



Revue des services écosystémiques des parcelles de miscanthus pour identifier des zones préférentielles de son implantation en Hauts-de-France

Emilie Skowron - Novabiom

Sommaire

- ❑ Contexte : Miscanthus et Services écosystémiques
 - ❑ Méthode de construction d'une carte des zones préférentielles d'implantation
 - Surfaces favorables à la production de biomasse
 - Surfaces à enjeux « Protection de la qualité de la qualité de l'eau »
 - ❑ Résultats et discussions sur la méthode
- Dans cette présentation : miscanthus = *Miscanthus x giganteus*

Le miscanthus : une culture pérenne à bas niveau d'intrants

*Graminée pérenne
stérile et non-invasive*



*Culture rustique
pas d'apports engrais
traitements phytosanitaires
uniquement en 1^{ère} année*

*Implantation d'avril à mai
pour 25 ans et plus*



Culture réversible

*Récolte tous les ans en avril
à partir du 2^{ème} hiver*



*Rendements
de 10 à 20 t/ha/an*

Les services écosystémiques rendus par des parcelles de miscanthus

- ❑ Service écosystémique : **un bénéfice que les êtres humains retirent du fonctionnement de l'écosystème**
- ❑ L'écosystème d'étude : les parcelles de miscanthus
- ❑ **Méthode : services écosystémiques évalués pour une parcelle de miscanthus, par une approche qualitative ; et en suivant la trame de la classification CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) V5.1 [1]**
- ❑ **3 grands types de services : production, régulation et immatériels**

[1] Roy Haines-Young, Marion B. Potschin-Young, Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): A Policy Brief, One Ecosystem, Volume 3, 2018, ISSN 2367-8194, <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e27108>.

Production de rhizomes

Maintien et amélioration
de la qualité des sols.
Biorémédiation (solution pour
les sols pollués
au Métaux lourds)

Esthétique, symbolique écologique,
sensation de nature



Extrait de la revue bibliographique des services environnementaux rendus par les parcelles de miscanthus, dans le cadre du projet MisTigation – AAP Graine 2022.

Définition des zones préférentielles d'implantation du miscanthus

- ❑ « Zone préférentielle d'implantation »
 - Surface avec un bon niveau de production
 - Surface sur lesquelles le miscanthus participe au maintien de la qualité de l'eau.

- ❑ Objectif de la cartographie

Identifier les zones où le miscanthus rend un service sur la qualité de l'eau tout en ayant un bon potentiel de rendement

Démarche suivie

❑ Objectif

- **identifier les zones où le miscanthus rend un service sur la qualité de l'eau tout en ayant un bon potentiel d'implantation**

❑ Méthode

- Cartographier les sols les plus favorables au miscanthus
- Cartographier les zones à enjeux sur la qualité de l'eau
- Croisement des deux cartes

❑ Zone d'étude : Hauts-de-France



1. Identifier les sols favorables au miscanthus

Modéliser un sol favorable au miscanthus

- ❑ Un sol favorable au miscanthus est défini par :
 - **un sol agricole avec un faible risque à l'implantation**
 - **un bon potentiel de rendement (plus de 12 t/ha/an)**
- ❑ Les variables prises en compte :
Novabiom, 2023; Reinhardt et al., 2021; Lewandowski et al., 2023; Hao et al., 2022

Effet sur la réussite de l'implantation	Effet sur le rendement
Pente Taux d'argile et texture	Taux d'argile et texture Réserve utile en regard de la pluviométrie Profondeur de sol Hydromorphie pH Altitude
Utilisation du sol	

Recensement des données disponibles

Données d'intérêt	Source de données	Format
Pentes et altitudes	Modèle numérique de terrain MNT BD ALTI® de l'IGN	Couche raster SCR : RGF93 Lambert 93 et NGF-IGN 1978 Résolution 25 m
Propriétés de sol	Référentiels régionaux pédologiques (RRP) de l'Oise, la Somme, l'Aisne et le Nord-Pas-de-Calais	Couche vecteur Base de données au format DoneSol et carte au 1/250 000 ^{ème}
Usage des sols	Corine Land Cover (CLC), 2018, base de données européenne d'utilisation des sols	Couche raster SCR : EPSG:3035 Résolution 100 m
Pluviométrie	Scénario de référence (période 1951-2005) du modèle ALADIN6.3 v2 (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational)	Couche raster SCR : Lambert Conique Conforme Résolution 8 km

Un sol favorable au miscanthus est ...

un sol avec un faible risque à l'implantation et un bon potentiel de rendement (12-15 t/ha)

- ❑ Une profondeur de sol ≥ 40 cm **ET**
- ❑ une réserve utile ≥ 60 mm sur toute la profondeur de sol **ET**
- ❑ Un taux d'argile ≤ 45 % sur les 40 premiers cm de sol **ET**
- ❑ Une texture toute ou en partie limoneuse sur les 40 premiers cm de sol **ET**
- ❑ Un pH $< 8,5$ sur les 15 premiers cm de sol **ET**
- ❑ Une hydromorphie nulle à forte (d'après définition hydromorphie DoneSol) sur toute la profondeur de sol : les hydromorphies très fortes sont exclues.

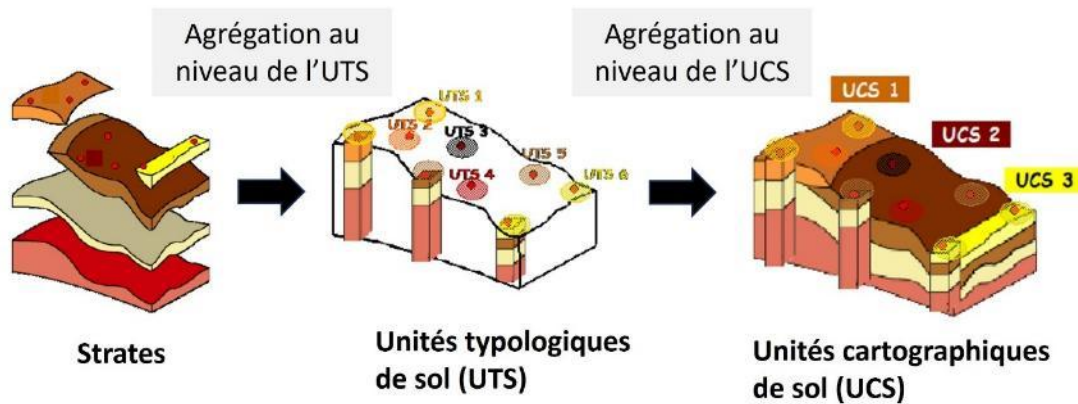
Ainsi que :

- ❑ Altitude inférieure à 500 m : valable dans tous les Hauts-de-France **ET**
- ❑ Précipitations cumulées par mois supérieures à 30 mm

- Terres arables hors périmètres d'irrigation
- Périmètres irrigués en permanence
- Rizières
- Vignobles
- Vergers et petits fruits
- Oliveraies
- Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole
- Cultures annuelles associées à des cultures permanentes
- Systèmes culturaux et parcellaires complexes
- Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
- Territoires agroforestiers

Définition des sols agricoles
par Corine Land Cover, 2018

Traitement des variables « sols »



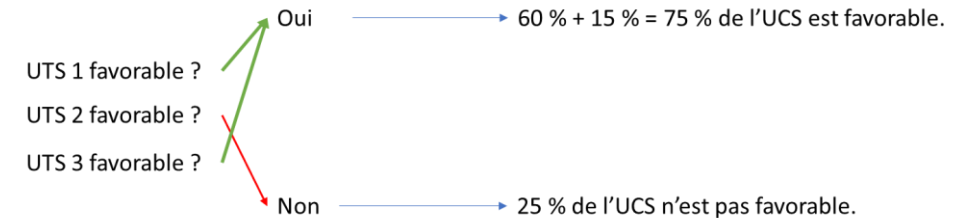
Organisation des données des les Référentiels régionaux pédologiques.

- Les données sont renseignées au niveau des strates ou des UTS, les étapes d'agrégation sont nécessaires pour obtenir une seule valeur par UCS
- UCS : unité cartographique de sol
- UTS : unité typologique de sol

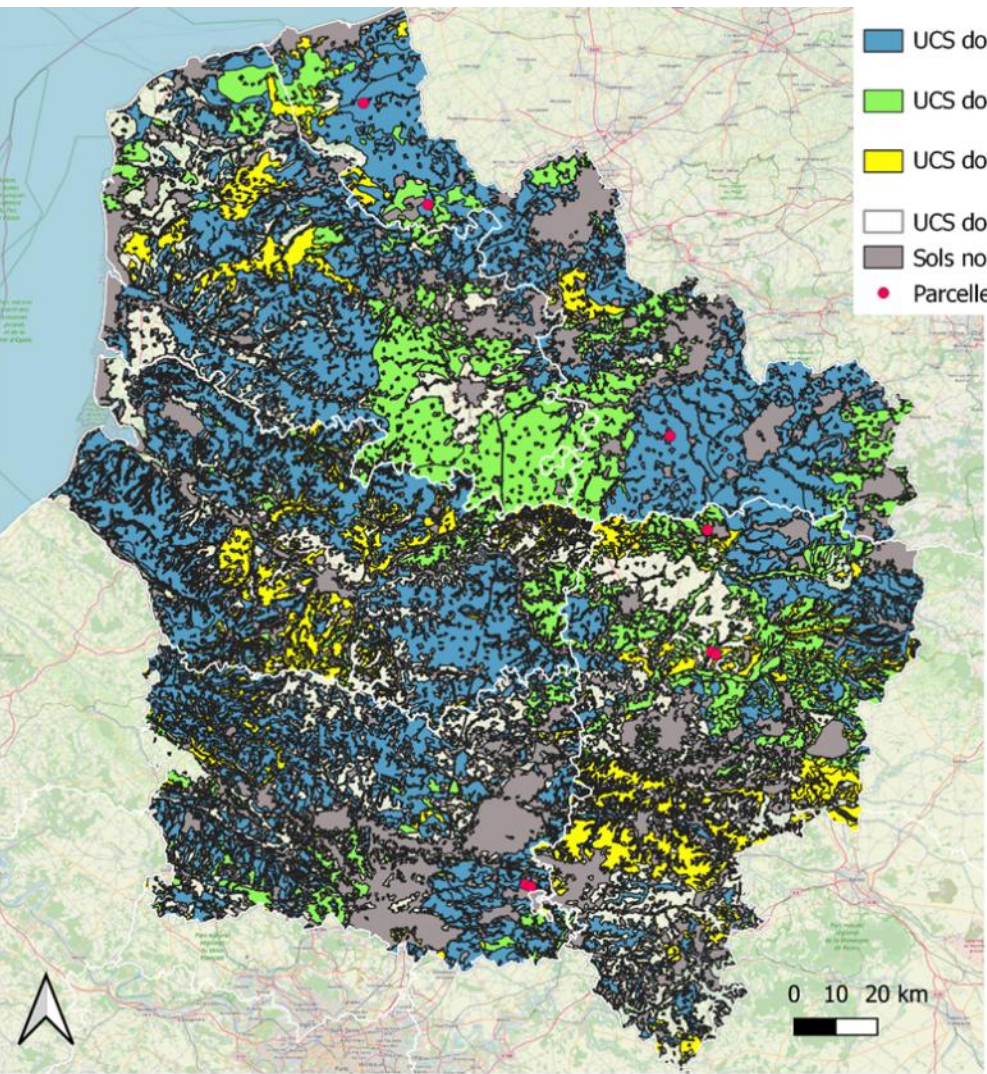
□ Principe :

- Etape 1 : pour chaque variable de sol, calculer une seule valeur par UTS
- Etape 2 : déterminer si l'UTS est favorable ou non au miscanthus
- Etape 3 : pour chaque UCS, on additionne les surfaces favorables, c'est-à-dire le pourcentage de surface de chaque UTS favorable (dans l'UCS)

Soit un UCS, qui contient 3 UTS :
 - UTS 1 = 60 % de l'UCS
 - UTS 2 = 25 % de l'UCS
 - UTS 3 = 15 % de l'UCS



Carte finale des sols favorables au miscanthus



- UCS dont 100% de la surface est favorable au miscanthus.
- UCS dont 90% à 99% de la surface est favorable au miscanthus.
- UCS dont 80% à 89% de la surface est favorable au miscanthus.
- UCS dont moins de 80% de la surface est favorable au miscanthus.
- Sols non agricoles des Hauts-de-France.
- Parcelles de référence (rendement supérieur à 15t/ha).

■ UCS favorable au miscanthus : au moins 80% de la surface est composée d'UTS favorable au miscanthus

Carte des sols préférentiels pour l'implantation du miscanthus dans les Hauts-de-France.

en km²					Total Zones agricoles Hauts-de-France
en bleu, part surface favorable miscanthus par rapport surface totale agricole	Aisne	Nord-Pas-de-Calais	Oise	Somme	
Superficie totale	5465	11487	4046	5090	24100
Superficie des UCS à 100% favorable au miscanthus	1088	4821	2118	2566	10593
	20%	42%	52%	50%	44%
Superficie des UCS à 90% favorable au miscanthus	2277	7344	2514	2936	15071
	42%	64%	62%	58%	63%
Superficie des UCS à 80% favorable au miscanthus	3386	7903	2766	3777	17832
	62%	69%	68%	74%	74%

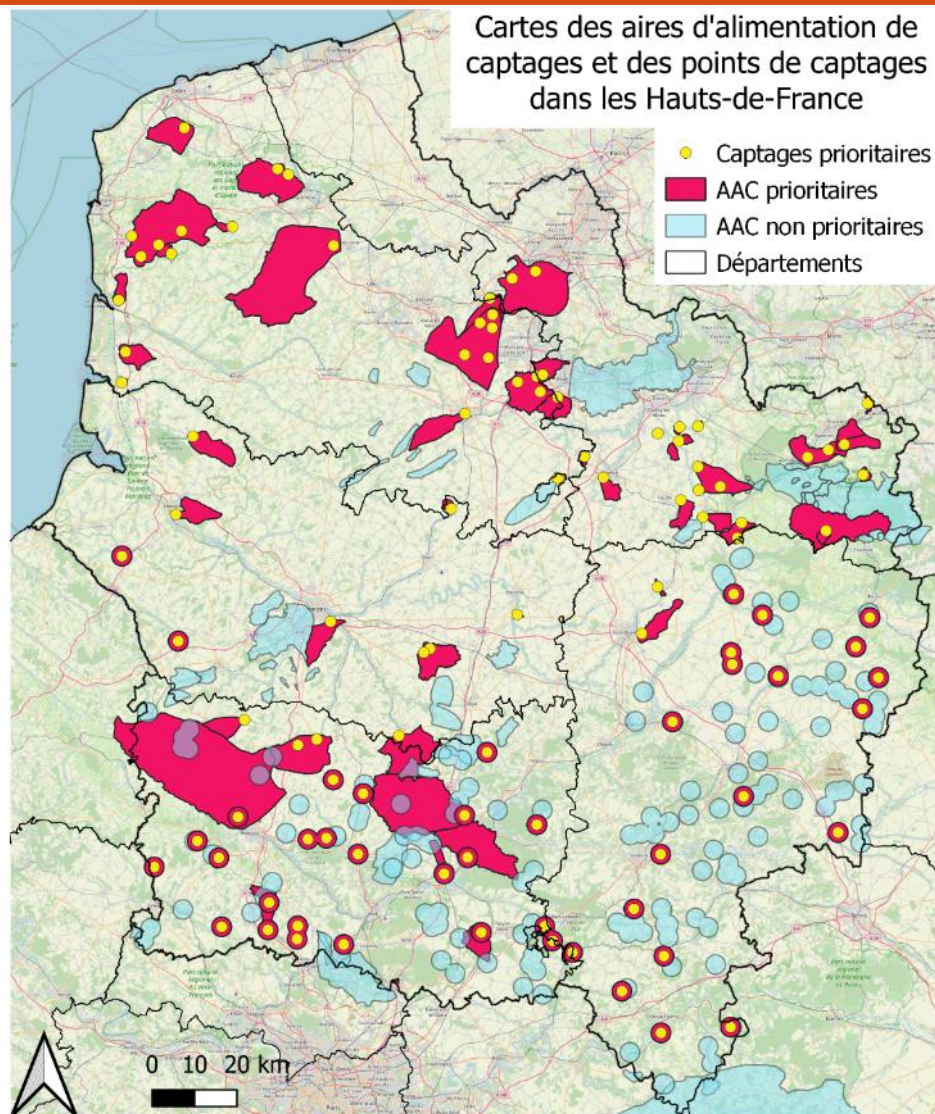


2. Identifier les zones à enjeux sur la qualité de l'eau

Choix des données représentées et sources

- ❑ Sources de données
 - Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (SANDRE)
 - Systèmes d'information des bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie
- ❑ La carte des zones à enjeux sur l'eau représente
 - les points de captages
 - les aires d'alimentation de captages (AAC) répertoriées par le SANDRE, validées ou en cours de validation
 - des aires de 2,3 km de rayon autour des points de captages répertoriés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie et non incluses dans les AAC répertoriées dans le SANDRE
- ❑ La carte des captages non prioritaires sur le Bassin Artois-Picardie n'est pas disponible

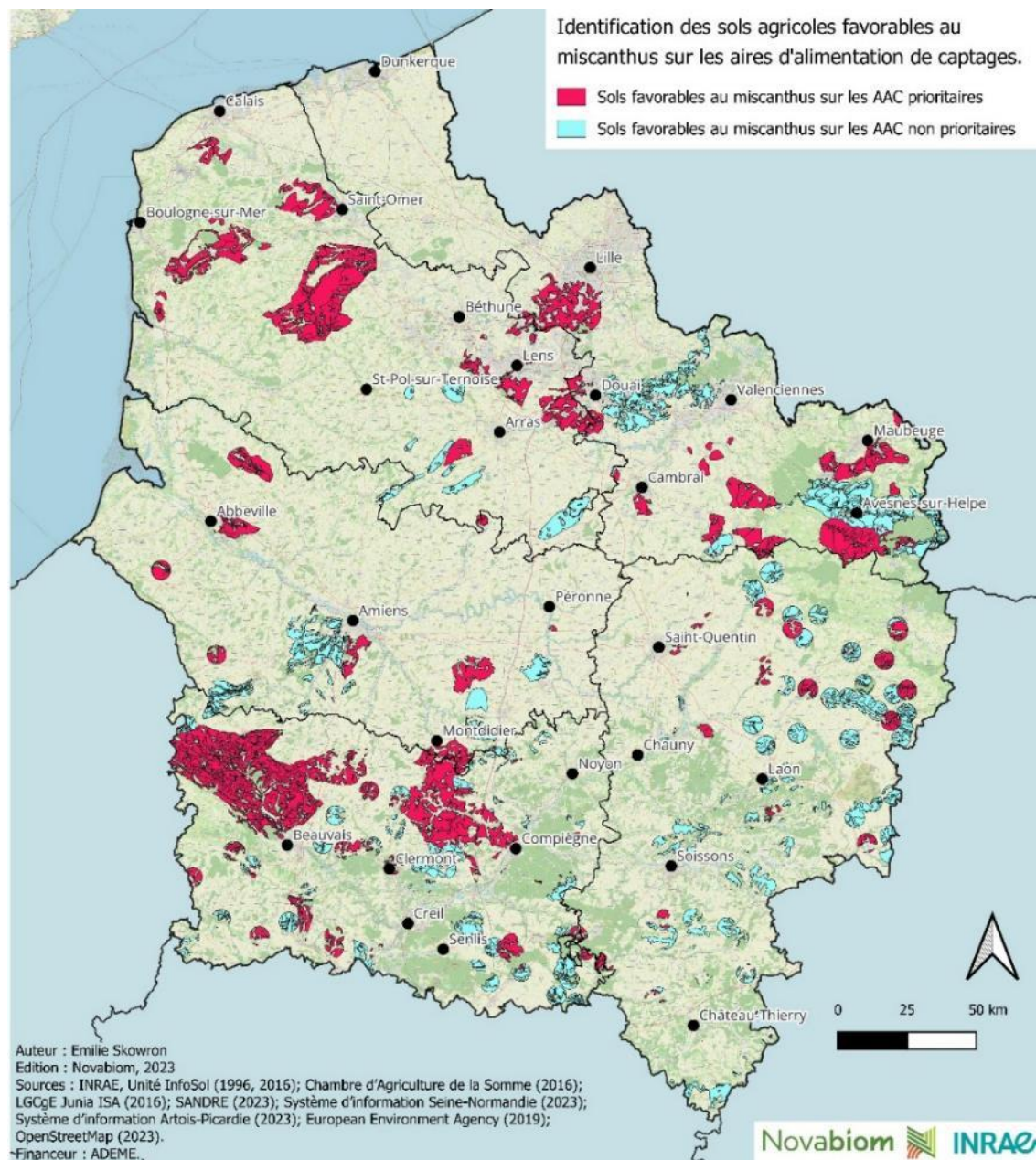
Cartes des zones à enjeux sur la qualité de l'eau



- L'ensemble des AAC des Hauts-de-France recouvre 819 450 ha
- Les AAC prioritaires dans les Hauts-de-France ont une superficie de 375 255 ha pour 95 captages prioritaires
- *Résultats variables en fonction de l'approximation des AAC non renseignées*

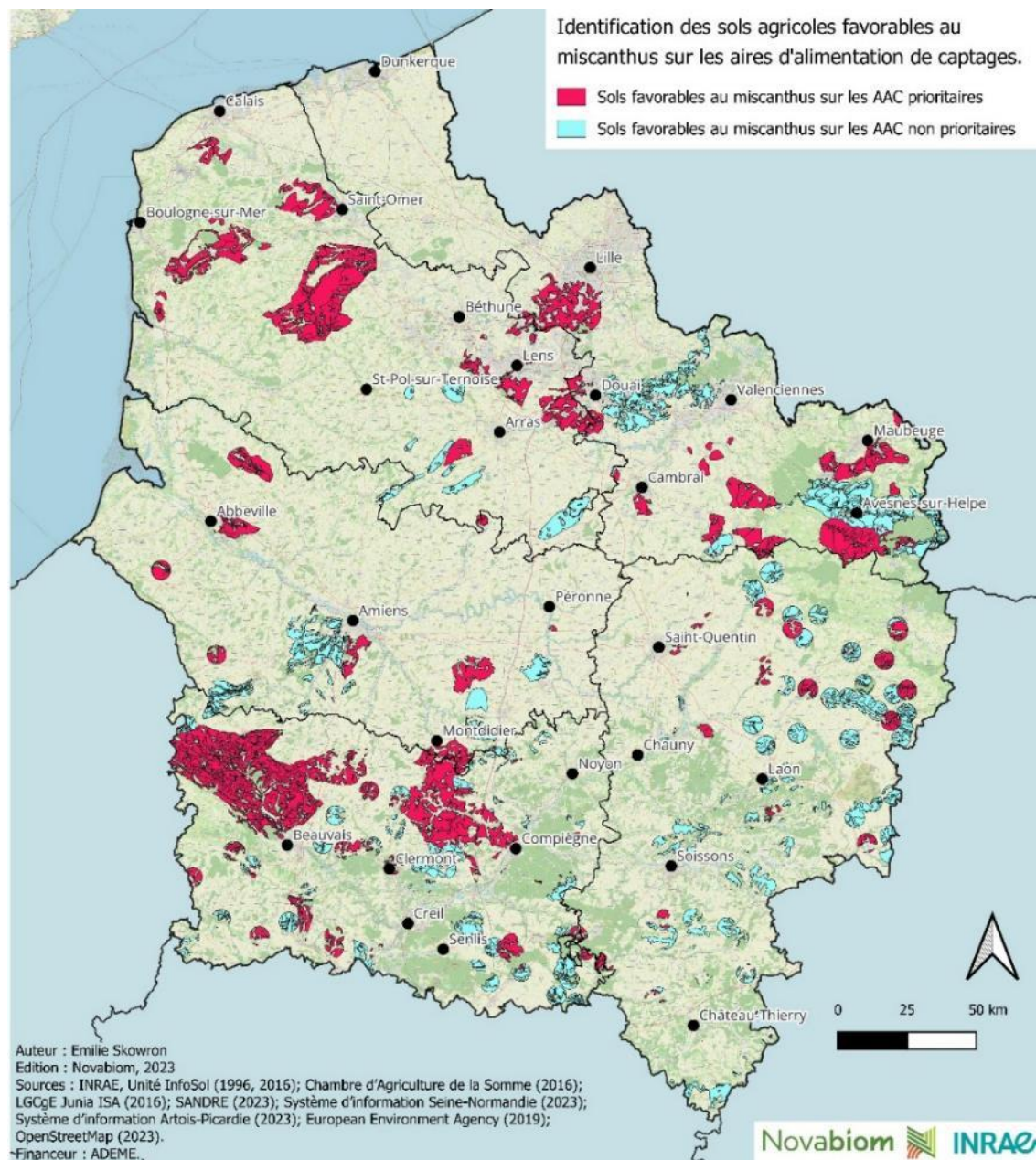


3. Croisement des couches



Croisement des sols préférentiels pour le miscanthus et des zones à enjeux sur l'eau

- Surface des AAC prioritaires favorables au miscanthus
 - 217 378 ha
 - soient 58 % de la surface des AAC prioritaires
- Surface de l'ensemble des AAC favorables au miscanthus (prioritaires et non prioritaires)
 - 387 619 ha
 - soient 47 % de la surface des AAC.



Discussion sur les résultats

- Sur la majorité des sols des AAC, deux services écosystémiques sont largement rendus : protection de la qualité de l'eau et production de biomasse
- 217 378 ha de surfaces favorables au miscanthus sur des AAC prioritaires, en regard des 11 000 ha de miscanthus implantées en France
 - Favoriser des plantations de miscanthus multifonctionnelles
 - Approche de filières locales avec les collectivités
- Carte support pour identifier des zones préférentielles de développement du miscanthus, sur lesquelles tester les scénarios climatiques du futur

Discussion sur la méthode

- ❑ Une méthode répliquable sur d'autres territoires, et sur d'autres enjeux environnementaux
- ❑ Des pistes d'amélioration de la méthode
 - Cartographier les périmètres rapprochés des AAC
 - Simuler plus finement les sols favorables au miscanthus
 - Augmenter le nombre de parcelles de références
- ❑ Une approche cartographique grande échelle, complémentaire aux visites de terrain

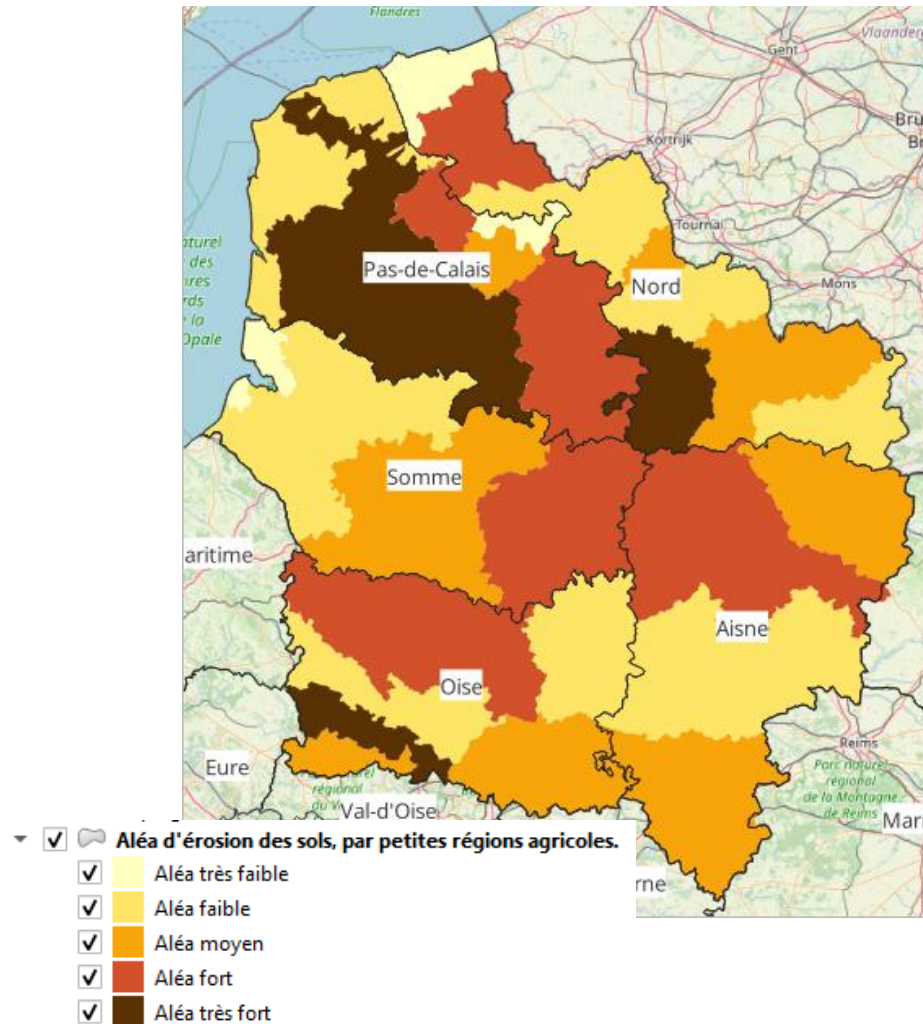
Merci pour votre attention !

Références bibliographiques

- ❑ Reinhardt et al., « A review of industrial crop yield performances on unfavorable soil types », 2021.
- ❑ I. Lewandowski, « The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe », 2003.
- ❑ M. Hao, S. Chen, Y. Qian, D. Jiang, et F. Ding, « Using Machine Learning to Identify the Potential Marginal Land Suitable for Giant Silvergrass (*Miscanthus × giganteus*) », *Energies*, vol. 15, n° 2, 2022, doi: 10.3390/en15020591.
- ❑ L. Strullu *et al.*, « Multisite Yield Gap Analysis of *Miscanthus × giganteus* Using the STICS Model », *BioEnergy Res.*, vol. 8, n° 4, p. 1735-1749, déc. 2015, doi: 10.1007/s12155-015-9625-y.
- ❑ Julien Moeys., « The soil texture wizard: R functions for plotting, classifying, transforming and exploring soil texture data. » 19 septembre 2018. [En ligne]. Disponible sur: <https://github.com/julienmoeys/soiltexture>
- ❑ M. Román Dobarco, I. Cousin, C. Le Bas, et M. P. Martin, « Pedotransfer functions for predicting available water capacity in French soils, their applicability domain and associated uncertainty », *Geoderma*, vol. 336, p. 81-95, févr. 2019, doi: 10.1016/j.geoderma.2018.08.022.
- ❑ S. Barreau, A.-P. Mettoux-Petchimoutou, et A. Bornancin Plantier, *Protection des captages d'eau potable en France - Lutte contre les pollutions diffuses*. Office International de l'Eau, 2020.
- ❑ GIS Sol - INRAE, « Gis Sol - Données d'aléa d'érosion en 2000 », <https://www.gissol.fr>. <https://www.gissol.fr/donnees/donnees-dalea-derosion-2844> (consulté le 6 septembre 2023).
- ❑ BRGM, SOes, « Aléa érosif par petites régions agricoles. », 2010.
- ❑ L. Martin, J. Wohlfahrt, F. Le Ber, et M. Benoît, « L'insertion territoriale des cultures biomasses pérennes. Étude de cas sur le miscanthus en Côte-d'Or (Bourgogne, France) », *L'Espace Géographique*, vol. 2, no 41, p. 138-153, 2012, doi: 10.3917/eg.412.0138.
- ❑ R. von Hellfeld et al. al., « Expanding the *Miscanthus* market in the UK: Growers in profile and experience, benefits and drawbacks of the bioenergy crop », *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY*, vol. 14, no 11, p. 1205-1218, nov. 2022, doi: 10.1111/gcbb.12997.

Annexes

Carte de l'aléa érosif dans les Hauts-de-France



- ❑ Carte de l'aléa érosif à **très grande échelle** (échelle des petites régions agricoles). Produite par le BRGM en 2010, avec le modèle MESALES et des données de 2000 à 2006
- ❑ Données d'entrée du modèle : la battance et l'érodibilité des sols, la topographie, l'occupation du sol, les précipitations (hauteur et intensité) et le type de culture dominante
- ❑ Un enjeu sur l'érosion présent dans les Hauts-de-France. Carte à très grande échelle et données anciennes : limite son utilisation ici.
- ❑ L'aléa érosif n'est plus étudié dans la suite des travaux

Méthode de gestion des données DoneSol

- ❑ Traitement principal des données sur R (v4.2.3) puis import sur QGIS (v3.28.4)
- ❑ Gestion des données manquantes (de 0 à 40% des valeurs)
 - Si cas pertinent et données disponibles, les données absentes de valeurs modales sont remplacées par une moyenne entre les valeurs maximales et minimales. La valeur moyenne peut être considérée en première approximation comme proche de la valeur modale
 - Si absence de valeur maximale pour faire la moyenne, on remplace le NA par la valeur minimale. Cela permet, à défaut d'avoir une valeur propre à l'unité de sol étudiée, en sous-estimant la valeur. Enfin, en l'absence de toute valeur, on attribue une valeur commune et fixe à tous les NA. Ce cas de figure arrive surtout dans les tables issues de jointures

Tableau récapitulatif des variables sols dans DoneSol et de leur utilisation

	Nom de la variable dans DoneSol	Utilisation					
		Profondeur de sol (toute la profondeur de sol)	Réserve utile (toute la profondeur de sol)	Taux d'argile (40 premiers cm)	Texture (40 premiers cm)	PH (entre 10 et 15 cm)	Hydromorphie (toute la profondeur de sol)
UTS							
UTS et pourcentage	POURCENT	X	X	X	X	X	X
Profondeur de sol	PROF_SOL_MOD	X					X
Texture de sol	TEXTURE AISNE ou TEXTURE GEPPA				X		
Profondeur d'apparition de l'horizon réductique	APPAR_GR_MOD						X
Profondeur d'apparition de l'horizon rédoxique	APPAR_G_MOD						X
STRATES							
Profondeur d'apparition de la strate	PROF_APPAR		X	X		X	
Epaisseur de la strate	EPAIS		X	X		X	
Taux d'argile	TAUX ARGILE		X	X			
Taux de limon	TAUX LIMON		X				
Taux de sable	TAUX SABLE		X				
Abondance des éléments grossiers	ABONDANCE EG		X				
pH	PH_EAU					X	