2 : Concentration en nitrates annuelle par rotation de l'eau drainée simulée par le modèle. Boîtes à moustaches : les bords du rectangle représentent le 1er et le 3ème quartile, la valeur centrale la médiane et les extrémités 1.5 fois l'espace interquartile ; les ronds bleus ouverts correspondent à la moyenne ; la ligne bleue horizontale correspond à la moyenne pondérée à l'échelle de l'AAC calculée sur 20 ans dans le scénario BNI et la ligne rouge à la norme de potabilité (50 mg l⁻¹). C = Colza d'hiver, B = Blé tendre ou Blé dur d'hiver, O = Orge d'hiver, M = Maïs, P = Pois de printemps, Pa = Pomme de terre de consommation, Be = Betterave à sucre ; T = tournesol ; Op = orge de printemps ; AB = agriculture biologique ; Mi = Miscanthus. Les rotations en vert sont spécifiques au scénario BNI, les rotations en rouge sont modifiées dans le scénario BNI (voir méthodologie).

L'insertion ciblée de cultures BNI (tournesol, sarrasin...), l'agriculture biologique ou l'implantation de miscanthus permettent une réduction significative de la teneur en nitrates de l'eau par rapport aux rotations du scénario de référence. Cet effet bénéfique pourrait être encore amélioré en cas d'implantation privilégiée du miscanthus sur les sols identifiés les plus à risque en termes de lixiviation (Figure 2). Dans tous les cas, ces modifications (miscanthus, AB ou insertion de cultures BNI) doivent être effectuées sur une part suffisante de la SAU pour avoir un effet significatif sur la qualité de l'eau drainée à l'échelle de l'AAC.

Remerciements :

Léo Berte, Direction du cycle de l'eau de Chartres Métropole ; Camille Guiziou, Thierry Savoie et Dominique Delaunay, service Conseil Agronomie Expérimentation et Environnement, Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir ; Julie Valarcher, GABEL (Groupement des Agriculteurs Biologiques d'Eure-et-Loir).