



Mai 2023

PROJET « EAU, SOL & BIODIVERSITE

RESULTATS ET PERSPECTIVES

hautsdefrance.chambre-agriculture.fr



CHAMBRE
D'AGRICULTURE
NORD-PAS-DE-CALAIS

Propos introductifs

Le Parc Naturel Régional Scarpe - Escaut (PNRSE) a confié à la Chambre d'Agriculture du Nord - Pas de Calais la réalisation d'une étude sur les relations entre la qualité des sols des parcelles cultivées et la préservation des ressources en eau sur le territoire de l'ORQUE (*) Scarpe aval.

Retour sur les objectifs du projet, la méthodologie adoptée, les enseignements et les pistes d'action identifiées.

POURQUOI UN TEL PROJET ?

Plus de 18 millions de m³ d'eau sont prélevés chaque année sur une vingtaine de captages du bassin versant de la Scarpe aval afin d'alimenter en eau potable les collectivités. Cette ressource de bonne qualité s'avère localement vulnérable, car peu protégée par une couche d'argile en profondeur. Si les risques de pollutions diffuses d'origine agricole découlent principalement de la sensibilité du milieu (topographie, sol, sous-sol, climat, ...) et des pratiques culturales (rotations, intrants, intercultures, travail du sol, ...), **un sol vivant et en « bonne santé » pourrait-il jouer un rôle d'atténuateur des transferts de sédiments, de nitrates ou de résidus phytosanitaires pour une eau de meilleure qualité ?**

LES 3 OBJECTIFS DU PROJET

- Mettre en place un réseau de 16 parcelles chez 8 agriculteurs volontaires pour y mesurer un panel d'indicateurs de la qualité des sols,
- Rechercher les liens potentiels avec les pratiques culturales et la qualité des eaux,
- Identifier des pistes de travail pour accompagner les agricultures du territoire dans leurs évolutions

ZOOM SUR L'ORQUE SCARPE AVAL SUD

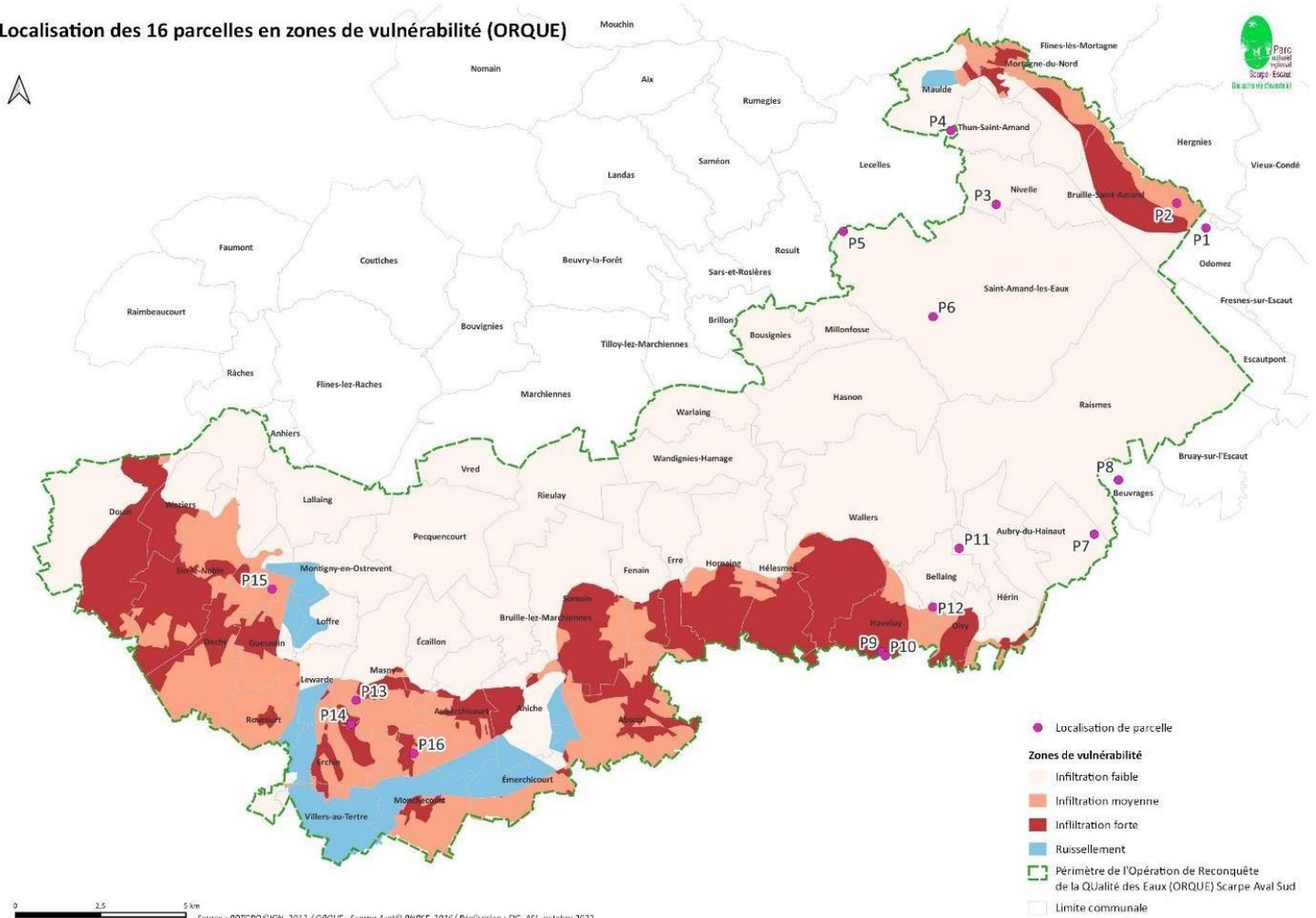
Pour limiter le risque de contamination de la ressource par les pollutions diffuses, la Commission locale de l'eau a engagé en 2010 un diagnostic territorial multi pression (DTMP), donnant lieu aujourd'hui à une [Opération de reconquête de la qualité des eaux \(ORQUE\)](#) sur l'aire d'alimentation de captage Scarpe aval Sud.

Cette ORQUE intervient sur 48 des 75 communes du SAGE avec une vigilance particulière sur les 11 883 ha de Zones d'Actions Prioritaires.

A l'échelle de l'ORQUE, un programme d'actions est animé sur les volets suivants : agriculture, assainissement collectif et non collectif, phytosanitaires en zones non agricoles, industries/artisanat, communication et prise en compte des enjeux du territoire, milieux naturels et autres activités (déchets, dépôts sauvages, décharges, sites pollués...).

Présentation du réseau de 16 parcelles

Localisation des 16 parcelles en zones de vulnérabilité (ORQUE)



Parcelle	Type de sol	Systèmes d'exploitation
P1	Sable à silex profond et hydromorphe	- blé / céréale immature avant maïs ensilage
P2	Sable argilo-limoneux profond et hydromorphe	- méthanisation (digestats liquide et solide)
P3	Sable limoneux profond et hydromorphe	- alternance de labour et de non labour
P4	Limon sableux profond et hydromorphe	- blé / maïs ensilage
P5	Sable argilo-limoneux profond et hydromorphe	- élevage bovin laitier et élevage porcin (lisiers bovin et porcin + un peu de fumier)
P6	Sable profond et hydromorphe	- alternance de labour et de non labour
P7	Limon sableux profond sur altérite de tuffeau de Valenciennes	- blé / escourgeon / maïs ensilage / pomme de terre
P8	Limon sableux profond et hydromorphe	- élevage bovin laitier (fumier bovin)
P9	Limon sableux profond et hydromorphe	- alternance de labour et de non labour
P10	Limon sableux profond et hydromorphe	- blé / maïs ensilage avec ray-grass italien en dérobée 1 an sur 4
P11	Limon sableux profond et hydromorphe	- élevage bovin allaitant (lisier bovin)
P12	Limon sableux profond et hydromorphe	- agriculture de conservation ou ACS (blé en semis direct, maïs en strip-till)
P13	Limon profond	- agriculture de conservation ou ACS (blé en semis direct, maïs en strip-till)
P14	Limon argileux carbonaté à cailloux et graviers de craie, peu profond sur craie (cranette)	- betterave / blé / escourgeon / pois de conserve
P15	Limon légèrement argileux carbonaté profond et hydromorphe	- élevage bovin allaitant (fumier bovin)
P16	Limon profond	- alternance de labour et de non labour

Apprécier la qualité des sols : définitions, indicateurs testés, méthodes et principaux enseignements

4 COMPOSANTES INTERDEPENDANTES POUR APPREHENDER LA QUALITE DES SOLS :

Un sol agricole en bon état doit réunir les quatre piliers de la fertilité pour assurer pleinement sa contribution à la production végétale, et assurer un certain nombre de services pour l'environnement. L'ensemble de ces indicateurs a été mesuré au champ ou en laboratoire (voire estimé via des modèles agronomiques) lors du printemps 2022, et ce de façon simultanée et sous une même culture de blé pour limiter les biais au sein du réseau de parcelles.

1. La fertilité physique, ou une bonne « structure » de sol, permet la circulation de l'eau, de l'air et des racines. Ces dernières assurent l'alimentation en eau et en nutriments pour soutenir la croissance des cultures

2. La fertilité chimique repose principalement sur le bon équilibre acido-basique du sol (niveau de pH et réserve calcaire) et sur la disponibilité en éléments nutritifs (phosphore, potasse et magnésie notamment).

3. La fertilité organique est liée aux rôles des matières organiques du sol, lesquelles structurent le sol, nourrissent les plantes et stimulent la biologie.

4. La fertilité biologique découle quant à elle de la contribution des êtres vivants du sol à la production végétales (structure du sol, fourniture de nutriments, régulation des bioagresseurs...)

18 INDICATEURS RECHERCHES

- 4. Statut acido-basique
- 5. Phosphore Olsen
- 6. Potasse échangeable
- 7. Magnésie échangeable



- 8. Teneur en matières organiques
- 9. Evolution du % de matières organiques
- 10. Stock de carbone
- 11. Evolution du stock de carbone
- 12. Fractionnement de la matière organique à 50 um
- 13. Minéralisation d'azote

- 14. Abondance microbienne
- 15. Activité microbienne
- 16. Indicateurs nématodes
- 17. Bioturbation 0-30 cm
- 18. Galeries anéciques

- 1. Note de structure
- 2. Pénétromètre et semelle de compaction
- 3. Profil de sol 3D



FERTILITE PHYSIQUE

- Profil cultural au télescopique (observation d'un bloc de sol extrait par des fourches palettes),

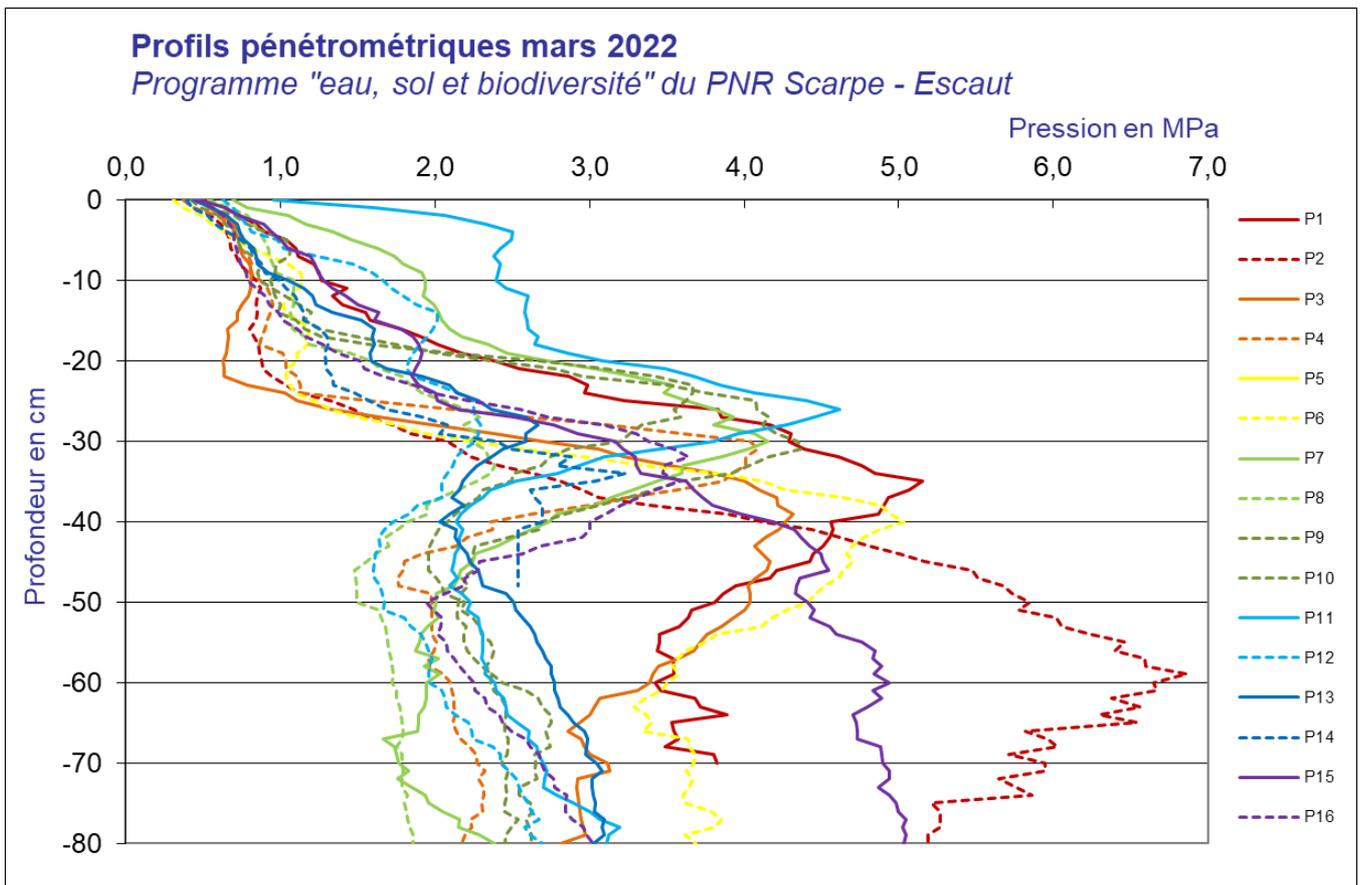


Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais

- Test bêche (note de qualité de la structure sur une bêchée),
- Profil pénétrométrique (mesure de la résistance du sol à l'enfoncement d'une tige métallique, corrélée à la compaction),

- Slake test (immersion d'une motte de sol dans l'eau pour évaluer sa stabilité structurale : résistance aux pluies et à l'érosion)

Les structures de sol sont apparues correctes et non limitantes pour les céréales en place, avec toutefois une vigilance concernant les tassements profonds : semelles de compaction généralisées entre 20-25 et 35-40 cm ne demandant le plus souvent aucune intervention mécanique de type sous-solage, mais davantage de prévention et du temps pour la régénération naturelle par le climat, les racines et les vers de terre.



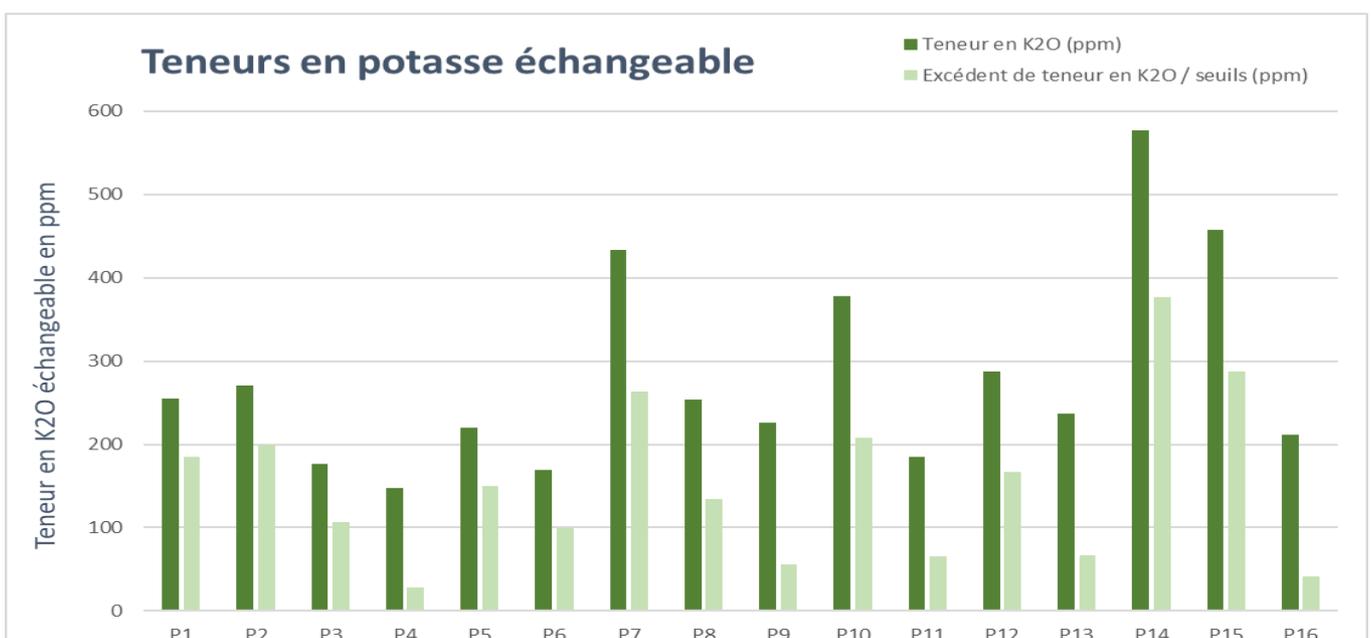
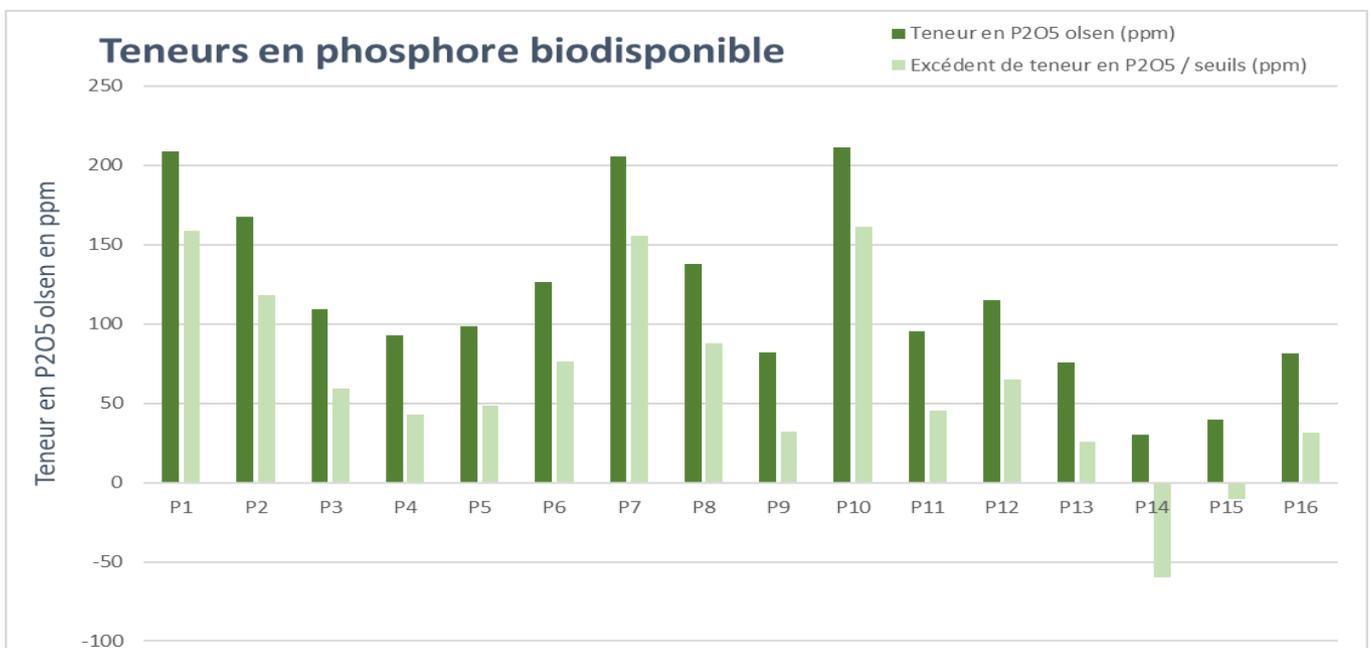
Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais, octobre 2022



FERTILITE CHIMIQUE

- Analyse de prélèvements de terre envoyés en laboratoire avec conseils aux agriculteurs en termes d'amendement calcique et de fumure de fond.

Les statuts acido-basiques sont globalement satisfaisants sans besoin de chaulage à court terme, avec même une certaine tendance au sur-chaulage (pH généralement trop élevés, réduisant la disponibilité de certains nutriments). Les réserves (ou « Excédent ») en éléments nutritifs sont quasiment toujours très élevées, (hormis un blocage du phosphore sur les deux parcelles calcaires), permettant des impasses de fertilisation de fond P-K-Mg

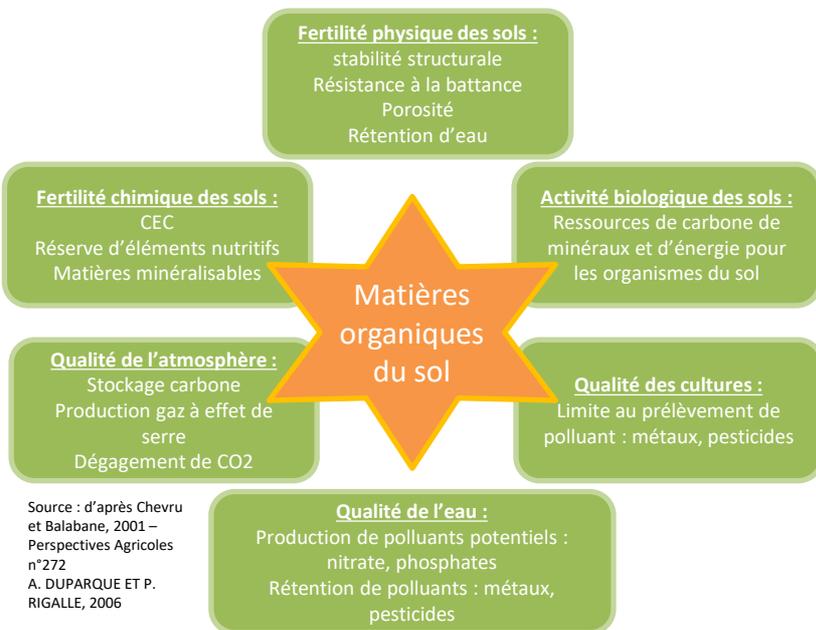




FERTILITE ORGANIQUE

- Evolutions simulées sur 30 ans des
- entrées et sortie de carbone à la parcelle grâce au bilan humique.
- Teneur et stock en matières organiques (ou en carbone organique).
- Analyses spécifiques en laboratoire pour différencier l'humus stable de la fraction active ou labile, et par incubation contrôlée à 28°C pendant 28 jours pour estimer les fournitures en azote du sol.

Rôle et fonctions des matières organiques du sol

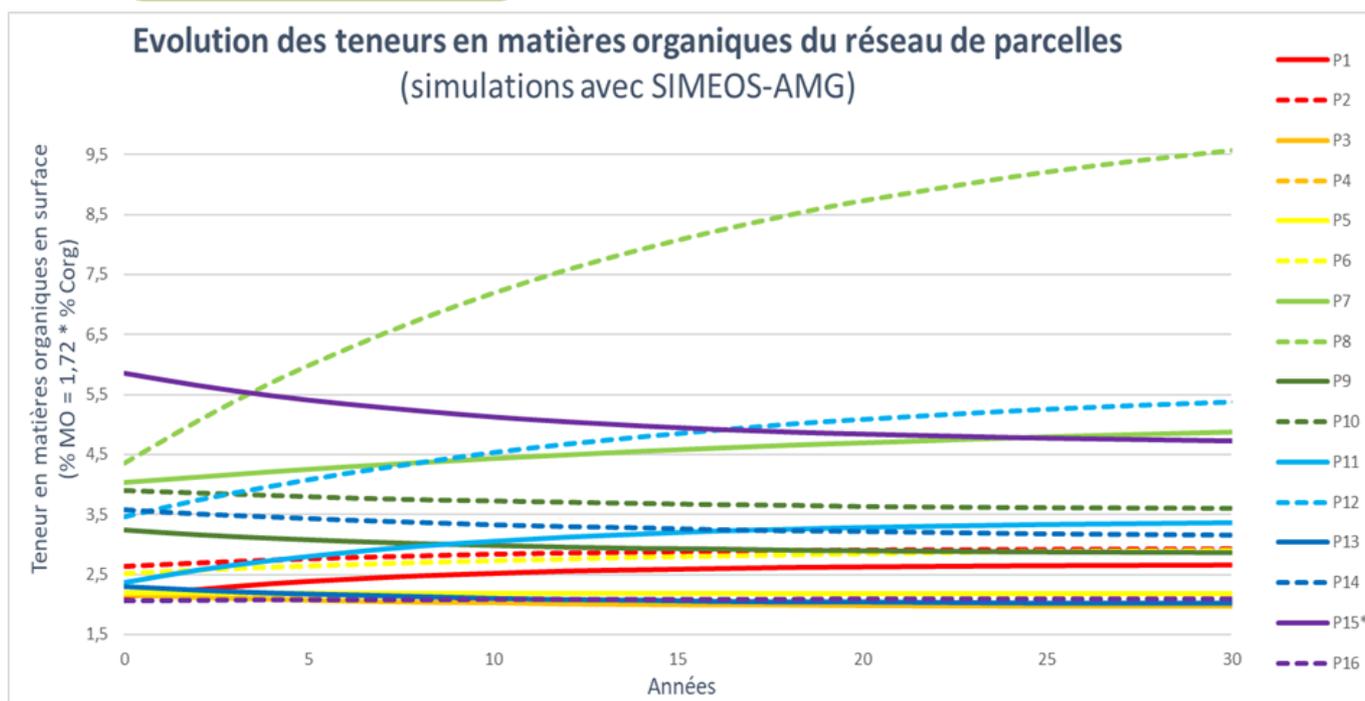


Source : d'après Chevru et Balabane, 2001 – Perspectives Agricoles n°272
A. DUPARQUE ET P. RIGALLE, 2006

Les teneurs et les stocks de matières organiques (ou de carbone organique) sont satisfaisants voire élevés, avec des projections généralement à l'équilibre dans les bilans humiques à 30 ans avec les pratiques agricoles actuelles (cf. graphique ci-dessous).

L'Agriculture de Conservation des Sols (P7, P8, P11 et P12) permet des gains de teneurs en surface, mais s'avère sans effet sur les stocks qui restent pilotés par les retours organiques (résidus de cultures, effluents organiques, couverts).

Les matières organiques du sol sont dominées par la fraction humique stable, avec des potentiels de fourniture d'azote jugés souvent faibles à moyens. Le laboratoire conseille de restituer davantage de produits organiques ou de légumineuses, sans possibilité de réduire les fertilisants azotés (assertion à considérer avec prudence au regard des statuts organiques très satisfaisants des parcelles, sans facteur de blocage).



Trois communautés emblématiques de la vie du sol ont été étudiées :

- La microflore (les bactéries et les champignons) via le dosage du carbone microbien (biomasse) et la mesure des tea bag index (activité de dégradation d'un substrat de thé vert enfoui trois mois dans le sol, cf photo ci-dessous),



Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais

- Les nématodes libres du sol (petits vers filiformes utiles et non pathogènes, régulateurs et indicateurs des activités microbiennes)
- Les lombriciens endogés (note de « bioturbation » dans des bêchées, sorte de taux de galeries et de déjections dans le sol - cf. tableau d'analyse ci-contre) comme anéciques (comptage de galeries verticales vers 30 cm - cf. photo ci-contre).

Les biomasses et activités microbiennes sont normales mais pourraient être stimulées (plus de retours organiques, moins de tassements et de travail du sol - cf. graphique ci-dessous).

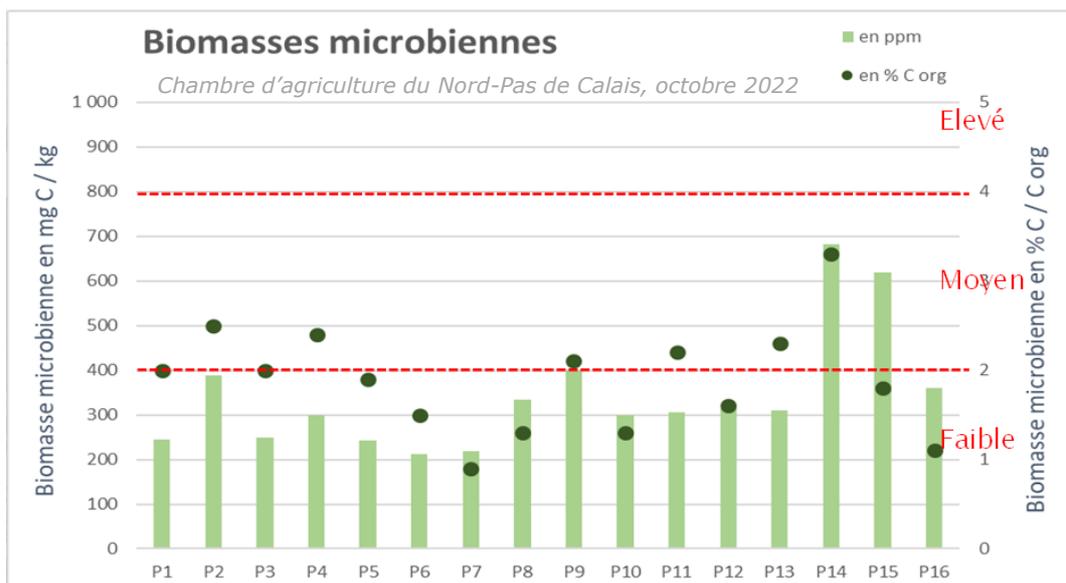
Les populations de nématodes libres bénéfiques sont abondantes (signe d'une bonne activité biologique globale) mais peu diversifiées en termes d'espèces, ce qui peut limiter la résilience des sols. Les fonctionnements microbiens sont très largement dominés par les bactéries au détriment des champignons.

Enfin, à l'exception des parcelles très sableuses et de la cranette, les activités lombriciennes sont très développées en surface et moyennement à très développées en profondeur, ce qui est très encourageant.

Exemple de comptage de galeries verticales



Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais





BILAN GLOBAL DES INDICATEURS DE FERTILITE DU SOL : L'EXEMPLE DE LA PARCELLE 6 « CORON DU LIMON »

		DIAGNOSTIC	RECOMMANDATIONS
PHYSIQUE	Yellow	Note de structure sur 0-30 cm = 3,2 (moyenne : satisfaisante pour un blé, limite pour un maïs ou une pomme de terre)	Travail profond recommandé avant pomme de terre ou maïs, attention au travail assez hétérogène du cracker (paliers latéraux)
	Red	Semelle assez marquée entre 30 et 55 cm (pénétrromètre), très peu régénérée, horizon 30-40 cm visuellement très compact	Un sous-solage pourrait être testé pour favoriser la descente des racines en profondeur (inexistantes actuellement)
	Yellow	Mini-profil 3D : discontinuités sur les fonds de travail de la rotative et du Cracker, pas de racines voire de galeries > 30 cm	Intervenir en conditions bien friables avec le décompacteur, alterner les types d'outils (ou les directions) pour le travail profond
CHIMIQUE	Green	Statut acido-basique : pH satisfaisant (7) mais pas de réserve calcaire (<0,1%)	Chaulage modéré d'entretien à prévoir (si possible pas plus de 2-3 t de craie broyée tous les 4 ans)
	Green	Phosphore olsen = 126 ppm (très élevé)	Très importantes marges de manœuvres en PKMg : les fumures organiques suffisent, des impasses répétées seraient possibles
	Green	Potasse éch. = 169 ppm (très élevé)	
	Green	Magnésie éch. = 185 ppm (très élevé)	
ORGANIQUE	Green	Teneur en matières organiques = 2,5% (très satisfaisante pour un sable)	Maintenir les restitutions organiques actuelles (fumier, pailles, cipan) et le brassage limité du sol grâce au non-labour (20 cm)
	Green	Evolution à 30 ans : + 0,5% MO	
	Green	Stock de carbone = 59 t/ha sur 30 cm (élevé)	
	Green	Evolution à 30 ans : léger gain (+2 t/ha)	
	Yellow	Fraction labile (>50µm) assez satisfaisante (21%) mais C/N assez élevé (20) = léger blocage	Restituer des légumineuses, des cipan et des effluents à faible C/N (lisier, ...)
Red	Minéralisation d'azote = 40uN/an (faible)		
BIOLOGIQUE	Red	Abondance microbienne : 213 ppm C soit 1,5% du Corg (assez faible)	L'activité microbienne est correcte, mais pourrait être davantage stimulée (retours organiques accrus), frein naturel probable lié au caractère très séchant de ce sol
	Yellow	Activité microbienne : Tea Bag Index = 45% (normale basse)	
	Yellow	Nématodes : forte activité biologique, mais réseau trophique très peu développé, flux de nutriments importants et bon équilibre bactéries / champignons	Couvrir les sols le plus longtemps possible, restituer du carbone stable, limiter autant que possible les tassements voire le travail du sol
	Red	Lombriciens endogés (0-30 cm) : 7% de bioturbation (très faible)	Malgré des retours organiques réguliers, difficultés à développer les vers de terre dans ce sol sableux humide l'hiver et très séchant l'été, attention à la compaction
	Red	Lombriciens anéciques : 8 galeries par m ² (très faible)	

Sondage à la tarière pédologique sur 120 cm

0 20 40 60 80 100 120



Type de sol : sable profond fortement hydromorphe

Description : sable brun noir organo-minéral sur 30 cm, reposant sur un sable beige légèrement ponctué gris/rouille jusque 70 cm puis sur un sable gris vert jusque 120 cm, horizon rédoxique démarrant vers 30 cm

Sensibilité : risque de lessivage très important (sol très filtrant, enracinements peu développés en profondeur), risque ruissellement - érosion faible (faible pente, sol non battant)



Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais

Conclusions et perspectives :

« *Connaître son sol pour mieux le valoriser et développer des pratiques toujours plus respectueuses de l'environnement* »

Les constats sont globalement très rassurants concernant l'état des sols du réseau de parcelles et les pratiques agricoles en place. Les taux et stocks de carbone sont bons voire élevés et à l'équilibre, les fertilités chimiques sont élevées et permettent de réduire les fumures de fond minérales, et les sols sont bien vivants (lombriciens, vie microbienne, nématodes utiles...).

Les agriculteurs disposent aujourd'hui d'outils accessibles et éprouvés pour évaluer la qualité de leurs sols et améliorer leurs pratiques, avec toutefois un bémol concernant les indicateurs biologiques sur lesquels il manque encore de recul. Le rôle de la « santé des sols » dans la protection de l'eau semble en revanche très dépendant des problématiques ciblées (ruissellement et érosion, lessivage de nitrate et transfert de produits phytopharmaceutiques), et sans doute secondaire par rapport à la sensibilité intrinsèque du sol et aux pratiques culturales en place sur une parcelle donnée :

 **RUISSellement ET EROSION :** ces problématiques, peu présentes sur le territoire de l'ORQUE, peuvent être atténuées par des sols bien structurés, riches en matières organiques et biologiquement actifs (des sols plus stables et infiltrant mieux les pluies réduisent les départs de terre et d'éléments associés vers les eaux de surface)

 **LESSIVAGE DE NITRATES :** des sols fertiles sur le plan agronomique (riches en matières organiques, recevant des restitutions organiques régulières ou des légumineuses) peuvent permettre de limiter les apports d'engrais azotés mais représentent des situations à risque sur le plan environnemental, dans la mesure où il n'y a pas de couvert automnal pour piéger efficacement les nitrates, ou que les pratiques de fertilisation ne sont pas bien ajustées aux fournitures des sols.

 **TRANSFERTS DE PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES :** si un sol en bon état peut réduire efficacement les risques de transferts de surface par ruissellement, il peut accentuer de façon corollaire les flux d'eau vers les nappes (ou vers les réseaux de drainage en sols hydromorphes), avec des impacts variables sur les risques de transferts. Par ailleurs, une bonne activité microbienne peut dégrader les molécules phytosanitaires en résidus parfois plus problématique pour la qualité des eaux.

Signalons néanmoins qu'une bonne activité biologique est en principe un gage de résilience face aux bioagresseurs telluriques (ravageurs ou maladies hébergées par le sol), et que les carabes (petits coléoptères consommateurs de limaces, taupins, pucerons, ...) sont de très efficaces auxiliaires des cultures, ces deux éléments pouvant concourir à réduire l'usage des produits phytopharmaceutiques.

SYNTHESE DES INDICATEURS MESURES SUR LES 16 PARCELLES

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
PHYSIQUE	Note de structure	vert	orange														
	Pénétromètre et semelle	orange	orange	orange	orange	orange	rouge	orange									
	Mini-profil 3D	orange															
CHIMIQUE	Statut acido-basique	orange															
	Phosphore olsen	orange															
	Potasse échangeable	orange															
	Magnésie échangeable	orange															
ORGANIQUE	Teneur en MO	orange															
	Evolution du % MO	orange															
	Stock de carbone	orange															
	Evolution du stock carbone	orange															
	Fractionnement MO à 50 µm	orange															
	Minéralisation d'azote	rouge															
BIOLOGIQUE	Abondance microbienne	orange															
	Activité microbienne	orange															
	Indicateur nématodes	orange															
	Bioturbation 0-30 cm	orange															
	Galeries anéciques	rouge	orange														

L'ensemble des observations et des mesures réalisées a permis de dresser un état global des sols dans leurs différentes composantes de fertilité (physique, chimique, organique, biologique) à un instant précis. Chaque indicateur a été résumé dans le tableau ci-contre sous la forme du code couleur suivant :

- vert : favorable,
- orange : moyen,
- rouge : défavorable.

Chaque élément de diagnostic est assorti de préconisation de pratiques culturales adaptées à chaque parcelle.

Tous les éléments ont été transmis aux exploitants sous forme de fiche parcellaire.

4 PISTES DE TRAVAIL IDENTIFIEES :

Suites aux réunions de restitution avec les agriculteurs du réseau, du territoire et avec les techniciens de collectivité, 4 pistes de travail ont émergé :



Constituer **une boîte à outils** pour appréhender facilement la qualité de son sol (méthode/protocole, objectifs, procédés, matériel nécessaire et quelques éléments pour interpréter les résultats)

Organiser une série de **rencontres thématiques** sur la fertilité des sols / la biodiversité dans les sols (formation, ateliers au champ, réunions en petit groupe pour interpréter les résultats des analyses)



Démonstration aux champs de l'impact des pneumatiques sur le **tassement des sols**. (Exemple : la pression des pneus a-t-elle un effet sur le tassement de mon sol ?)

Identifier les pertes azotées en réalisant **des reliquats en entrée et en sortie d'hiver**, conformément à la méthodologie développée dans le **projet GAZELLE** afin de mieux comprendre la dynamique de l'azote dans les sols et identifier les situations à risques de lessivage de nitrates.



Plus d'infos sur le projet Gazelle : <http://www.agro-transfert-rt.org/projets/gazelle/>

Projet « Eau, sol et biodiversité »

Résultats et perspectives

Mai 2023

Ce document a été rédigé par les services de la Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais.

Il restitue de façon synthétique une année (de février 2022 à mars 2023) de mesures au champ et d'échanges entre les agriculteurs, le Parc naturel régional Scarpe Escaut (PNRSE) et la Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais avec en fil rouge

la question suivante :

Un sol vivant et en « bonne santé » pourrait-il jouer un rôle d'atténuateur des transferts de sédiments, de nitrates ou de résidus phytosanitaires pour une eau de meilleure qualité ?

Ce travail a été rendu possible grâce au PNRSE, animateur de l'ORQUE Scarpe Aval et à la participation active des 8 agriculteurs volontaires.

Contact :

Pierre MORTREUX
Chambre d'agriculture Nord-Pas de Calais
pierre.mortreux@npdc.chambagri.fr



Les partenaires de l'ORQUE Scarpe Aval :

