

PORTFOLIO DE L'UNITÉ DE RECHERCHE N°6293 GÉOHYDROSYSTÈMES CONTINENTAUX DE L'UNIVERSITÉ DE TOURS

PORTFOLIO

Le modèle CaSSiS ou comment calculer les surplus en azote et phosphore dans les sols à fine échelle spatiale

De nombreuses politiques de réduction des engrais agricoles ont été mises en œuvre depuis le début des années 90. Ces politiques font suite à une longue période d'augmentation de la fertilisation ayant commencé au sortir de la seconde guerre mondiale. Lorsque les apports d'engrais sont supérieurs aux besoins en nutriments des cultures, de grandes quantités d'azote et de phosphore peuvent être transférés vers l'hydrosystème. Ces apports excessifs entraînent alors une eutrophisation des masses d'eau de surface (rivières, lacs, zones côtières...) ce qui se traduit par une prolifération algale ayant des impacts économiques non négligeables.

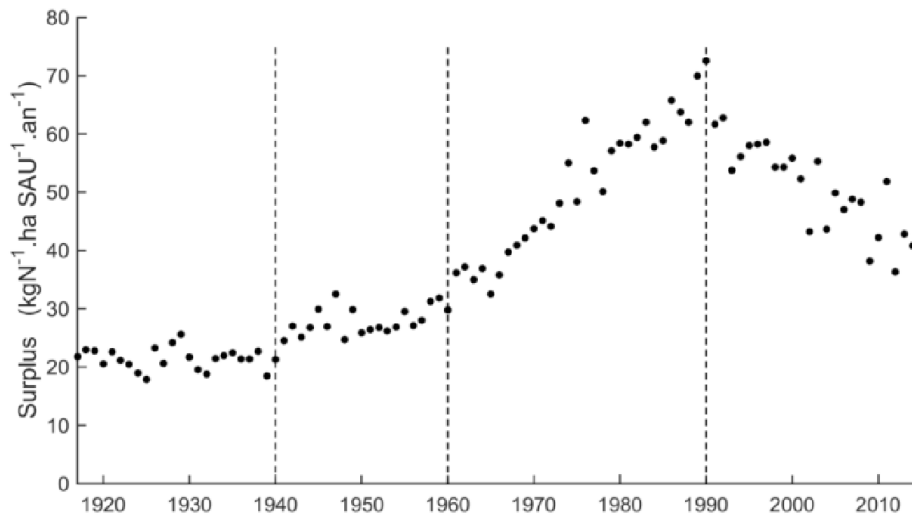
Le modèle CaSSiS (CALculation of Soil SIMplified Surplus) a été développé au GêHCo depuis 2012 avec le soutien financier du plan Loire et de l'OFB afin de répondre au besoin de caractérisation des pressions agricoles sur l'ensemble du territoire national sur la période récente. Avant ce travail, les données de surplus agricoles azotés disponibles concernaient seulement soit deux années récentes, à fine échelle spatiale, (SOeS, 2013, 2012) soit des évolutions temporelles, à pas de temps fin, sur un demi-siècle à l'échelle du pays entier (Bouraoui et Grizzetti, 2011).

L'objectif du modèle CaSSiS est de permettre de quantifier l'évolution des surplus d'origine agricole (azote et phosphore) : (1) à une échelle spatiale fine, celle de la commune, sur l'ensemble du territoire métropolitain et (2) sur une période longue englobant des faits marquants, tels que la révolution verte ou la directive nitrates, qui ont conditionnés des changements de pratiques agricoles. Seule une information à fine échelle spatiale et temporelle peut permettre d'évaluer l'évolution des pressions pour des masses d'eau de surface ou souterraines et d'étudier l'influence des temps de résidence sur la qualité des hydrosystèmes.

Deux thèses ont été réalisées dans le cadre du développement du modèle CaSSiS : la thèse de C. Poisvert (soutenue en 2018) qui présente les principaux résultats obtenus pour les surplus azotés à l'échelle départementale et communale et la thèse de H. Guejjoud, débutée fin 2020, qui s'intéresse à l'adaptation de ce modèle pour le phosphore. Seuls les résultats sur les surplus azotés seront présentés ici, ceux sur le phosphore n'étant pas encore consolidés.

Le surplus azoté est calculé en faisant la différence entre les apports d'azote (engrais minéraux et organiques, déposition atmosphérique et fixation symbiotique) et les exports qui correspondent aux récoltes. Ces calculs de surplus nécessitent de très nombreuses données sur les productions et les surfaces agricoles, les effectifs des différents types de cheptel et les quantités d'engrais utilisés. Ces données sont issues, pour la plupart, d'annuaires de statistiques agricoles annuels. Les surplus azotés ont été calculés sur la période 1915 – 2015, durant laquelle il y a eu des variations sur le nombre de catégories suivies ainsi que sur la nomenclature des catégories, ce qui pose des problèmes d'homogénéité des chroniques. Un important travail de saisie (les annuaires de la SAA n'étant informatisés que pour les années récentes après 1990), et de reconstitution des chroniques a permis d'aboutir à la création d'une base de données, la BD SAGRIDA (BD Statistiques AGRicoles Départementales Annuelles), regroupant plus d'un million de données, pour laquelle une déclaration d'invention est en cours de dépôt.

Les surplus azotés départementaux, agrégés à l'échelle de la France, montrent une évolution en deux temps : une première période caractérisée par une augmentation des pressions azotées (1960 à 1990) et une seconde par une décroissance après 1990 (Figure ci-dessous).

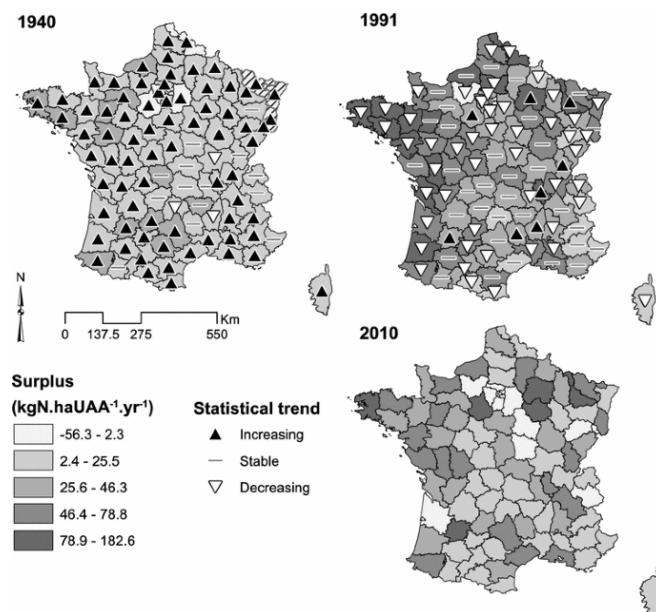


Evolution des surplus azotés en France métropolitaine sur la période 1917 - 2015. (Poisvert, 2018)

À l'échelle départementale, la plupart des départements présente une évolution similaire à celle observée à l'échelle nationale même si un certain nombre de départements présente des pressions azotées toujours croissantes.

« Les surplus azotés sont le reflet de l'évolution des pratiques agricoles, qui découlent elles-mêmes d'un choix des agriculteurs face à un ensemble complexe de facteurs tels que la situation du commerce mondial des denrées alimentaires, les politiques européennes et nationales et les caractères physiques (sol, climat, pente, ...) de la zone considérée. La multiplicité des facteurs pouvant influencer les postes [...] ne permettent pas de prévoir l'évolution future des pressions azotées » (Poisvert, 2018).

Les surplus communaux sont extrêmement variables et dispersés par rapport au surplus départemental tout au long de la période d'étude. L'étape de désagrégation qui consiste à passer du département à la commune est donc nécessaire pour décrire la variabilité spatiale des surplus et pour pouvoir les utiliser à une échelle infra-départementale.



Cartographie des tendances observées sur les chroniques de surplus azotés pour les départements français entre 1940 et 2010. (Poisvert, 2017)

Mise à disposition du modèle CASSIS

Les données de surplus ont été mises à disposition des gestionnaires via un site web hébergé par le GéHCo. Ce site web a été développé avec l'aide d'un ingénieur en calcul scientifique appartenant à la fédération CasSiModOT (Calcul Scientifique et Modélisation Orléans Tours). Ce site permet de mettre à disposition des chercheurs et des gestionnaires les données de surplus azotés calculés par le modèle Cassis-N à l'échelle communale sur la période 1955 – 2015 avec une fréquence annuelle. Ces résultats sont utilisés à des fins de recherche et ont déjà donné lieu à plusieurs publications de rang A (sur les temps de réponse des bassins versants et sur l'évaluation des pressions d'origine agricole sur les eaux souterraines ; Dupas et al 2020 ; Kim et al, 2020). Ils sont également utilisés par le service de l'observation et des statistiques (SOeS) du Ministère de la transition écologique, en charge de la collecte et de la mobilisation des données

relatives à l'environnement. Les agences de l'eau les ont reprises pour faire l'état des lieux 2016 de la Directive Cadre Européenne et l'Office Française de la Biodiversité (OFB) pour consolider le rapportage 2020 de la directive nitrates. Actuellement, il y a plus de 80 utilisateurs de cette base de données. En 2021, l'OFB a octroyé un financement supplémentaire au GéHCo pour la mise à jour du modèle concernant le calcul des surplus N sur la période 2015 -2020 grâce à la demande des gestionnaires en attente de ces données pour réaliser l'état des lieux 2020 des masses d'eau.

Publications associées

- Bouraoui, F., Grizzetti, B., 2011. Long term change of nutrient concentrations of rivers discharging in European seas. *Science of The Total Environment* 409, 4899–4916.
- Dupas, R., Ehrhardt, S., Musolff, A., Fovet, O. et Durand, P. 2020. Long-term nitrogen retention and transit time distribution in agricultural catchments in western France, *Environmental Research Letters*, 15(11).
- Kim, H., Surdyk, N., Moller, I., Graversgaard, M., Blicher-Mathiesen, G., Henriot, A., Dalgaard, T., Hansen, B. 2020. Lag Time as an Indicator of the Link between Agricultural Pressure and Drinking Water Quality State. *Water*. 12(9), 2385
- Poisvert, C. 2018. Analyse et modélisation des surplus azotés en France au cours du siècle dernier : Application aux échelles départementales et communales, Université de Tours
- Poisvert, C., Curie, F., Moatar, F., 2017. Annual agricultural N surplus in France over a 70-year period. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 107, 63–78.
- Service de l'observation et des statistiques (SOeS). 2013. NOPOLU-Agri. Outil de spatialisation des pressions de l'agriculture. Méthodologie et résultats pour les surplus d'azote et les émissions des gaz à effet de serre. Campagne 2010-2011. Ministère du Développement durable et de l'Énergie
- Service de l'observation et des statistiques (SOeS). 2012. L'analyse des pressions agricoles : surplus d'azote et gaz à effet de serre (N°. 113).