

Transfert des connaissances et implantation des recommandations de la chaire en conservation et restauration des sols organiques

Par Jean Caron¹, et toute l'équipe (professeurs, post-doc, doc, M.Sc et B. Sc.).

¹Professeur en physique des sols, titulaire de la chaire CRSNG en conservation des sols organiques et ex-directeur scientifique du réseau québécois de recherche en agriculture durable,

Journées horticoles
et **grandes cultures**

St-Rémi, 26 novembre 2024



Professeur.e.s

Candidat/titulaire de la chaire

Jean Caron

cocandidats/tes

Jacynthe Dessureault-Rompré

Collaborateurs/trices

Alain Rousseau

Alphonse Gbemayi Singbo

Brandon Heung

Carl Bélec

Daniel Campbell

Daniel Saurette

Hossein Bonakdari

Jaques Gallichand

Jonathan Lafond

Josée Fortin

Marie-Élise Samson

Nicholas Lefebvre

Silvio Gumiere

Steeve Pepin

Thiago Gumiere

Aubert Michaud

Gradué.e.s

Étudiants gradués

Prénom	nom
Alexis	Gloutney
Andrés Felipe	Silva Dimaté
Cédric Victor	Guedessou
Charles	Frenette-Vallières
Félix	L'heureux-Bilodeau
Karolane	Bourdon
Keegan	Smith
Mamadou Alarény	Sow
Mathieu	Rémy
Moranne	Béliveau
Nicolas	Shooner
Raghad	Soufan
Raphaël	Deragon
Saba	Daeichin
Vioncent M.	Marmier
Yelena Ester	Gomez Lara

Stagiaire postdoctoral

Soumaila	Kanga Idé
----------	-----------

Professionnel.les.s

Prénom	nom
Alexandre	Mc Cutcheon
Alexis	Gloutney
Barbad	Razdar
Carole	Boily
Christophe	Libbrecht
Daniel	Campbell
Diane	Bulot
Didier	Vieux
Geneviève	Montminy
Jacynthe	Dessureault-Rompré
Jean-Christophe	Dansereau
Kassandra	Reix-Thériault
Moranne	Béliveau
Nicholas	Lefebvre
Vincent	Grégoire

Étudiant.e.s de 1^{er} cycle

Prénom	nom
Abdelali	Bouyahia
Alex	Matthys
Alexis	Gloutney
Andrea	Surprenant
Andrés Felipe	Silva Dimaté
Anne Marthe Sophie	Ngo Bibinbe
Anne-Marie	Voyer
Anthony	Beaudoin
Ariane M.	Ménard
Ariane V.	Van Winden
Benjamin	Méthot
Blandine	Bulot
Boucar	Ly
Camélia	Marchand
Catherine	Vaillancourt
Charles C.	Carpentier
Charles G.M.	Gauthier-Marcil
Chloé	Robillard
Christine	Lebeau
Éléonore	Soucy-Giguère
Étienne	Laffitte
Fabien	Déry
Félix	L'heureux-Bilodeau
Fethi	Benchaabane
Frédérique D.	Dupéré-Larouche
Frédérique L.	Lamirande
Jérôme	Bédard
Josselin	Bontemps
Julien D.	De Grasse
Julien M.	McClish
Lauréline	Boyer
Laurie	Duchesne
Liza	Marot-Bozza
Lucie	Pedneault
Maïna Sara	Orelhomme
Marianne	Dumas
Maryann	Landry
Mathieu	Deschênes
Mattias	Imbert
Maxime	Guénard-Tessier
Michael	Osina Torrez
Ndèye Isseu	Ndir
Nicholas	Lefebvre
Nicolas	Shooner
Olivier D.	Dumont St-Louis
Olivier G.	Gagnon
Philippe	L'écuyer
Pier-Alexandre	Grenier
Pierre	Trudel
Pierre-Alexandre	Labranche
Raphaël	Deragon
Rosalie	Fournier
Sébastien	St-Onge
Simon	Corbeil
Yelena Ester	Gomez Lara

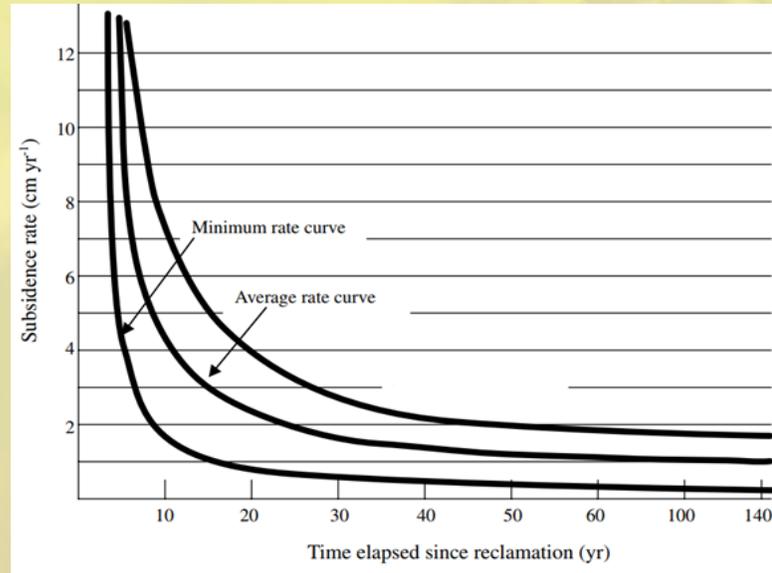
Une histoire d'équipe de 2005 à 2024: 11 millions de dollars sur les 7 dernières années, des milliers d'heures d'efforts et de complicité à rêver demain... mais d'abord l'histoire de gens qui un jour prirent résolument la décision de s'investir...

Plan de la présentation

- Voir et comprendre: Facteurs de dégradation
- Quantifier: Conséquences agronomiques sur l'aération, le drainage l'érosion
- Agir: Solutions
- Optimiser: Recommandations
- Conclusions

Deux facteurs majeurs de dégradation (pas de génèse): Parent et Ilnicki 2003)

Affaissement lié à la dégradation
microbienne et au rabattement:
1 cm/an



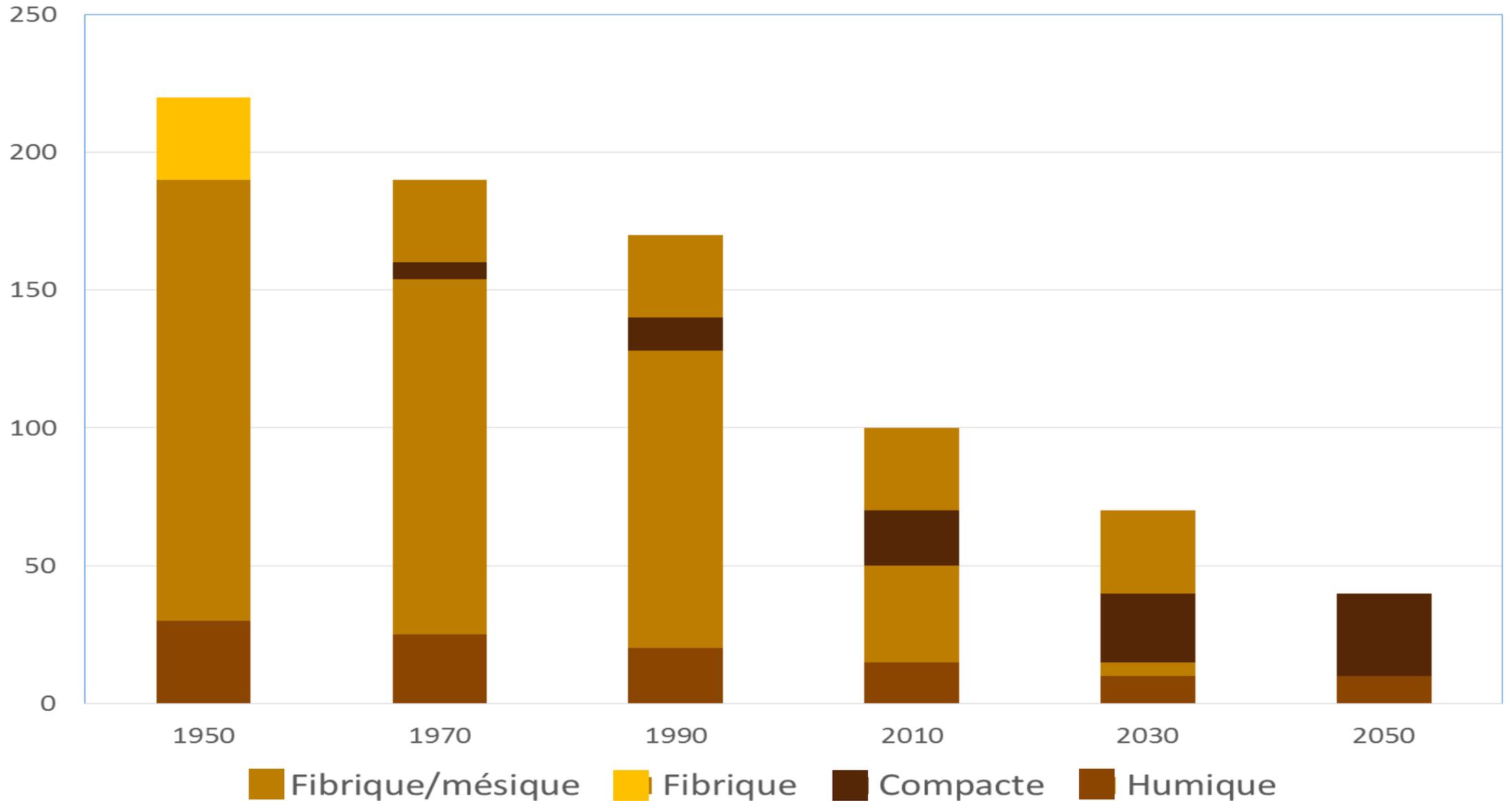
Érosion éolienne : 1 cm/an



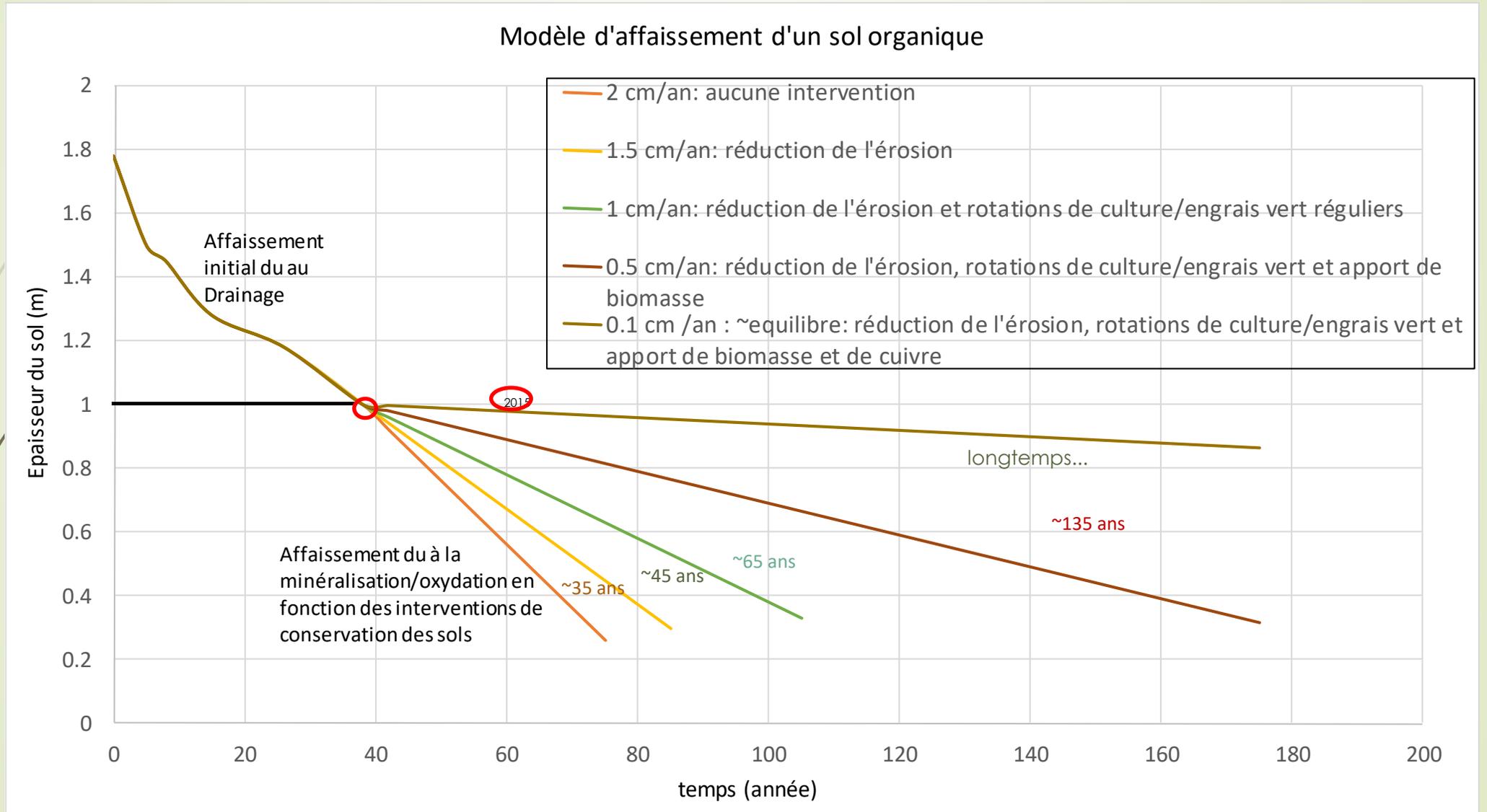
**2,7 x plus érodable qu'un loam sableux
Jusqu'à 2,5 cm par tempête (Zobeck et coll, 2013)**

Comment se forme et évolue le sol ?

Évolution en cours des sols organiques dans la région de Sherrington



Perte de hauteur des sols organiques de Montérégie



Mécanismes de dégradation : le vent, la décomposition du sol organique, l'affaissement et le compactage

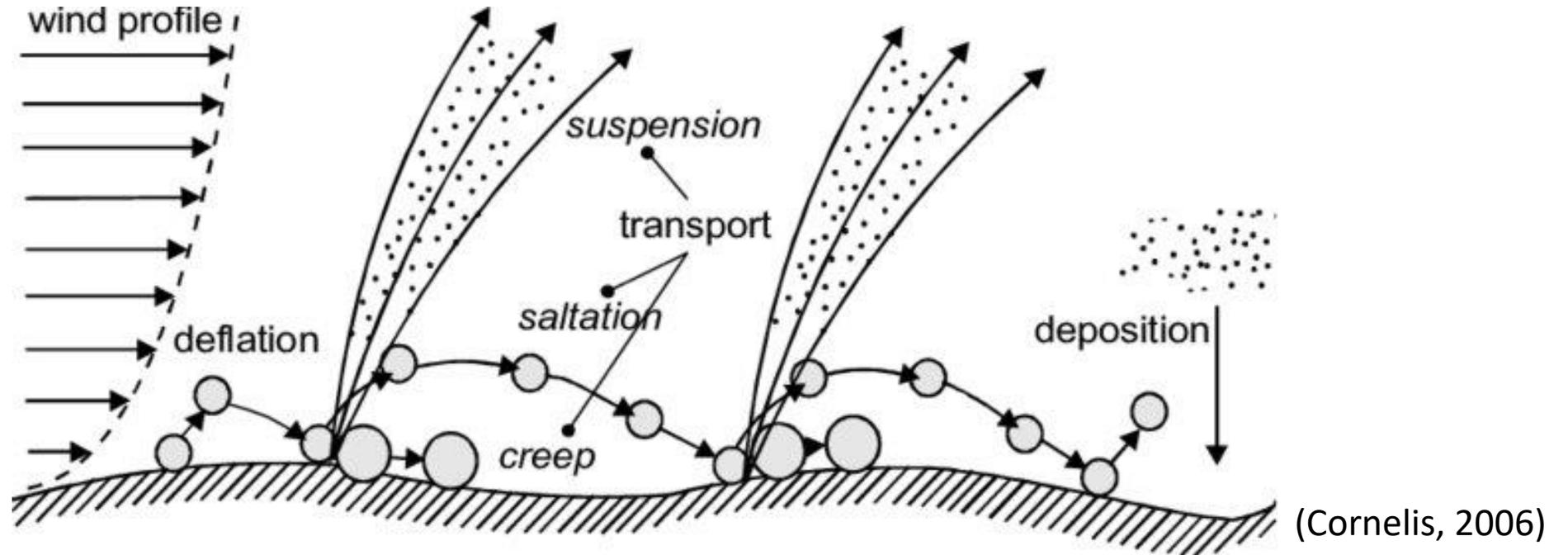
Bilan provisoire de dégradation des sols organiques sur 25 ans		
Perte de hauteur totale	40	cm
Érosion éolienne	15?	cm
Décomposition	15?	cm
Érosion de surface	?	cm
Compactage et tassement	15?	cm

ÉROSION ÉOLIENNE EN SOL ORGANIQUE

SABA DAEICHIN, CHARLES FRENETTE-VALLIÈRES, ANDRES SILVA DIMATÉ ET SOUMAILA
IDÉ

DOCTORAT ET POST-DOC EN SOLS ET ENVIRONNEMENT

Introduction : Frenette-Vallieres, Dimaté et Ide Les processus d'érosion éolienne (2015)

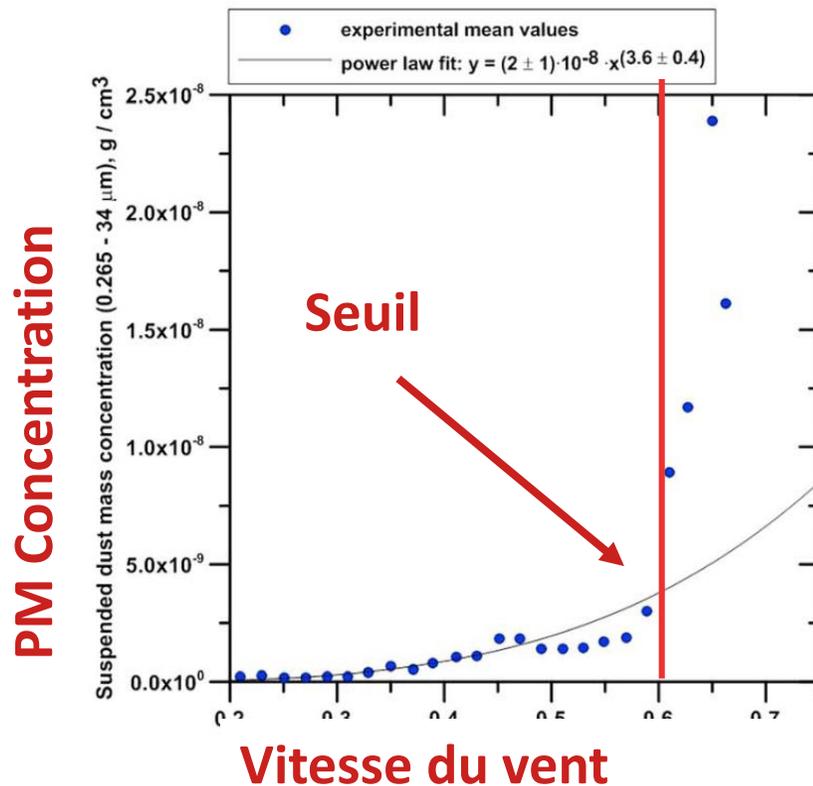


- **Saltation** : Déplacement par sauts
- **Frottement** : Déplacement par roulement et frottement
- **Suspension** : Déplacement sur de longues distances
- **Déposition**

The role of the atmospheric electric field in the dust-lifting process

Esposito et al., 2016

F. Esposito¹, R. Molinaro¹, C. I. Popa¹, C. Molfese¹, F. Cozzolino¹, L. Marty¹, K. Taj-Eddine², G. Di Achille³, G. Franzese^{1,4}, S. Silvestro¹, and G. G. Ori^{2,5}



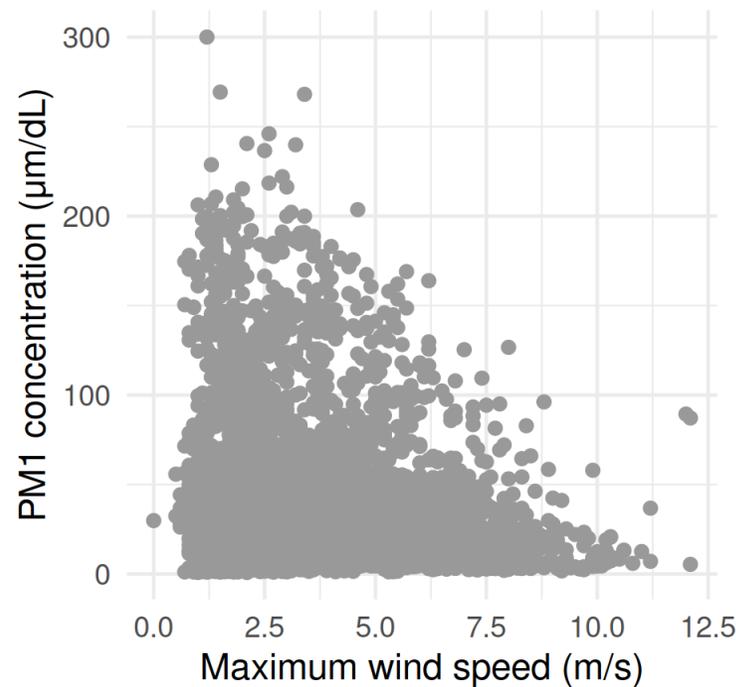
- Concentration PM faible à basse vitesse
- Augmente drastiquement au seuil de vitesse du vent

Figure 4. (left) Suspended dust mass concentration and (right) velocity (Figure 4, left) for dust storm events with RH in the rar

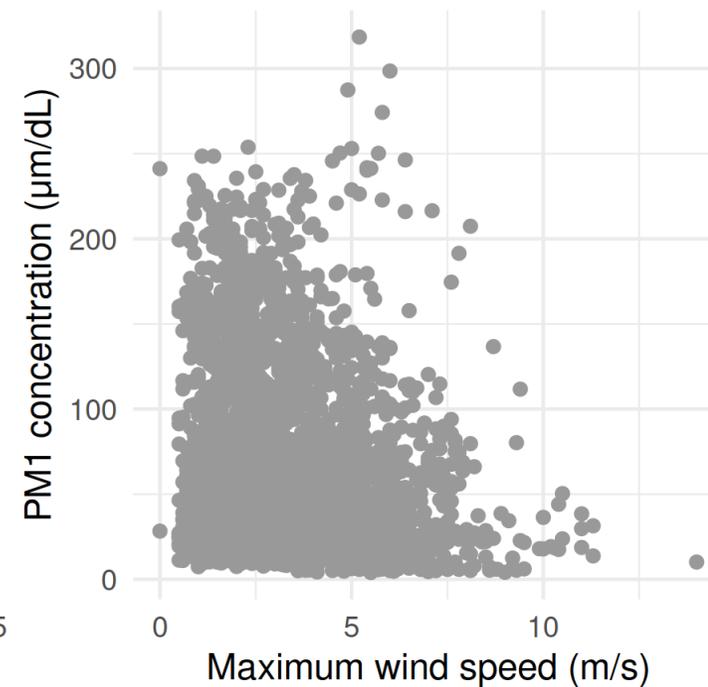
Vitesses seuils

Résultats en sols organiques

- La concentration des aérosols est **plus forte par vents faibles, contrairement aux sols minéraux**



WT1



WT2

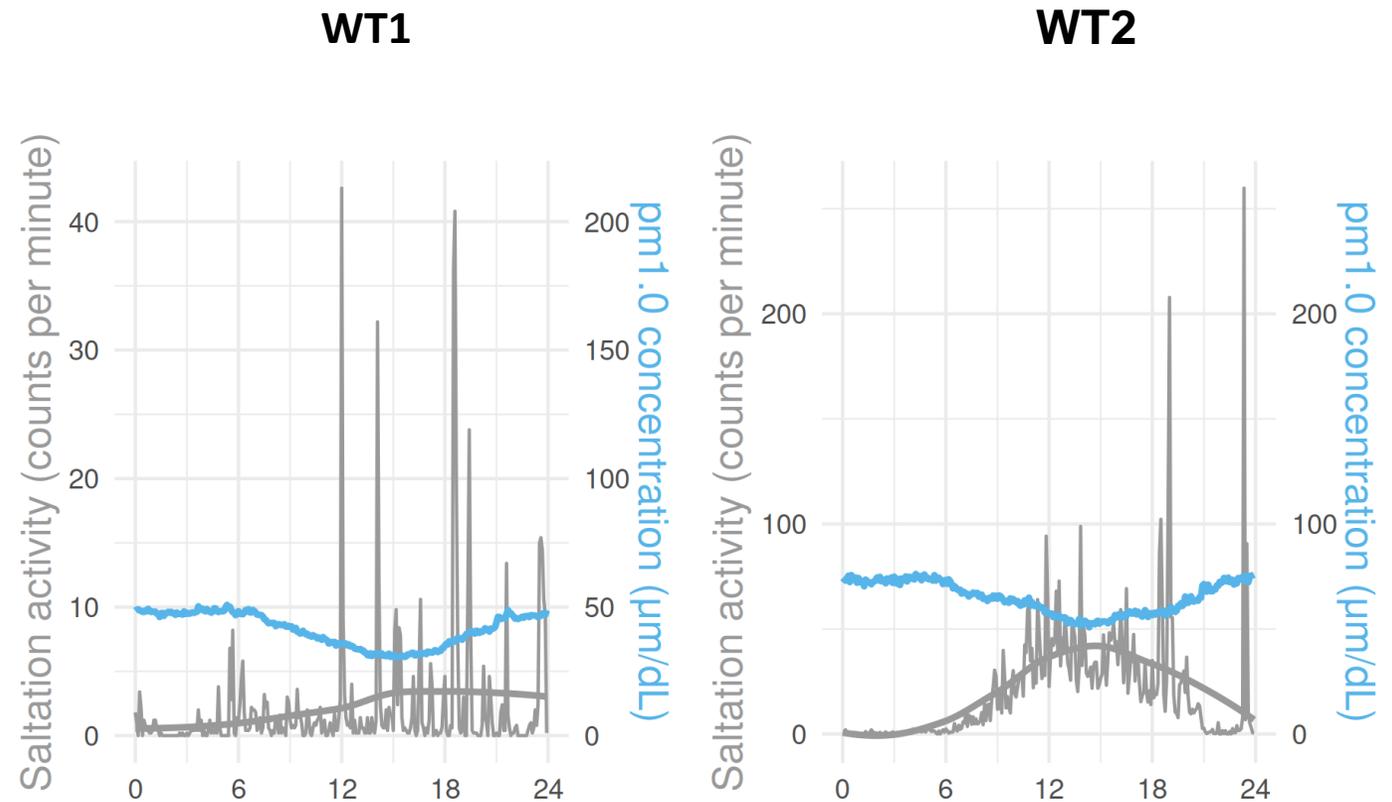
Résultats en sols organiques

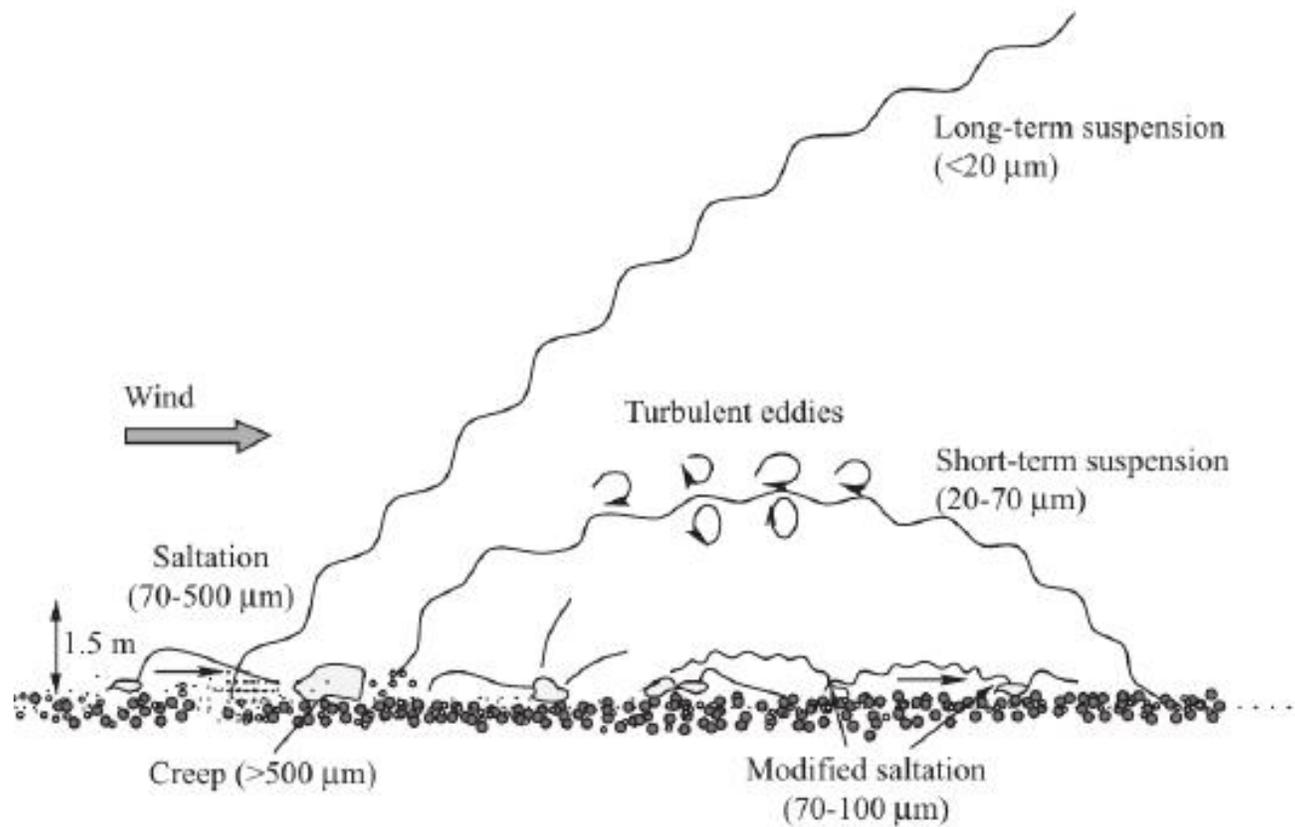
- **Saltation (grosses particules)**

→ Augmente le jour, très faible la nuit

- **Suspension (fines particules)**

→ Diminue le jour, augmente la nuit



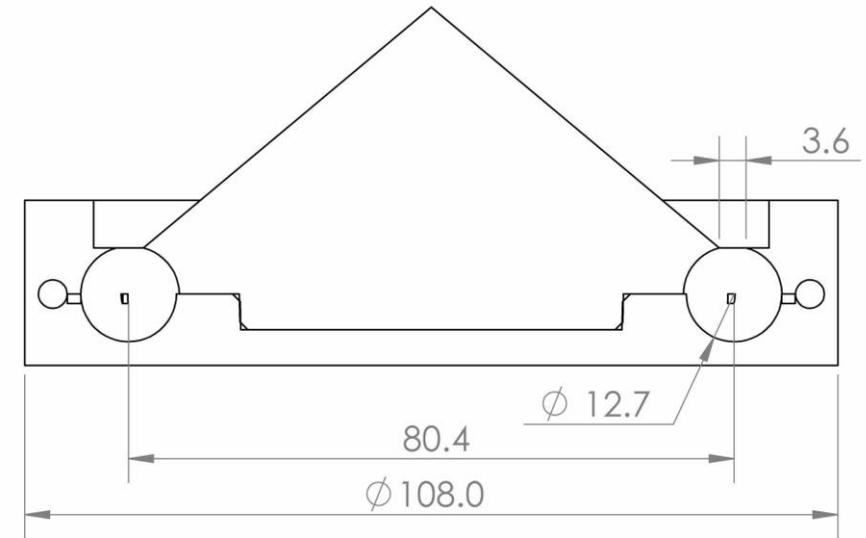
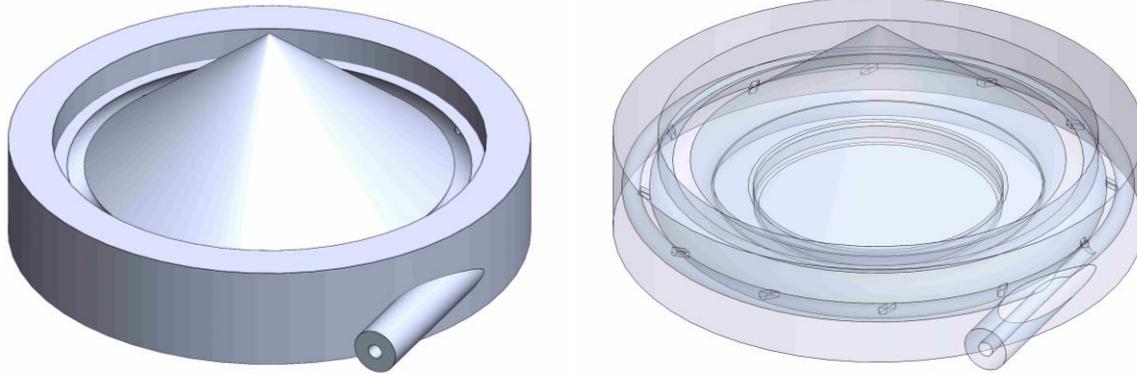


Modes de transport. Tiré de Shao (2008)

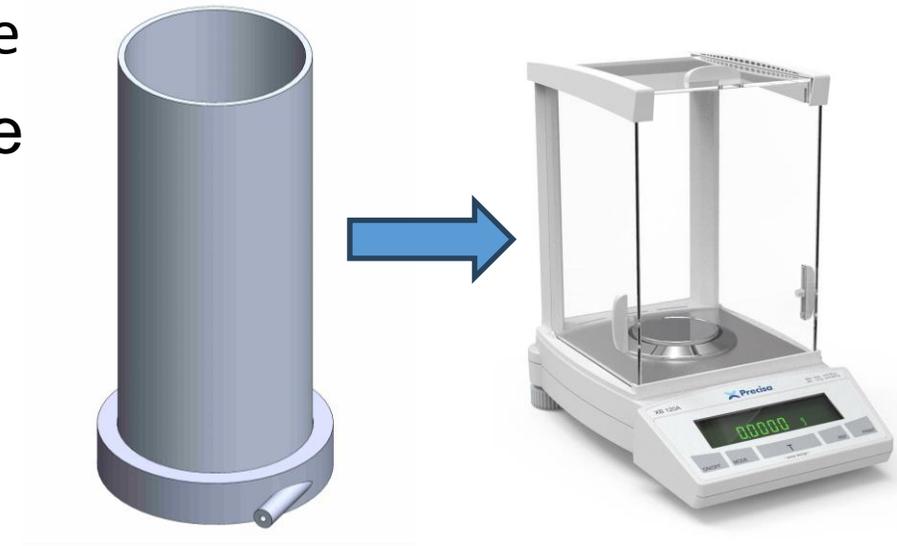


La triboélectricité

Méthodologie



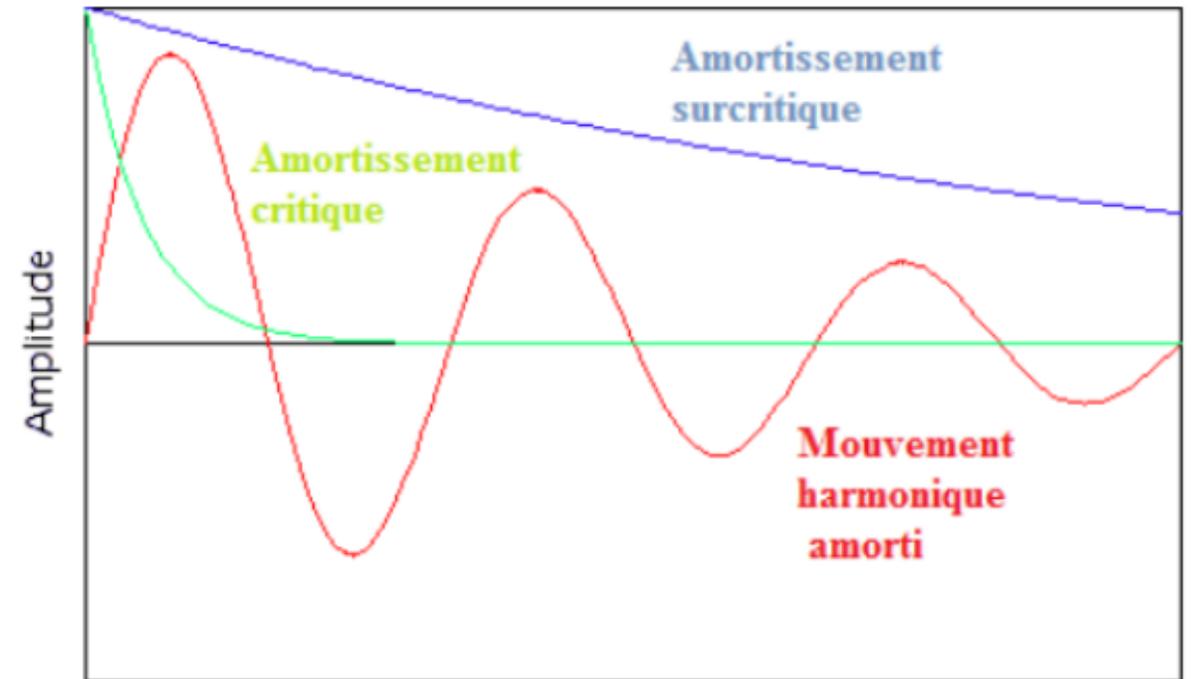
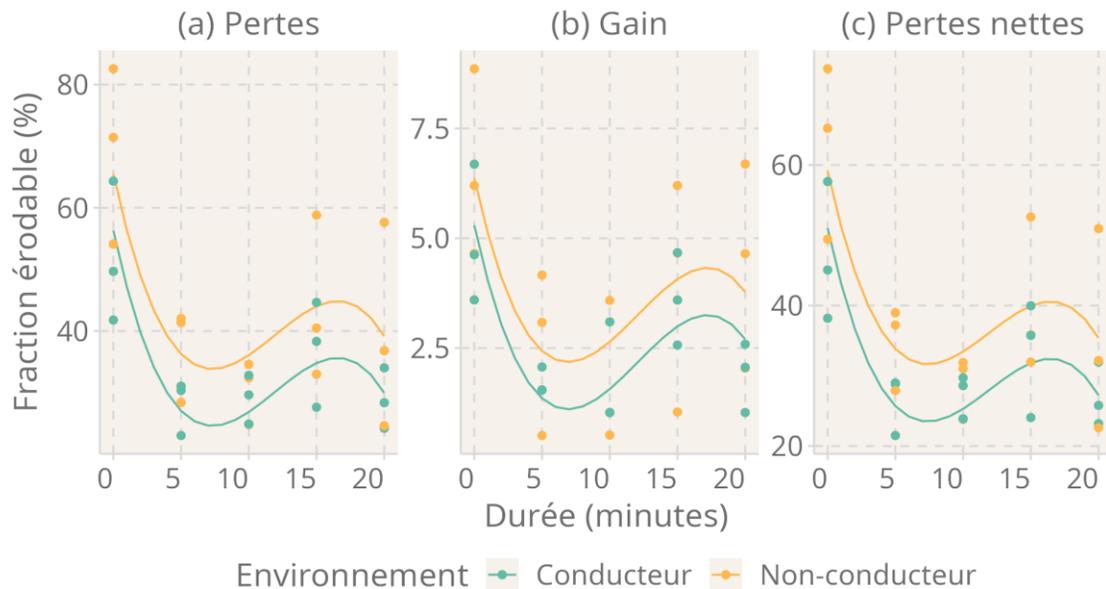
- Générer un vortex de saltation dans un cylindre
- Le débit d'air est contrôlé par un débitmètre
- Cylindres
 - Métal (milieu conducteur)
 - Résine (milieu non-conducteur)
- Les pertes massiques sont mesurées



Mécanisme de déposition

- Mouvement harmonique amorti: poussière monte et retombe en rebondissant

Graphique 4 - Effets polynomiaux du temps de repos et de l'environnement.



Simon Vézina

Temps

Mesures sur le terrain

A. Silva Dimate. Pertes ponctuelles pouvant aller jusqu'à 75 tonnes par ha en quelques jours et impliquant de particules allant jusqu'à 2 mm de diamètre

CHAPITRE 1

Reptation en surface



4 échantillonneurs/site
Collectent les particules qui se déplacent sur la surface du sol

Saltation



28 échantillonneurs/site
Mesurent le flux horizontal à 0,10, 0,25, 0,50 et 0,85 m

Saltation + Suspension



4 échantillonneurs/site
Flux horizontal à 0,18, 0,28, 0,45, 0,71, 1,12, 1,78, 2,82 m

Dépôt



4 échantillonneurs/site
Attrapent les particules qui retombent sur le terrain à 1,50 m

Tour de flux turbulent ascendant



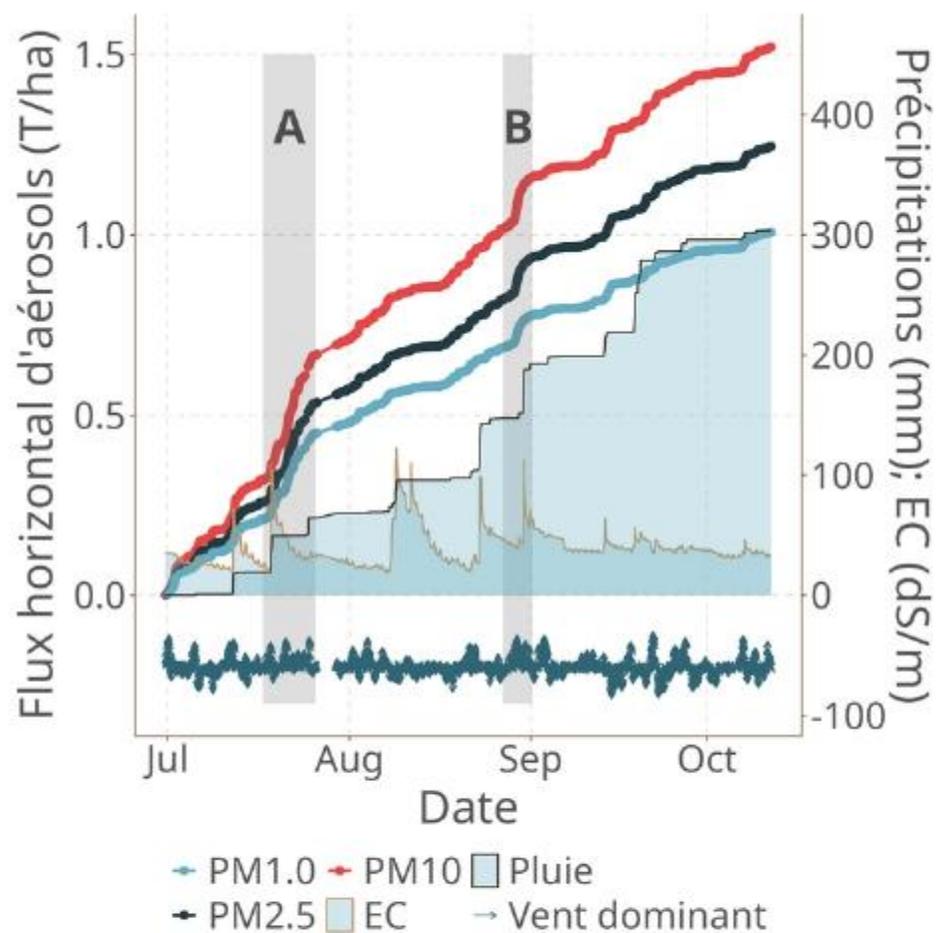
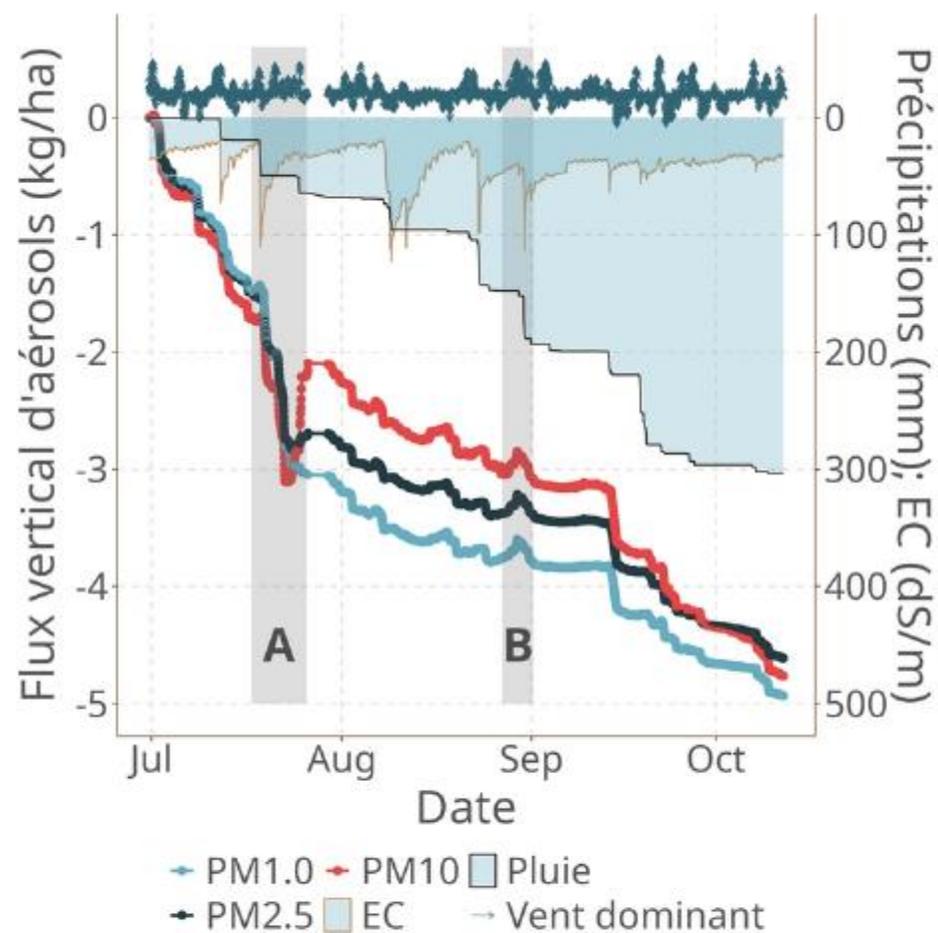
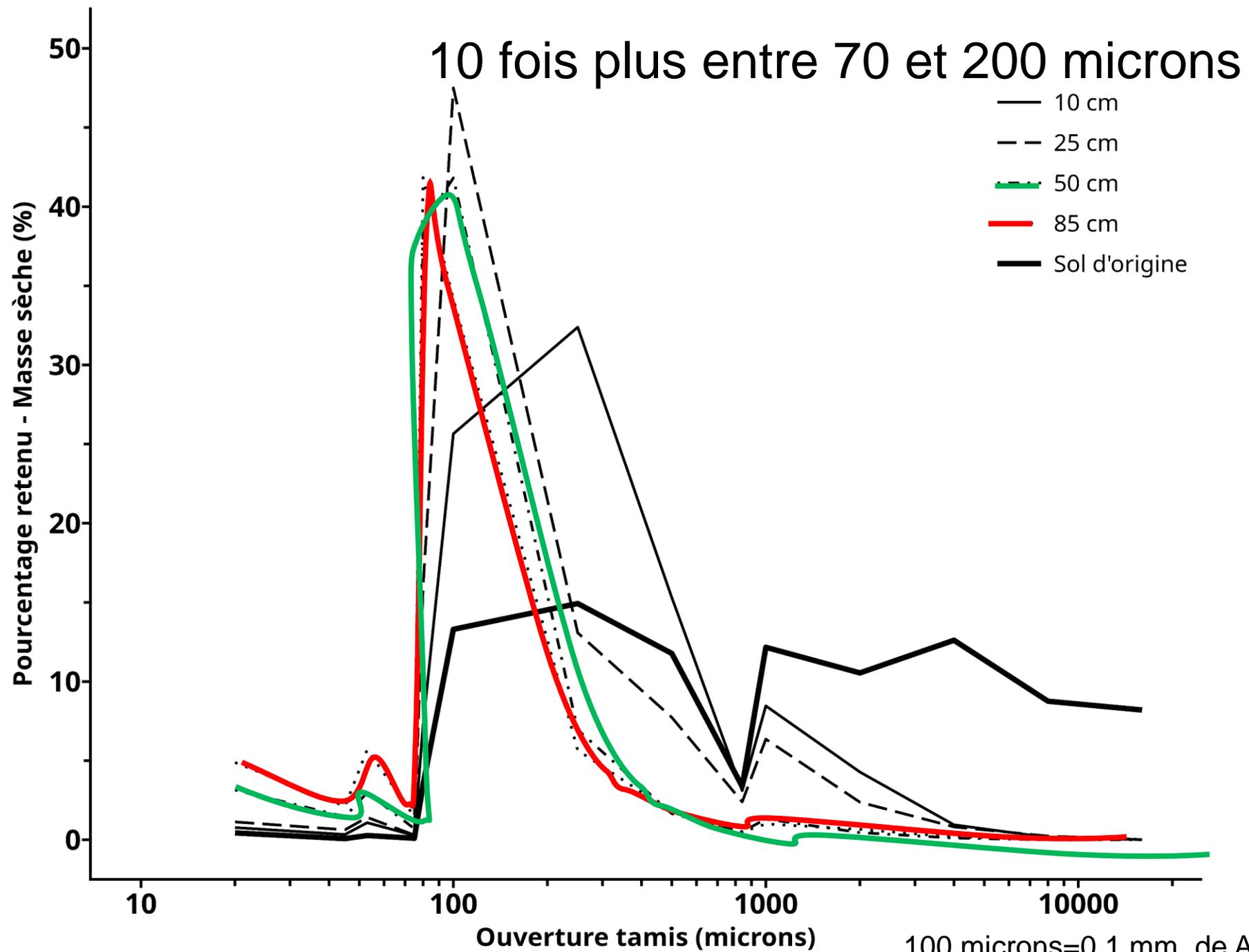
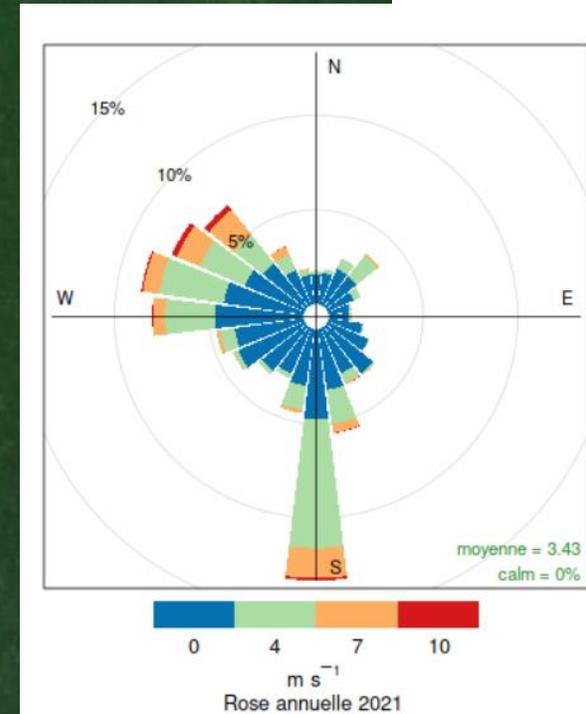
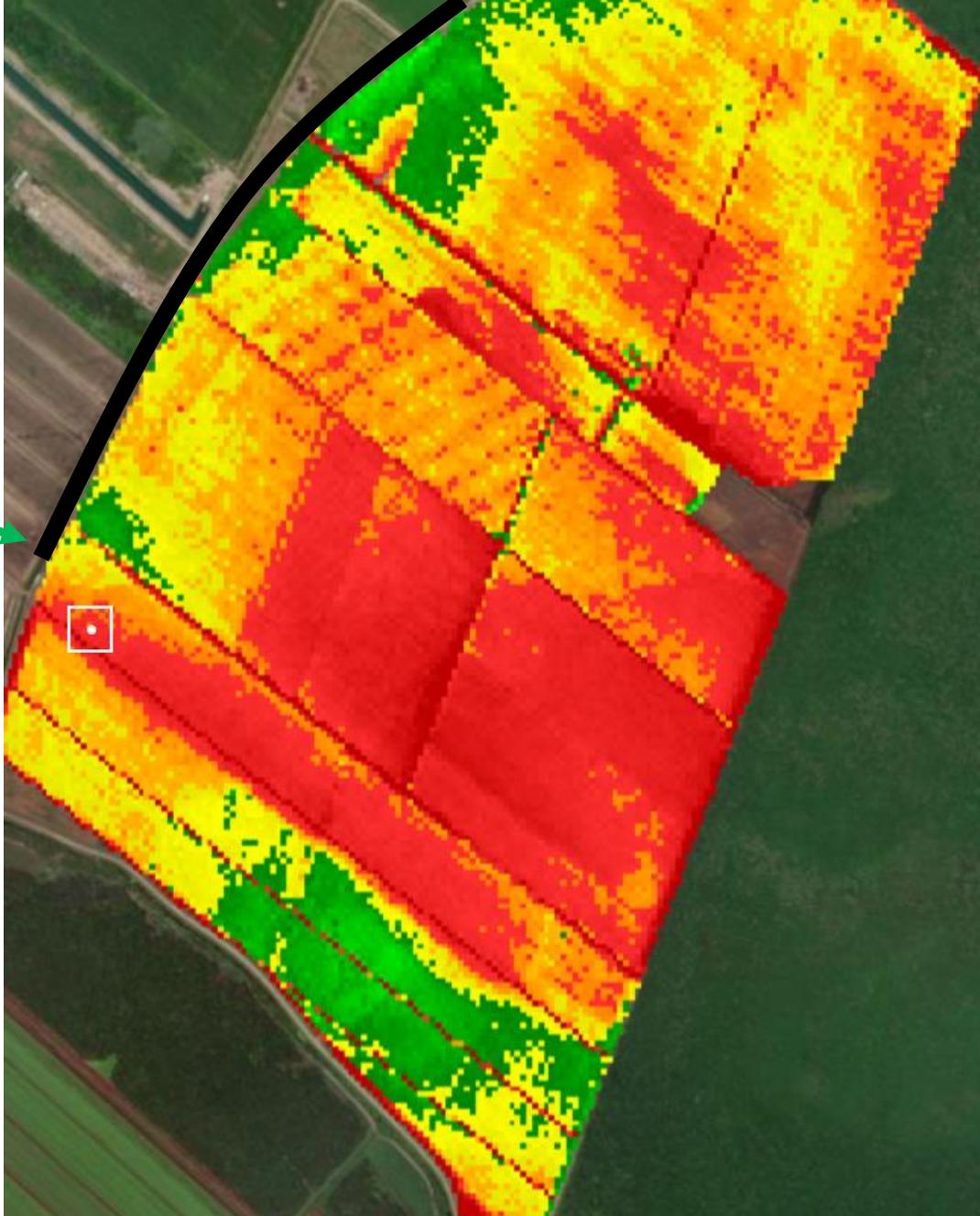


Figure 2: Flux cumulatif (a) Vertical et (b) Horizontal; de PM1.0, PM2.5 et PM10. Précipitation cumulative, direction du vent et conductivité électrique (EC) pour la période complète de 119 jours.



Brise-vents



Perte de sol (cm/an)

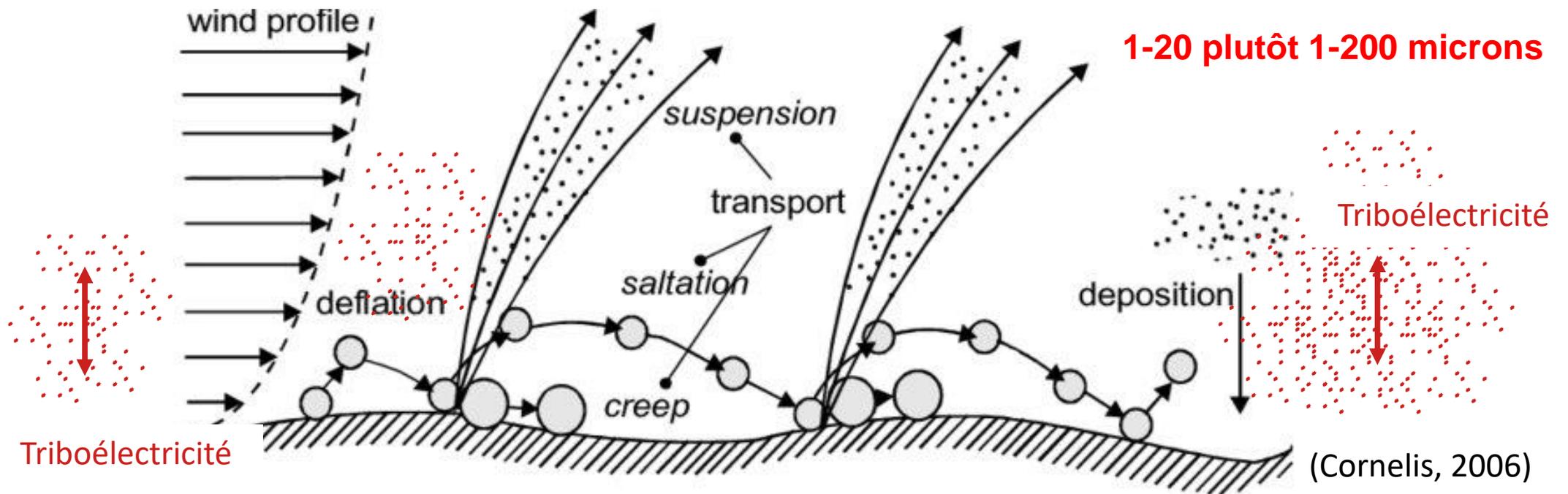
	Déposition [< 0]
	Faible perte]0, 1]
	Perte intermédiaire]1, 2]
	Perte excessive [> 2]

Minimum	-9.81
Maximum	16.91
Moyenne	1.70
Médiane	1.58
Écart-type	1.73

Patrons très structurés qui suggèrent l'influence des vents dominants

Conclusion :

Les processus d'érosion éolienne



- **Saltation** : Déplacement par sauts. Ressemble aux sols minéraux.
- **Frottement** : Déplacement par roulement et frottement
- **Suspension** : Déplacement sur de longues distances. Même sans vents. Les pertes en suspension sont largement sous estimées (15-30 tonnes par ha par an)
- **Déposition faible**
- **Triboélectricité** : Maintient une suspension qui augmente l'érodibilité et ralentit la déposition



Une image contenant herbe, extérieur, ciel, champ
Description générée automatiquement



N.Shooner, J Dessureault-Rompré et A. Michaud, 2023

Figure 6 Rigole artificielle (6.1) et avaloir de la

Érosion hydrique et érosion totale



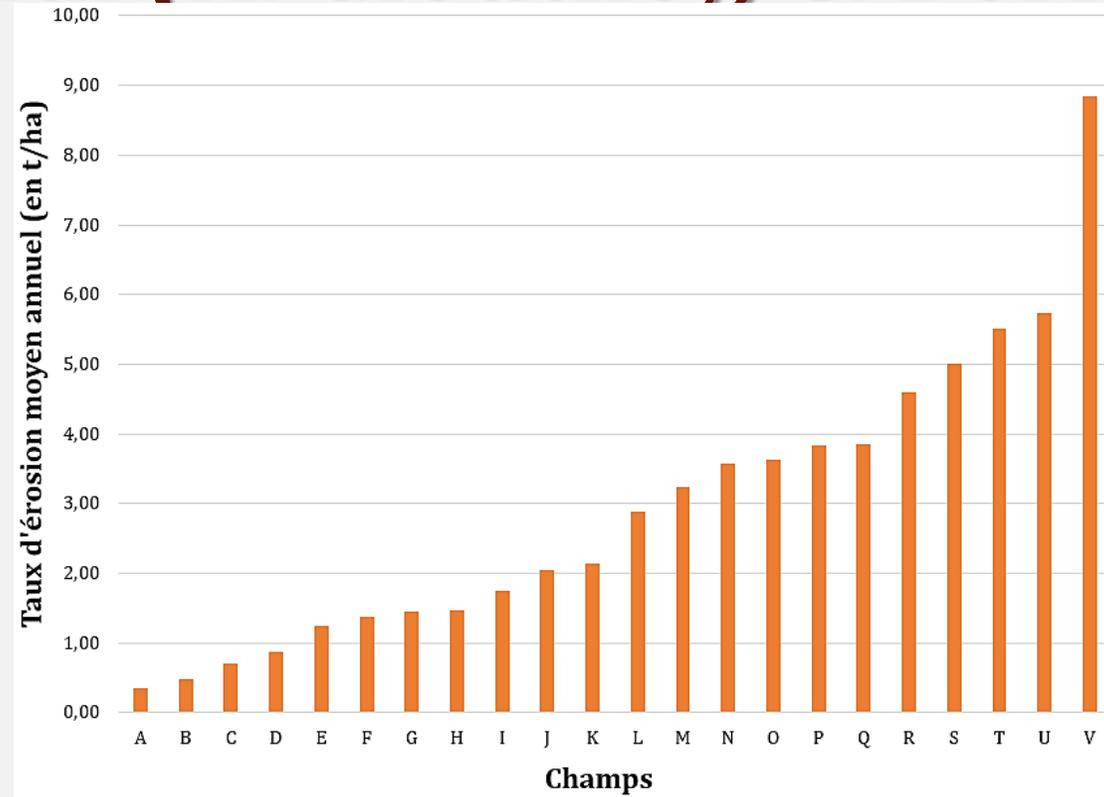
Figure 7 échantillonneur ISCO (7.1); puit d'accès au drain (7.2); boîte isolée et chauffée (7.3)

Tableau 3 Quantité (kg/ha) de sol organique et de nutriments perdues pour chaque événement hydrique

	MES	Préactif	Ptot	Pbio	TOC	Ntot	NO ₃	NH ₄
	PERTES PAR DRAINAGE							
Décembre	1,943	0,130	0,294	0,294	1,454	0,236	0,148	0,006
Décembre	0,010	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
Décembre	2,169	0,010	0,039	0,032	0,133	0,014	0,004	0,002
Mars	24,833	0,650	1,569	1,310	14,195	8,938	6,527	0,171
Avril	0,160	0,064	0,075	0,016	8,824	0,536	0,431	0,026
TOTAL	29,119	0,853	1,979	1,643	24,607	9,724	7,110	0,205
	PERTES PAR RUISSELLEMENT							
Décembre	26,175	0,035	0,717	0,538	3,657	0,091	0,049	0,004
Décembre	0,129	0,001	0,008	0,006	0,225	0,049	0,032	0,002
Mars	168,531	1,460	5,410	4,699	32,195	8,120	5,153	0,408
Avril	0,128	0,001	0,004	0,001	0,522	0,019	0,013	0,001
Avril	1,059	0,007	0,025	0,004	3,375	0,086	0,061	0,005
Avril	1,996	0,009	0,046	0,009	6,533	0,113	0,067	0,009
TOTAL	198,018	1,513	6,211	5,256	46,511	8,477	5,374	0,430

Donc 29 kg par ha par drainage et 198 kg par ha par ruissellement, Donc moins de ¼ de tonne par ha par an

Érosion hydrique moins de 1-2 mm par an, Portrait général (A. Gloutney, C. Bernard)



Projet	Nb. champs	Érosion annuelle (en t/ha)			
		Min	Max	Moy.	Écart-type
Chaire	22	0,35	8,84	2,94	2,11
ESSAQ	11	0,00	7,40	1,00	2,70

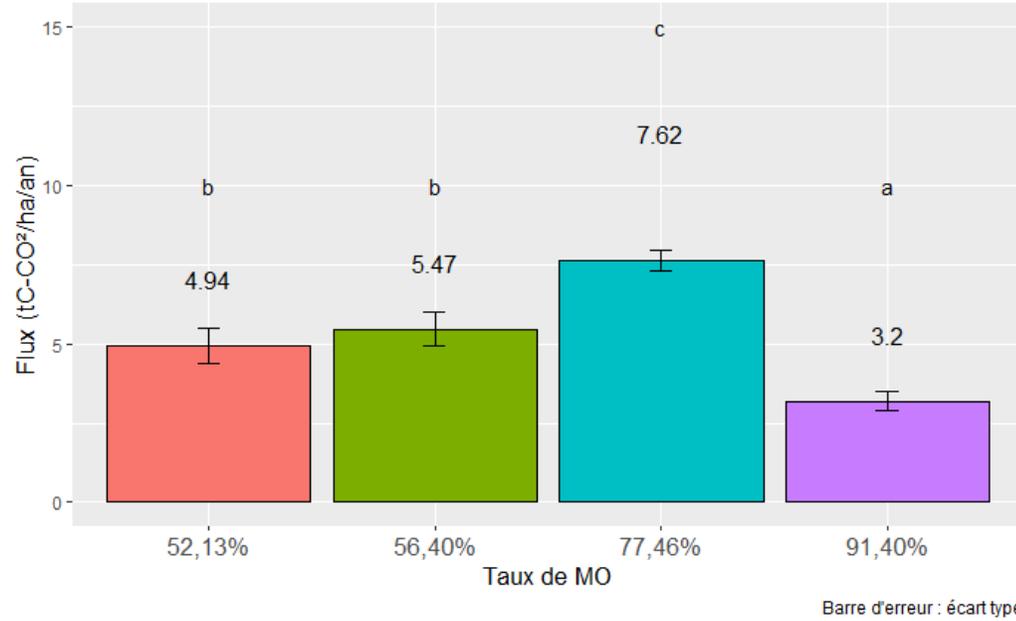
Pertes de sol lors de la récolte de carotte

3.→Résultats

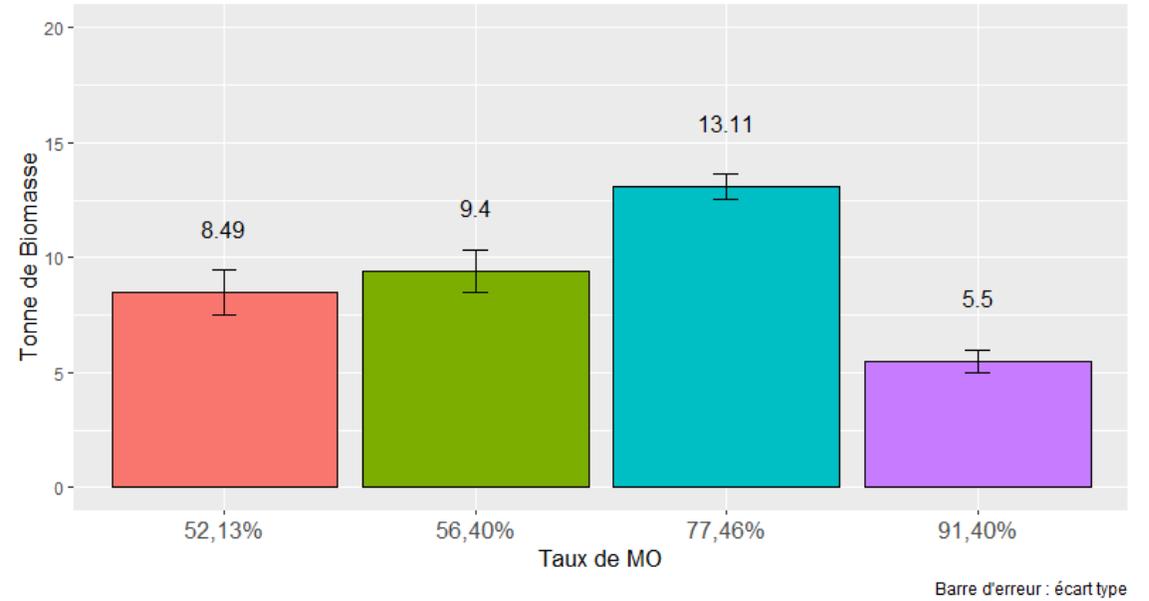
Échantillon	Bac + sol séché à 65 °C (en kg)	Bac (en kg)	Sol séché à 65 °C (en kg)	Aire (en m ²)	Masse de sol perdu (en t/ha)	Masse de sol perdu en moyenne (en t/ha)
Drain-1 (D ₁)	0,25	0,22	0,03	0,75	0,40	0,43
Drain-2 (D ₂)	Annulé	Annulé	Annulé	Annulé	Annulé	
Milieu-1 (M ₁)	0,26	0,22	0,04	0,75	0,53	
Milieu-2 (M ₂)	0,25	0,22	0,03	0,75	0,40	

5 à 13 Tonnes par ha par an par décomposition (F.. L'Heureux-Bilodeau 2023)

Perte de carbone des différents sites sur l'année étudiée



Compensation en biomasse nécessaire pour combler la perte de carbone



Flux de carbone des différents sites en fonction du temps

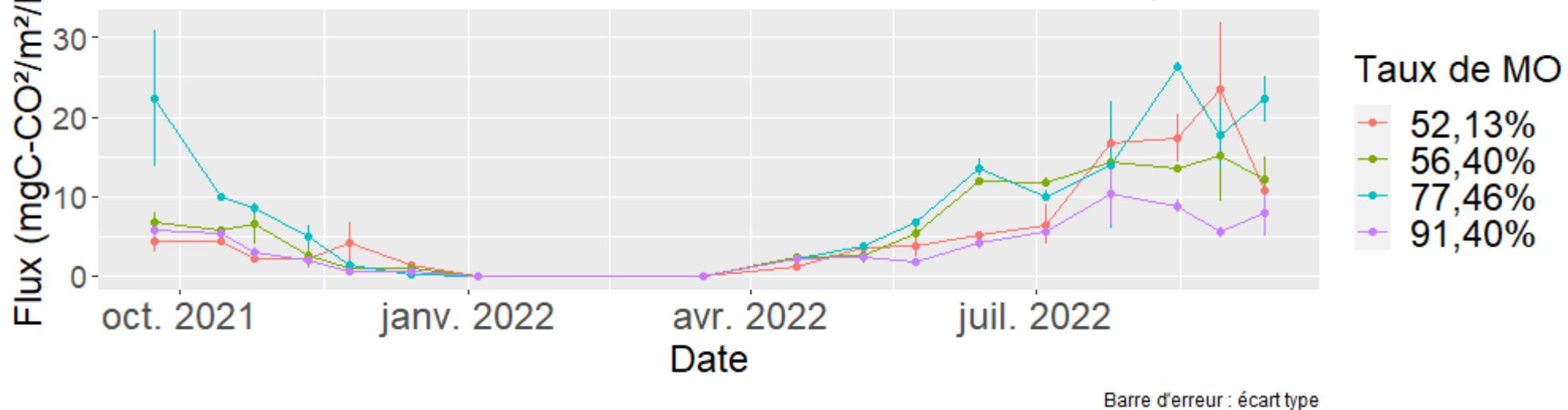


Tableau 1-Type de sols utilisés pour les expériences en serre.

Mélange	
1	Sols se drainant bien, meilleurs rendements, sols plus jeunes
2	Entre deux
3	Sols moins bien drainés, sols plus vieux
4	Sols très décomposés, très vieux, bordure de champ et Floride

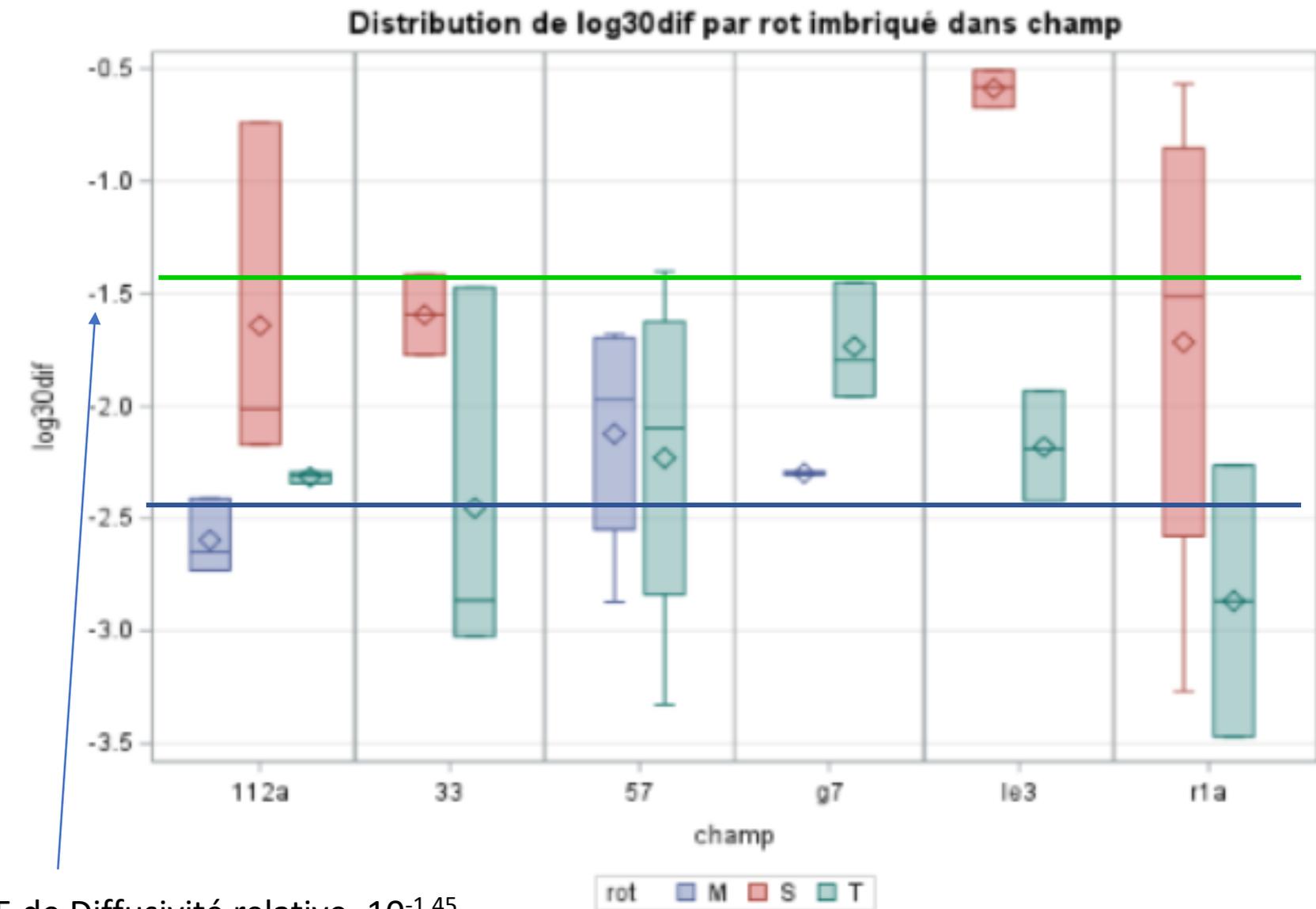
Tableau 2-Valeurs des paramètres statiques et dynamiques pour différents degrés de décomposition de sol organique.

Niveau de décomposition		Unité	Statiques		Dynamiques					
			Porosité totale	Porosité d'air à 5 kPa	Conductivité saturée		α (non saturée)			
			$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$		$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$		cm s^{-1}		cm^{-1}	
	Jeune	1	0.89	A	0.27	A	0.064	A	0.073	A
	Intermédiaire	2	0.91	A	0.22	B	0.044	A	0.07	AB
	Vieux	3	0.84	B	0.12	C	0.018	B	0.063	B
	Très vieux	4	0.79	C	0.08	D	0.012	B	0.044	C

No de champ	Croissance	Porosité totale	MVA
		$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	g cm^{-3}
280	plus faible	0.76	0.38
302	bonne	0.82	0.28

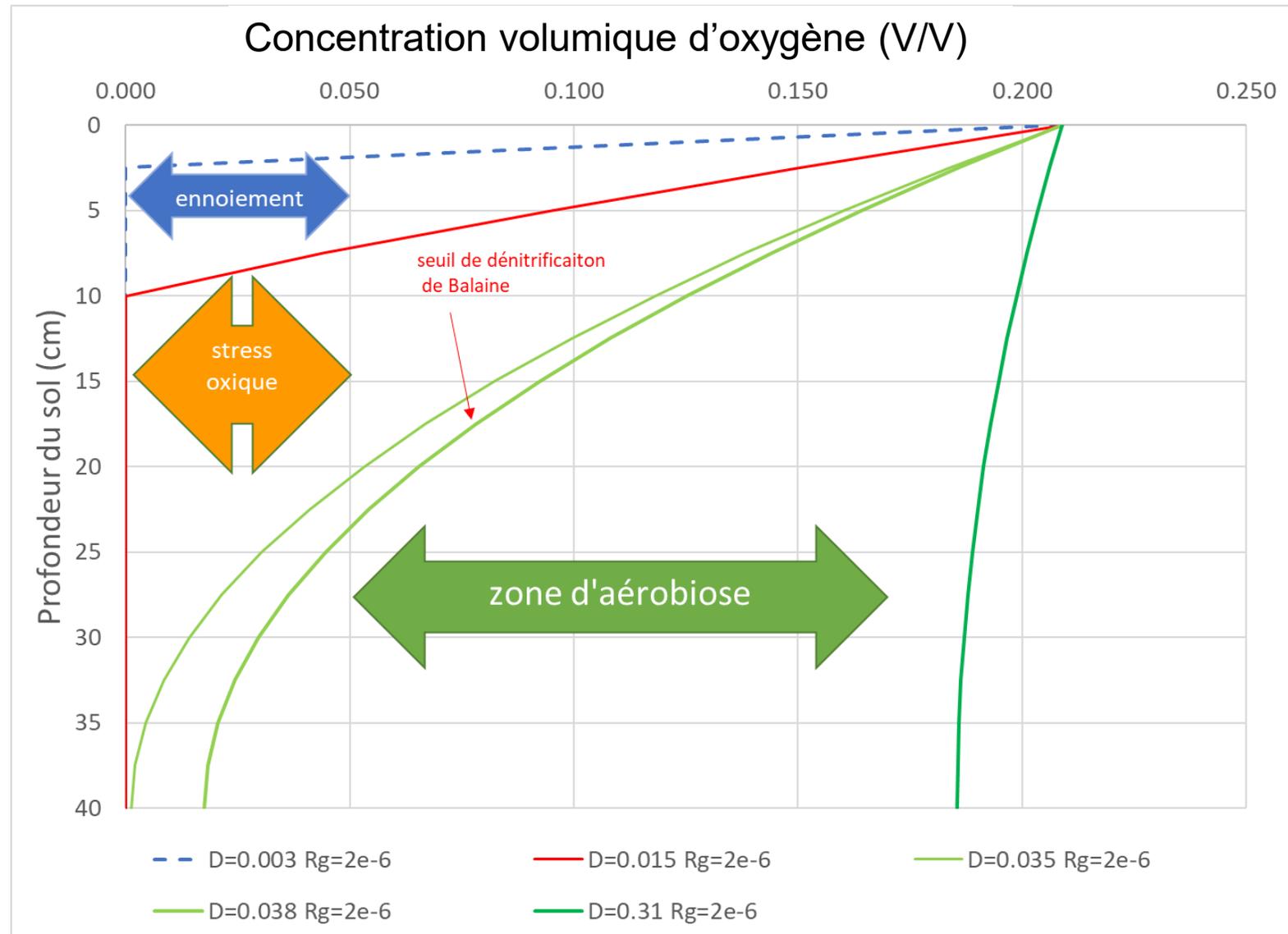


Effet des rotations longues (mischanthus (M) et saule (S) sur la diffusivité des gaz de la couche compacte en sols minces par rapport au témoin (T))



0.035 de Diffusivité relative = $10^{-1.45}$

Charte
d'interprétation avec
valeur de seuil
($D_s/D_o=0.035$).
À partir de cette
valeur, les 40
premiers cms vont
tomber en stress
d'oxygène



Développement racinaire d'un semis de laitue romaine en sol compact et non compact



Compact semis



Sol profond semis

Compactage et tassement

- Couche présente une résistance importante à l'enfoncement (Hallema et al, 2015).
- Crée des nappes perchées



Mécanismes de dégradation : le vent, la décomposition du sol organique, l'affaissement et la compaction

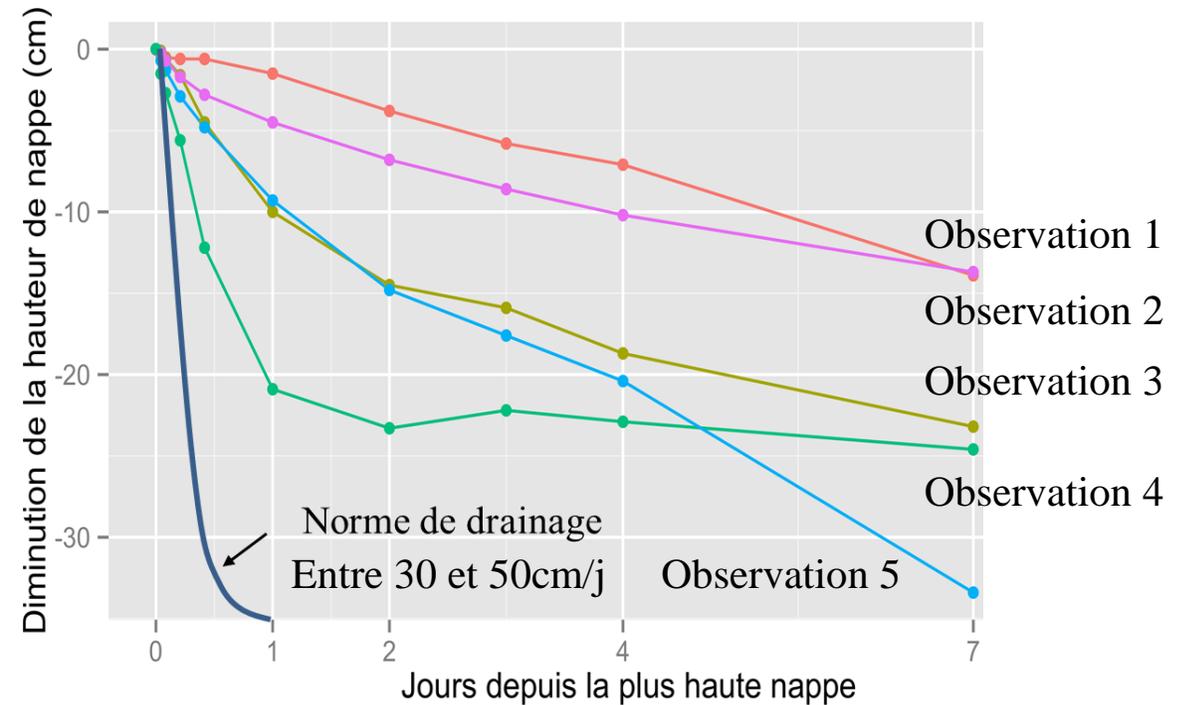
Bilan provisoire de dégradation des sols organiques sur 25 ans		
Perte de hauteur totale	40	cm
Érosion éolienne	7-60	cm
Décomposition	4-11	cm
Érosion de surface	0,25	cm
Compactage et tassement	9,75	cm

Varie spatialement de façon importante!

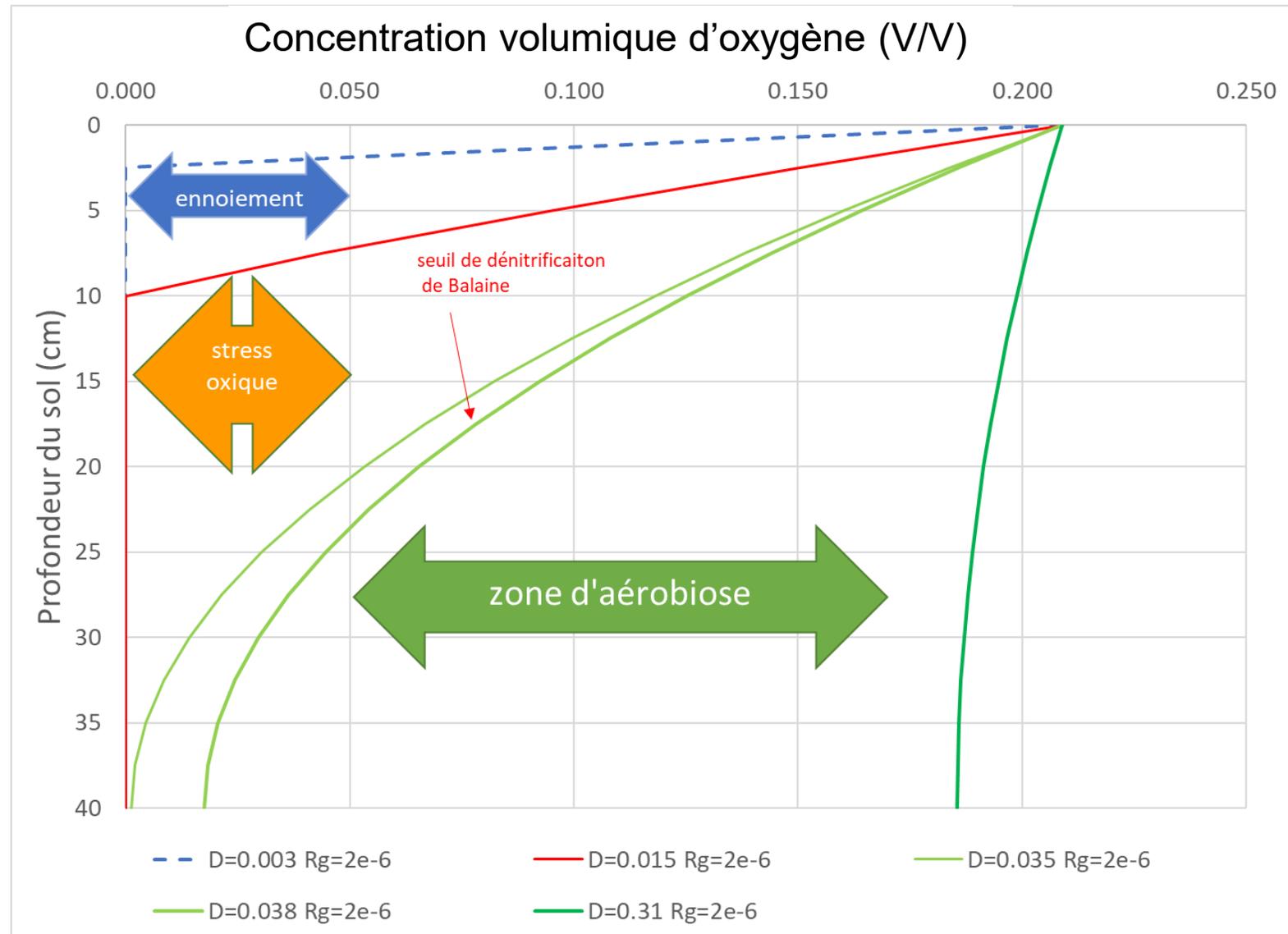
Plan de la présentation

- Voir et comprendre: Facteurs de dégradation
- Quantifier: Conséquences agronomiques sur l'aération, le drainage, l'érosion
- Agir: Solutions
- Optimiser: Recommandations
- Conclusions

CONSTAT → MAUVAIS DRAINAGE DES TERRES PROBLÈME IDENTIFIÉ → EXISTENCE D'UNE COUCHE COMPACTE

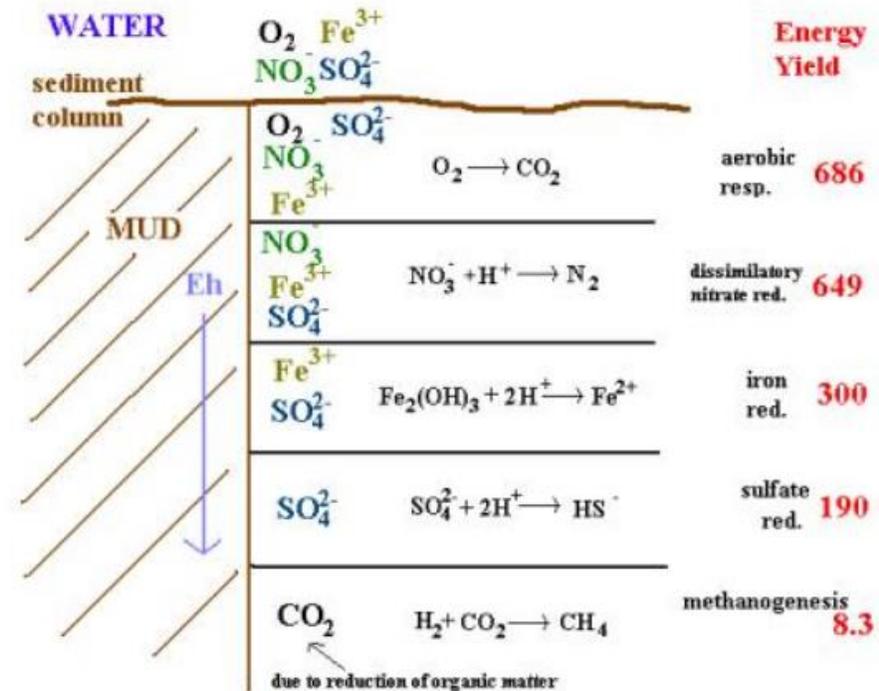


Charte
d'interprétation avec
valeur de seuil
($D_s/D_o=0.035$).
À partir de cette
valeur, les 40
premiers cms vont
tomber en stress
d'oxygène



Séquence
d'utilisation des
gaz durant la
respiration
microbienne

Oxidation of organic matter



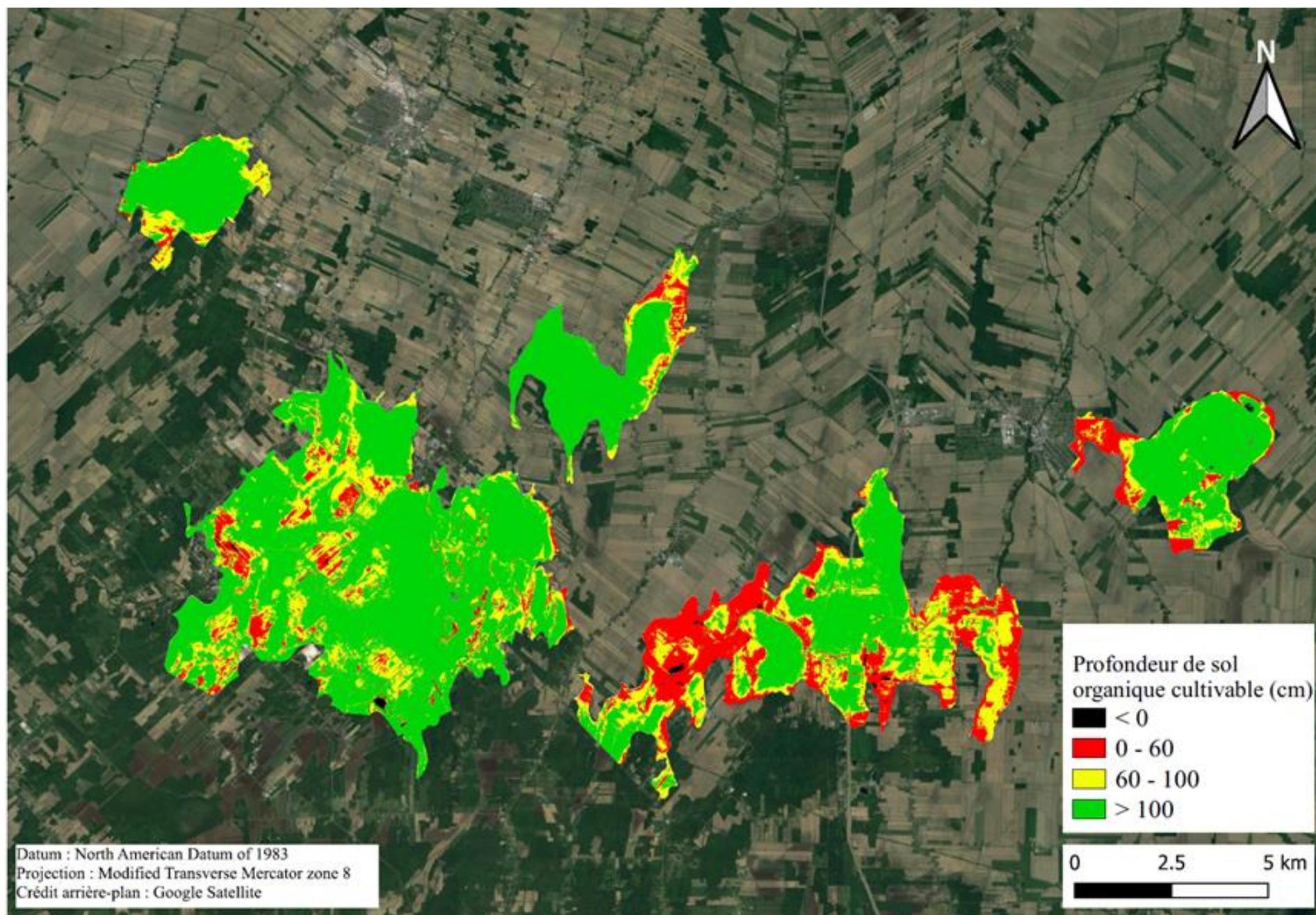
Pertes économiques considérables

- Sols de 60 cm et moins : pertes de productivité de 40%
- Pertes de valeurs foncières importantes
- Pertes de surface
- Dommages aux récoltes lors de l'érosion



Plan de la présentation

- Voir et comprendre: Facteurs de dégradation
- Quantifier: Conséquences agronomiques sur l'aération, le drainage, l'érosion
- Agir: Solutions
- Optimiser: Recommandations
- Conclusions



Carte régionale de zones de gestion des sols organiques basées sur deux seuils de profondeur de sol cultivable : 60 et 100 cm. (Deragon, 2021)

Problématique : Dégradation des sols organiques

Érosion

Décomposition

Compactage

Objectif de la thèse:

Développer et optimiser des stratégies de conservation visant à ralentir ou à compenser la décomposition des sols organiques cultivés.

↑ Nappe d'eau

↓ T° du sol

↓ Travail de sol

~~Cuivre~~

 Polyphénols

Ralentir

Compenser

Fumier

Compost

Résidus verts

Paille et bois

Brute

Traité



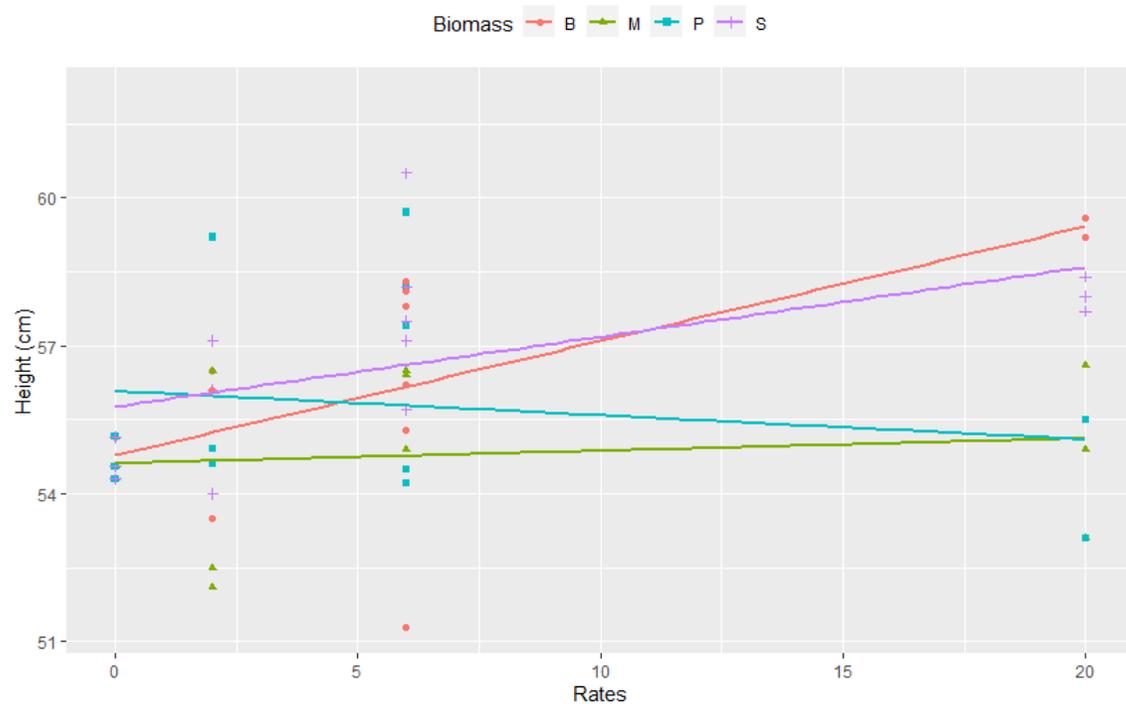
Meilleur potentiel

Futurs travaux : Besoin de développer des itinéraires agronomiques pour prévenir les chutes de rendement et rendre cette stratégie compatible avec la production agricole

- Gestion de l'azote (légumineuses, régie de fertilisation, ...)

Effets des amendements sur la hauteur de sol (κ. Smith, V. Grégoire, D. Bulot, C. Boily, K. Bourdon)

Hauteur final des colonnes amendées en fonction du % d'amendement





Conservation et restauration des sols organiques

Processus dominants : où agir?

- Cartes d'intervention
- 60% des terres ont 100 cm et plus: ça va bien aller encore, contrôler l'érosion
- 24% des terres ont de 60 à 100 cm: conserver la hauteur, la structure et maintenir le drainage
 - Amender à 2-15 t par ha par an pour maintenir la hauteur
 - Contrôler l'érosion éolienne avec un brise-vent,
 - Problème d'affaissement (aération) si types 3 ou 4
 - Problème de drainage si apparition d'une couche compacte ou d'un Ksat initial faible
 - Cartographie de la couche compacte
 - Évaluation des Ksat à différentes profondeurs
 - Carte de drainage basée sur une intervention localisée, avec ou sans tranchées drainantes, avec ou sans bandes de saules
 - Sols de type 2 et 3, mais à drainage allant d'excellent à imparfait (couche compacte 53%) : problème de drainage surtout
- 16 % des terres < 60 cm : types 3 et 4 (problème d'aération et de drainage), à restructurer

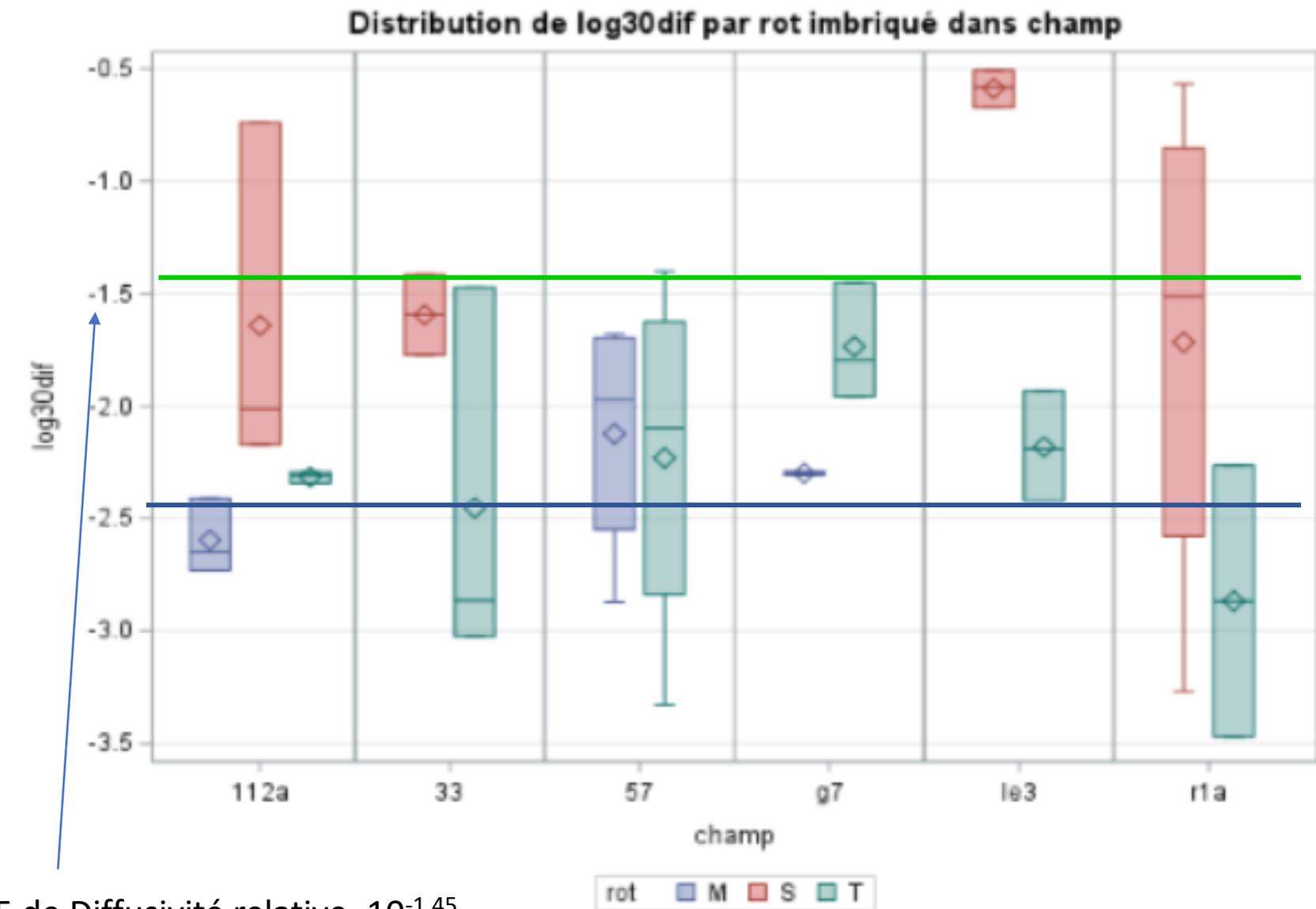


Affaissement à 60 cm et moins

- Densification rapide avec l'évolution en classe 1, 2, 3 et 4
- On passe en classe 3 et 4 : perte de porosité drainable, perte de conductivité hydraulique saturée, perte d'aération, perte de diffusivité des gaz
- Diagnostics d'aération et caractérisation de l'état de surface nécessaires
 - Restructurations possibles par amendement (30 tonnes par hectare et plus avec forts risques d'immobilisation et de dénitrification confirmés) : travaux supplémentaires nécessaires
 - **Utilisation possible comme zone de production de biomasse : saule surtout, miscanthus pourrait être difficile à planter.**
 - **Si retournés en sols de production de biomasse, permettre la restructuration et la réutilisation du sol**
 - **Permettre la production de biomasse pour amender les sols de type 3 et les sols de 60 à 100 cm d'épaisseur**

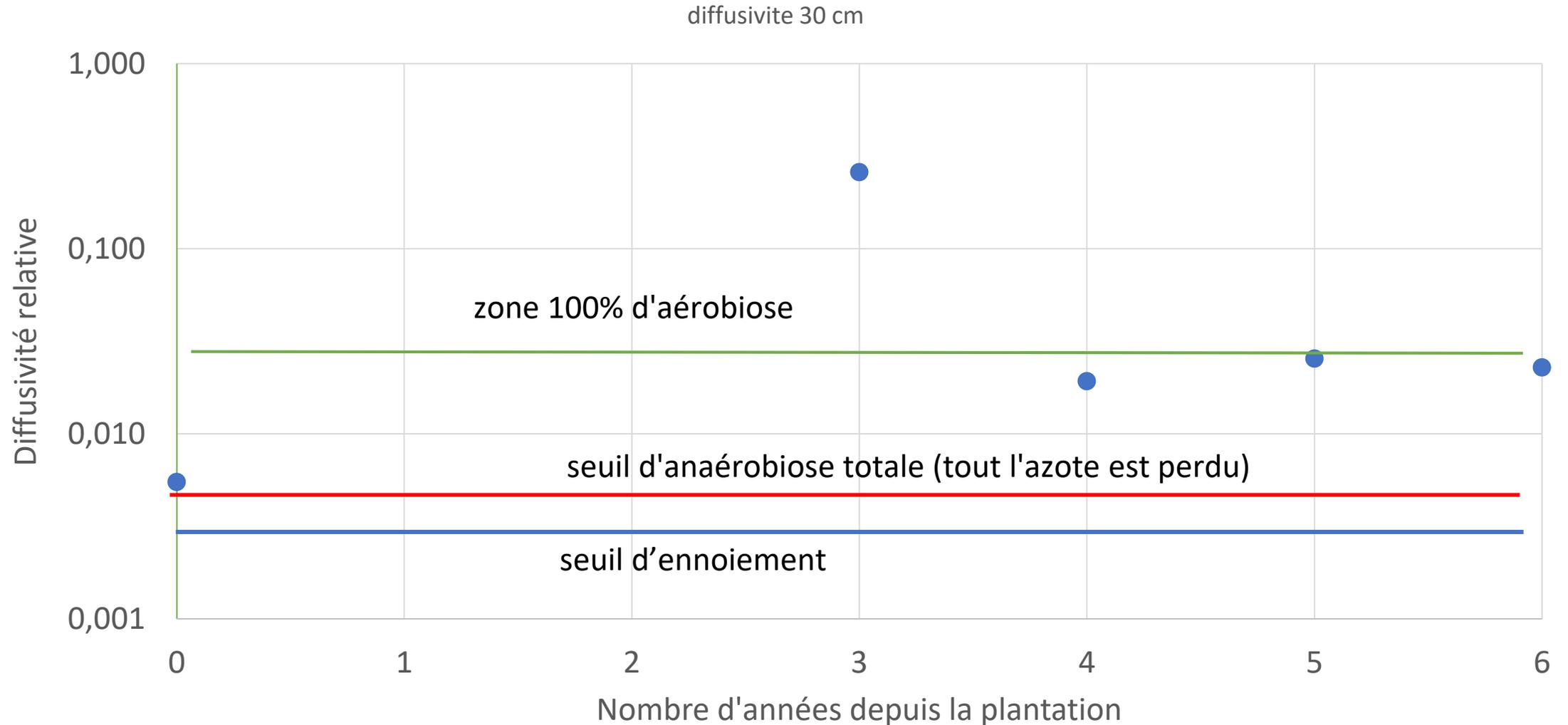


Effet des rotations longues (mischanthus (M) et saule (S) sur la diffusivité des gaz de la couche compacte en sols minces par rapport au témoin (T))

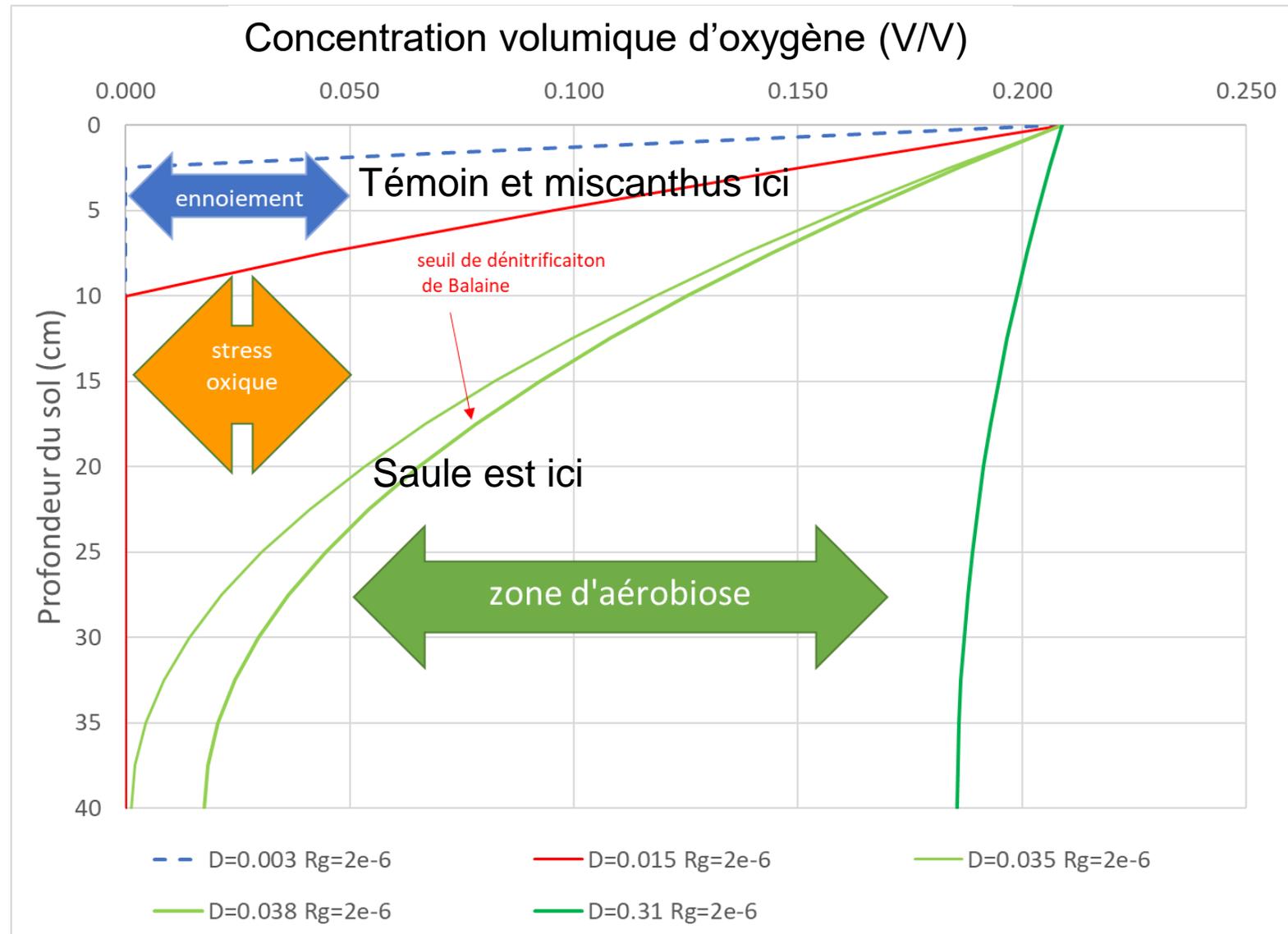


0.035 de Diffusivité relative = $10^{-1.45}$

Rythme d'amélioration de la diffusivité des gaz en fonction du nombre d'années en production de saule



Charte
d'interprétation avec
valeur de seuil
($D_s/D_o=0.035$).
À partir de cette
valeur, les 40
premiers cms vont
tomber en stress
d'oxygène





Conservation et restauration des sols organiques

Processus dominants : où agir ?

- Cartes d'intervention
- 60% des terres ont 100 cm et plus: ça va bien aller encore, contrôler l'érosion
- 24% des terres ont de 60 à 100 cm:
 - contrôle de l'érosion,
 - Problème d'affaissement si types 3 ou 4
 - Problème de drainage si apparition d'une couche compacte ou d'un Ksat initial faible
 - Cartographie de la couche compacte
 - Évaluation des Ksat à différentes profondeurs
 - Carte de drainage basée sur une intervention localisée, avec ou sans tranchées drainantes, avec ou sans bandes de saules
- Sols de type 2 et 3 mais à drainage allant d'excellent à imparfait (couche compacte): problème de drainage surtout
- 16 % des terres < 60 cm: types 3 et 4 (problème d'aération et de drainage)

Solutions envisagées en drainage

- Rotations longues (2 ans annuelles)
- Amendements de surface
- Drainage conventionnel
- Sous-solage
- Tranchées drainantes
- Haies de saule



Solutions envisagées

- ✓ Rotations longues (2 ans annuelles)
- ✓ Amendements de surface
- ✓ Drainage conventionnel
- ✓ Sous-solage
- ✓ Tranchées drainantes
- Haies de saule



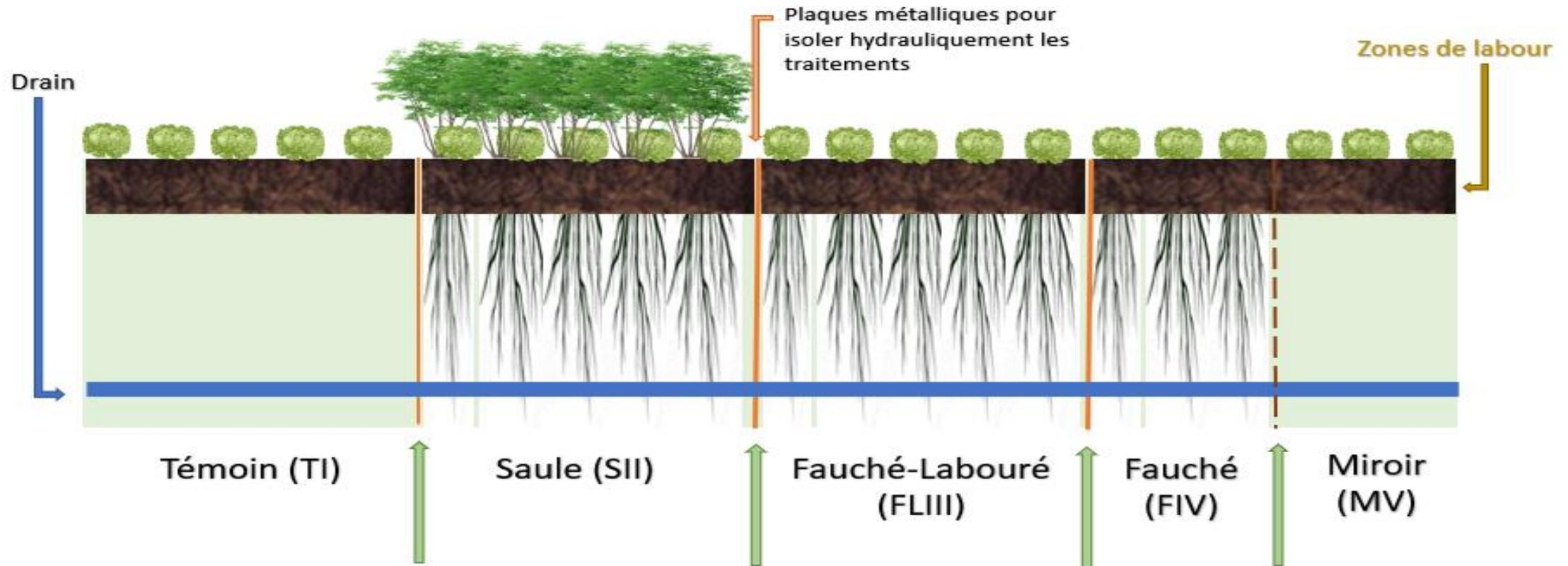
Haies de saule



Méthodologie

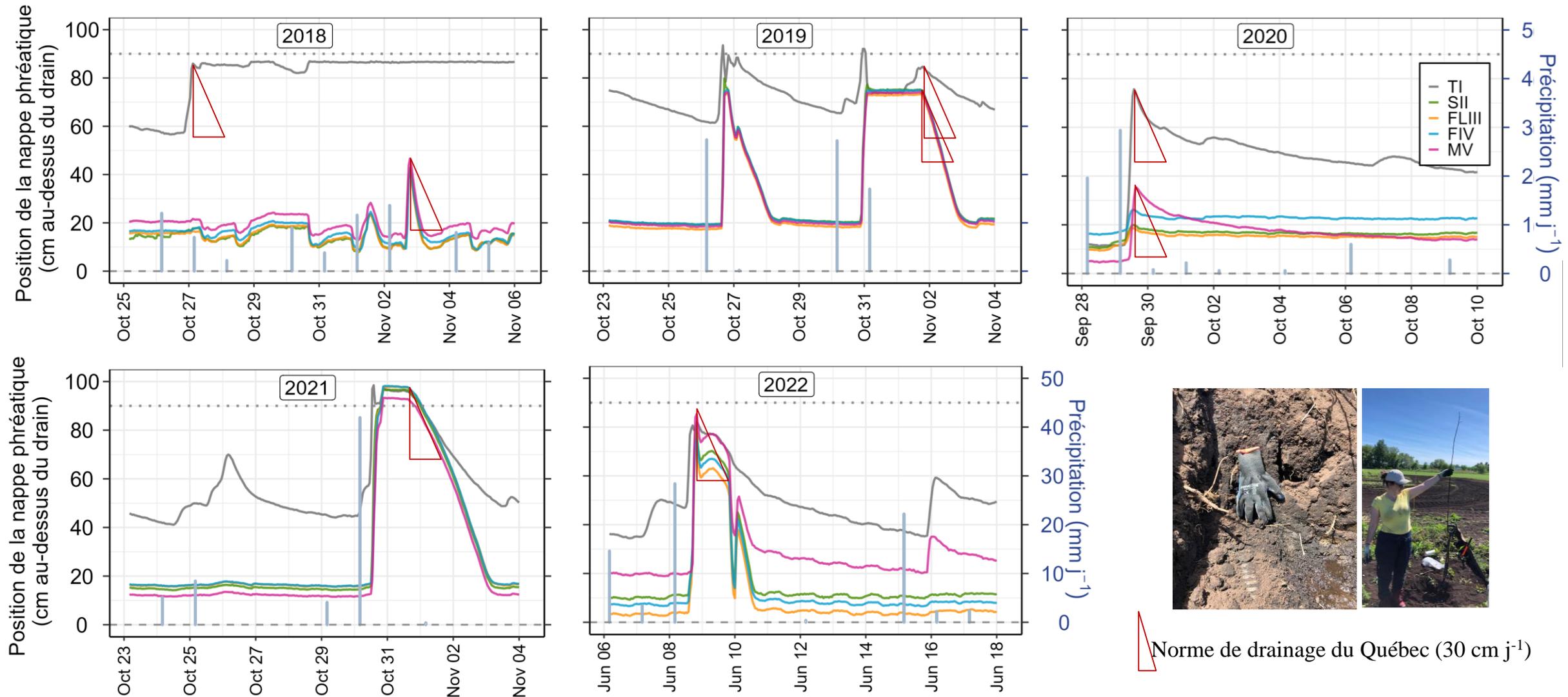
Dispositifs expérimentaux

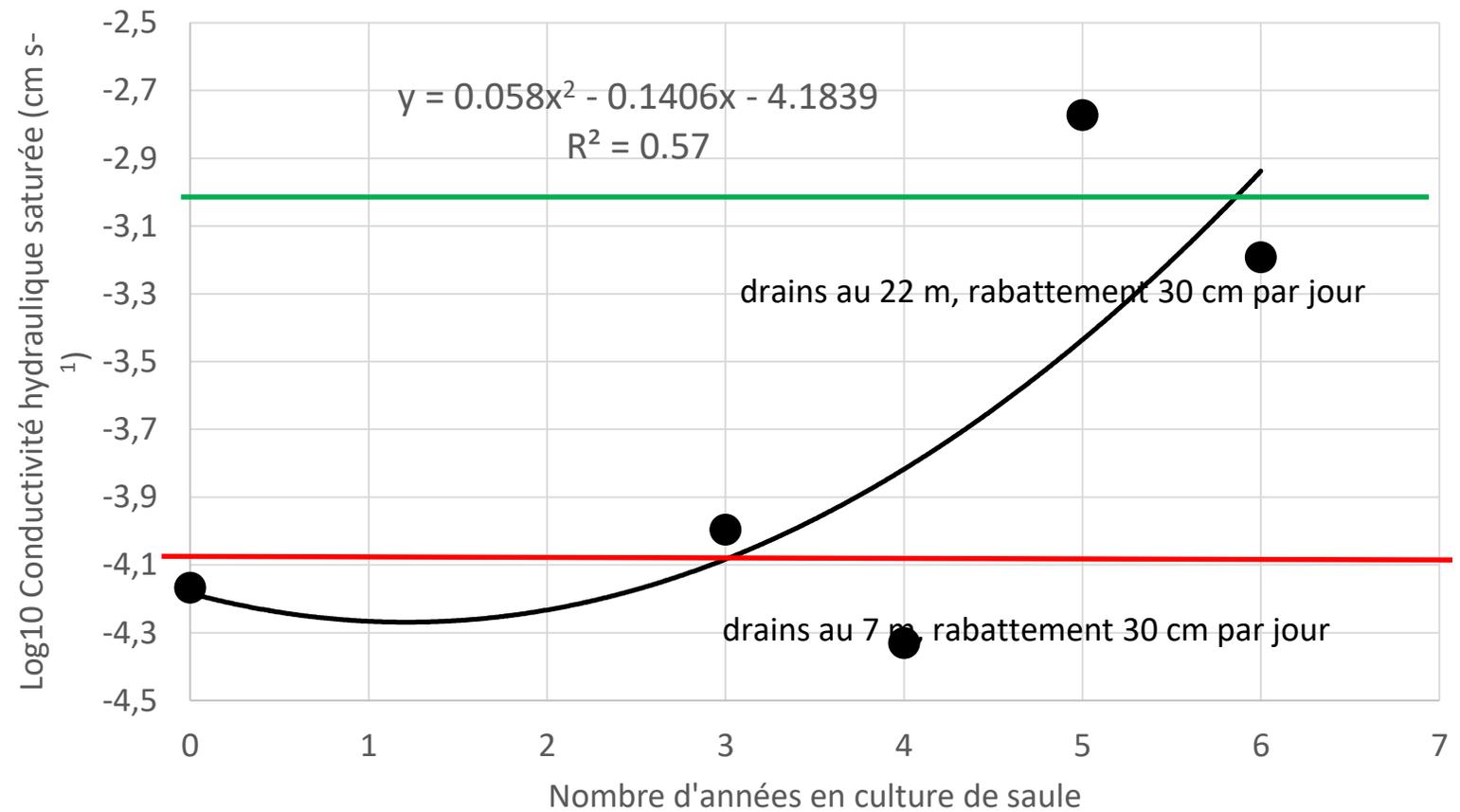
Parcelle	État de la culture
Témoin (TI)	Absence de culture de saule Culture de laitue*
Saule (SII)	Saule vivant Culture de laitue*
Fauché-labouré (FLIII)	Saule coupé Culture de laitue*
Fauché (FIV)	Saule coupé Culture de laitue*
Miroir (MV)	Absence de culture de saule Culture de laitue*



Résultats

Évolution de la nappe phréatique





Volet 1: Impacts de brise-vent sur l'érosion éolienne du sol organique

Comparaison les variations moyennes annuelles de la hauteur du sol pour chaque type de brise-vent.



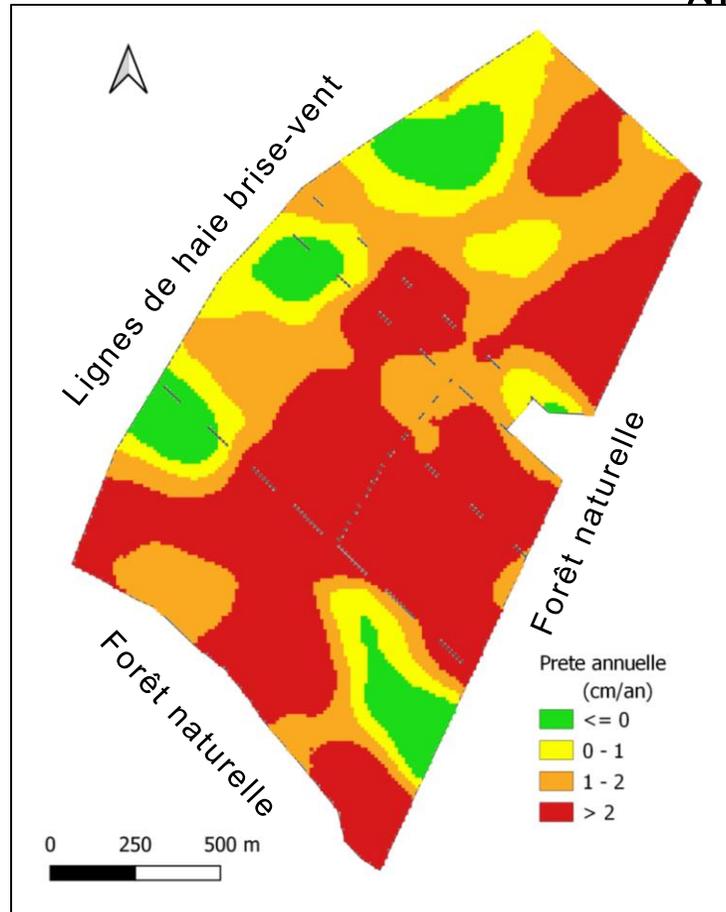
Haie brise-vent



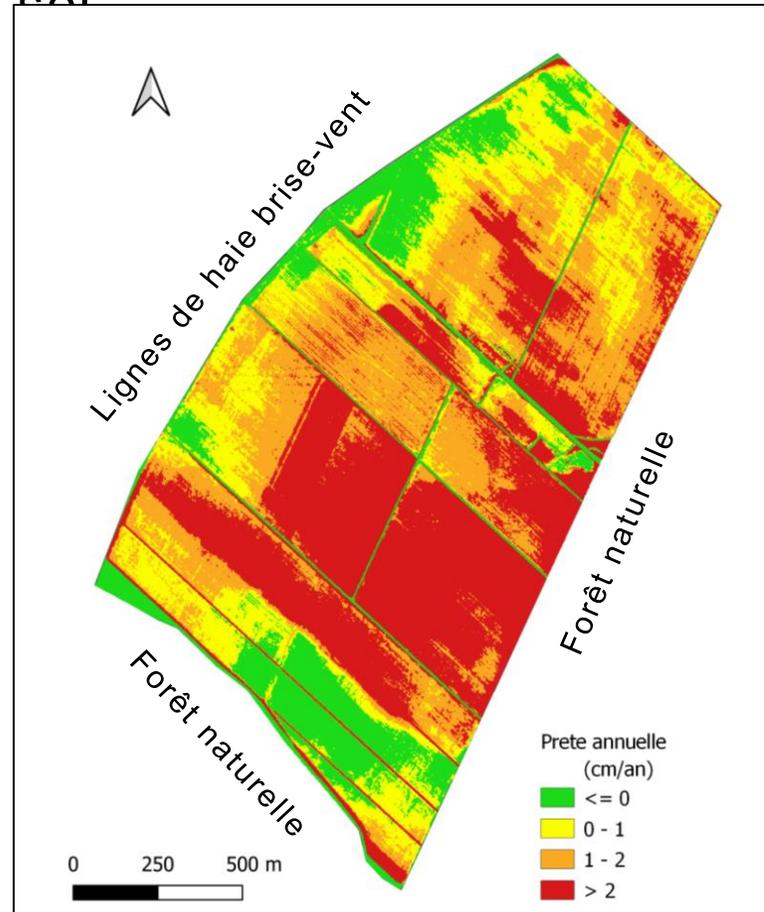
Forêt Naturelle

Volet 1: Impacts de brise-vent sur l'érosion éolienne du sol organique

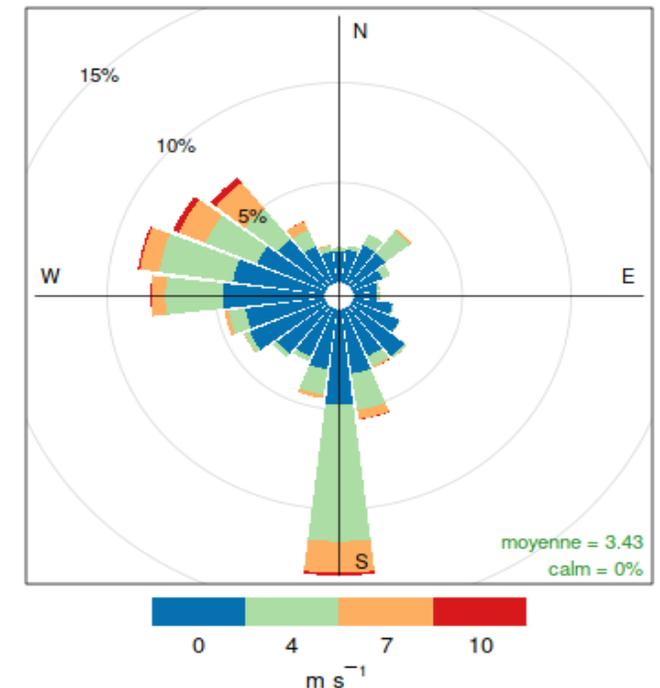
Carte de la variation moyenne annuelle de la hauteur du sol



Manuel (2012-2021)



LiDAR (2011-2020)

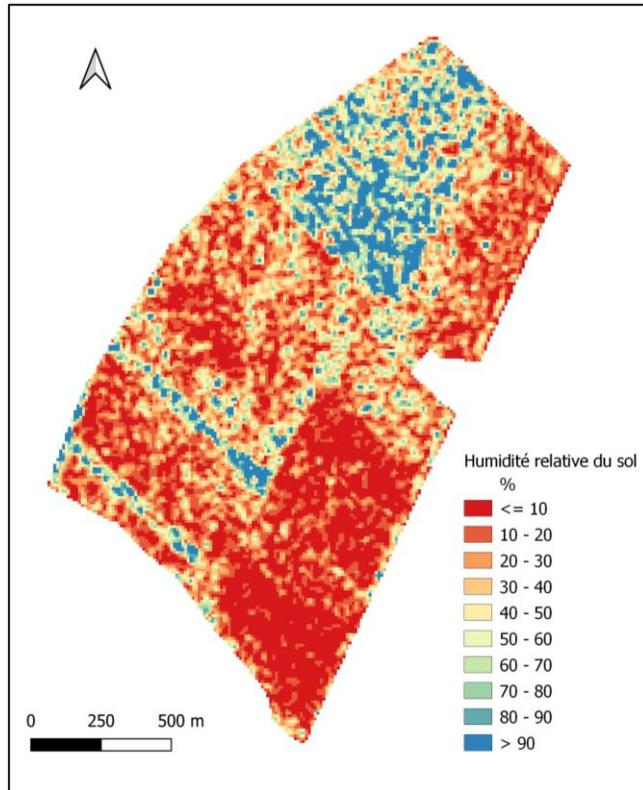


Rose de vent de la région (Frenette-Vallières, 2022)

Volet 2: Impacts du couvert végétal et de la teneur en eau du sol sur l'érosion éolienne du sol organique

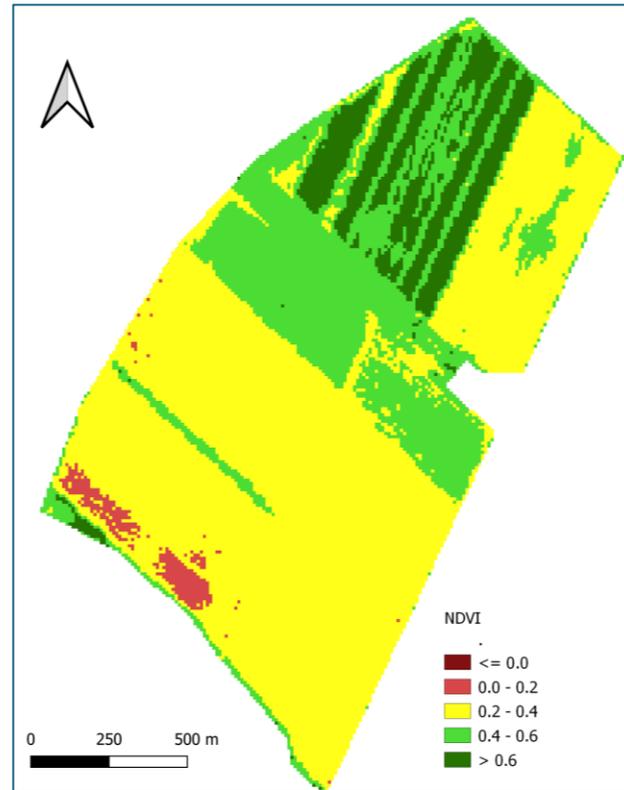
RÉSULTATS : ANALYSE SPATIALE ET VISUALISATION (SABA DAEICHIN ET C. LIBBRECHT)

27 septembre 2021



Carte de la teneur en eau relative du sol (%) par Sentinel-1

1



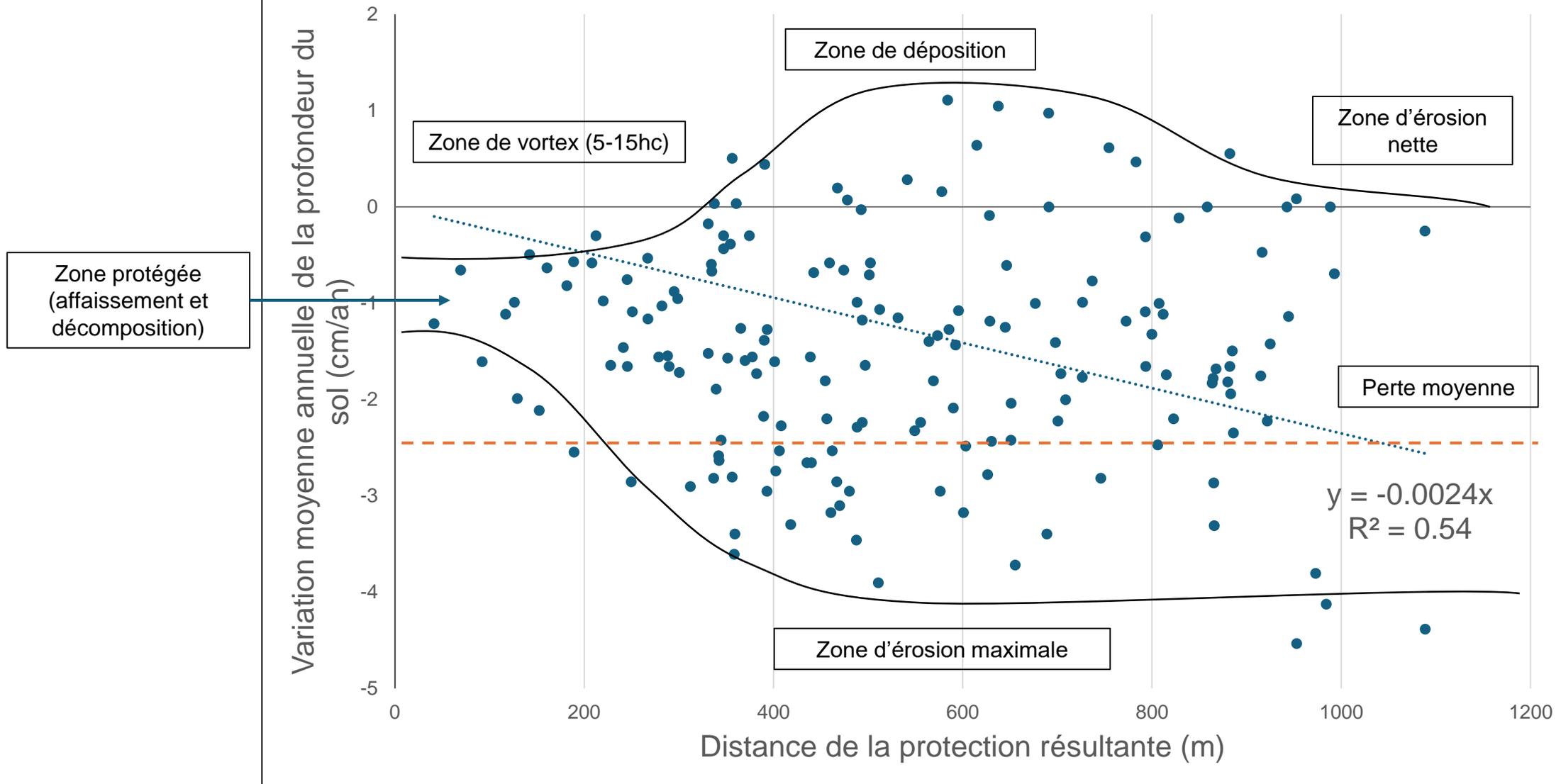
Carte de la distribution spatiale de l'NDVI par image de Sentinel-2

2

Cartes de la teneur en eau du sol et de la couverture végétale:

Ces cartes permettent de différencier les sols nus des zones végétalisées grâce au critère NDVI, et d'analyser les variations de la teneur en eau du sol qui sont deux paramètres essentiels pour l'étude de l'érosion éolienne à court terme.

La variation moyenne annuelle de la profondeur du sol par LiDAR en fonction de la distance de protection résultante



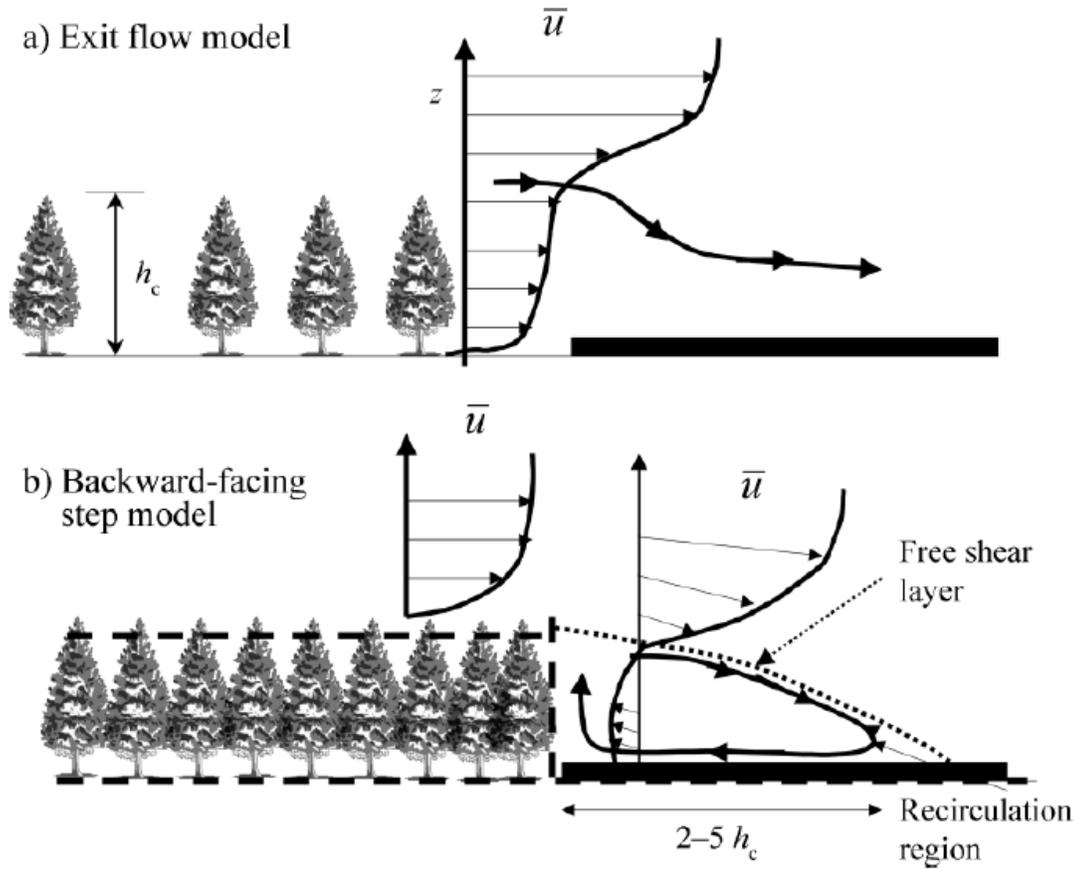
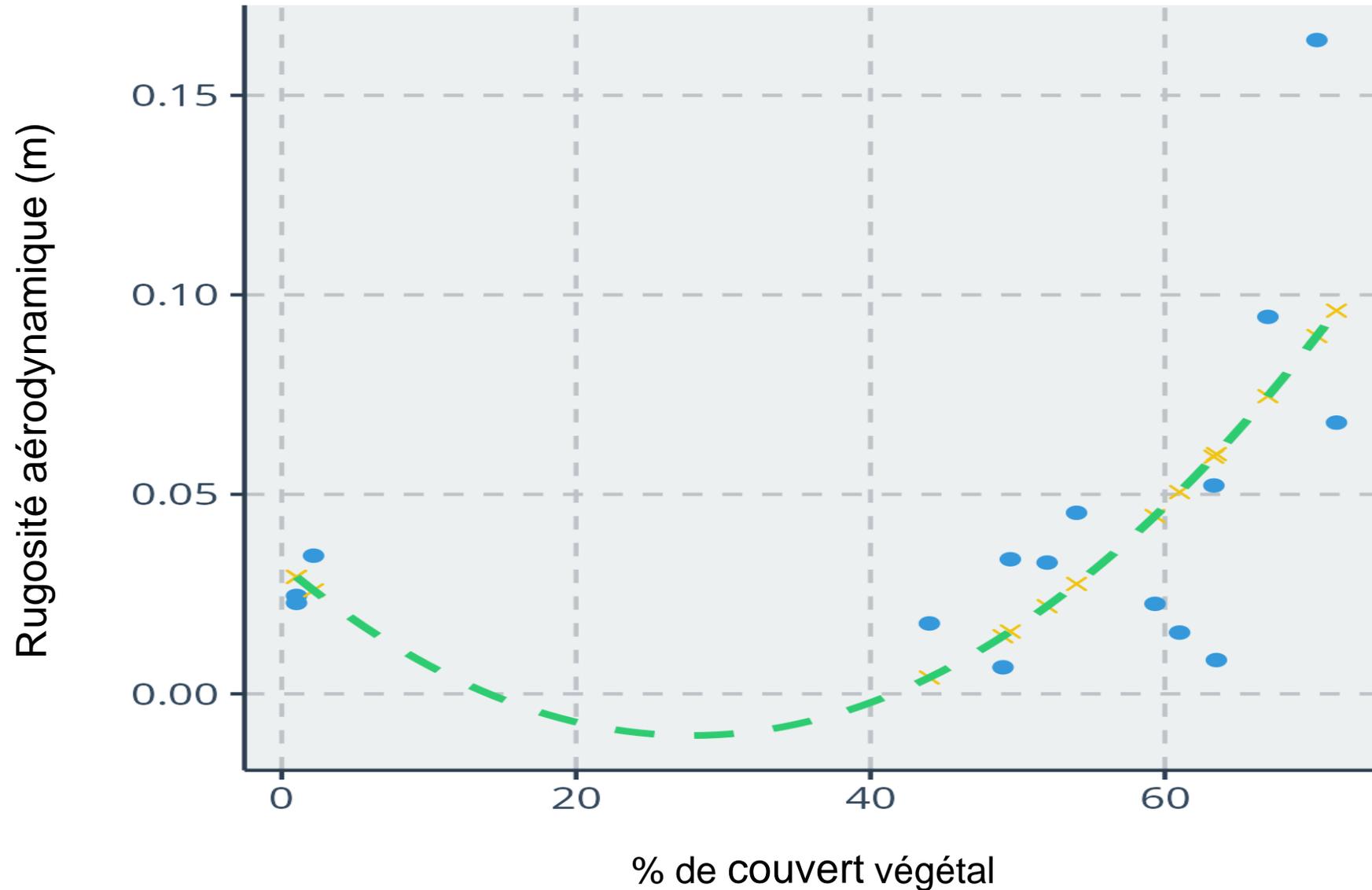


FIG. 1. Two conceptual models for the structure of turbulence near forest edges. (a) The exit flow model in which the mean flow near the edge retains its canopy-turbulence state. (b) The backward-facing step (BFS) flow model in which a recirculation zone dominates the turbulence near the edge. The “fingerprints” of these two models on the flow statistics at the edge are shown in Table 1. The thick arrows indicate expected mean flow streamline while the thin arrows indicate the local velocity. The dashed line indicates the free-shear interface delineating a potential recirculation zone. Variables are: h_c , canopy height; z , height from the ground; and \bar{u} , mean longitudinal velocity.

Effets des cultures de couverture: créent une zone tampon jusqu'à 15 cm (Ide et Vallières)



Effet de croûtes et des rabats poussières: polyphénols (K..Bourdon et A. Dimate)



Agir contre les vents

- Flux de poussières: négligé dans les calculs (1/3 tonnes à l'hectare)
- Par flux horizontal principalement à cause de la finesse des poussières, serait très important (5-30 tonnes par ha par an en absence d'érosion forte)
- flux vertical s'inverse et est négligeable
- Importance des croûtes
- Puissance des suivis satellitaires



Agir contre les vents

- distance de protection de 200 m
- saltation importante
- couvre sols importants pour réduire la mise en suspension et empêcher la saltation
- brise vents nécessaires,
 - ouverts
 - protection deux directions nécessaire
- Construire un modèle satellitaire de risque



Plan de la présentation

- Voir et comprendre: Facteurs de dégradation
- Quantifier: Conséquences agronomiques sur l'aération, le drainage l'érosion
- Agir: Solutions
- Optimiser: Recommandations
- Conclusions

A wide-angle photograph of a lush green agricultural field with rows of crops. In the background, a blue tractor is visible, and a line of trees marks the horizon under a clear sky.

CHAIRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU CRSNG EN CONSERVATION ET EN RESTAURATION DES SOLS ORGANIQUES CULTIVÉS

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

A close-up, shallow depth-of-field photograph of vibrant green leaves, likely from a plant in a field, with soft bokeh in the background.

Transfert d'AGIRRSOL V. 3.10.0

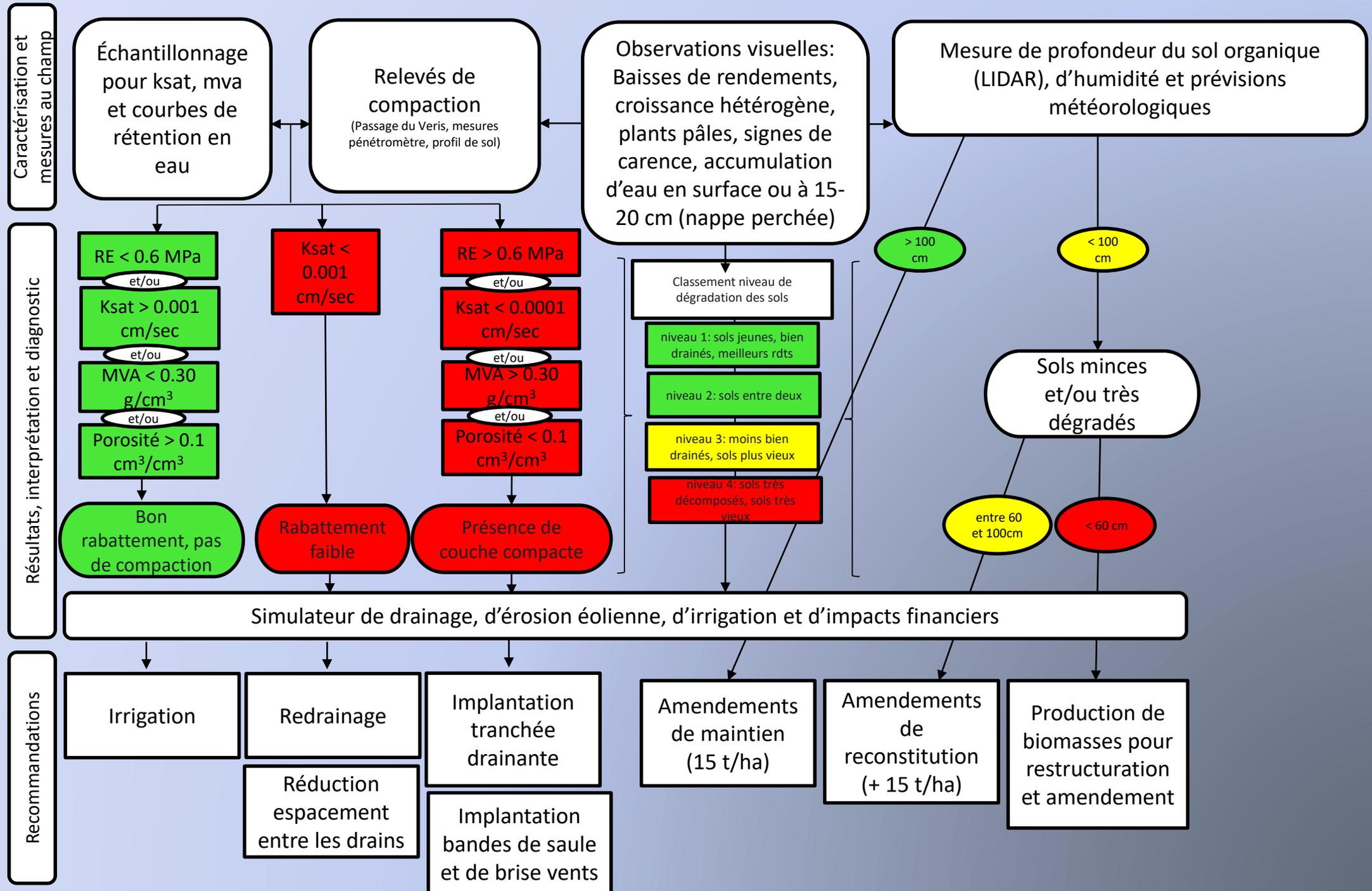
Napierville, 24 janvier 2024

Canada Québec

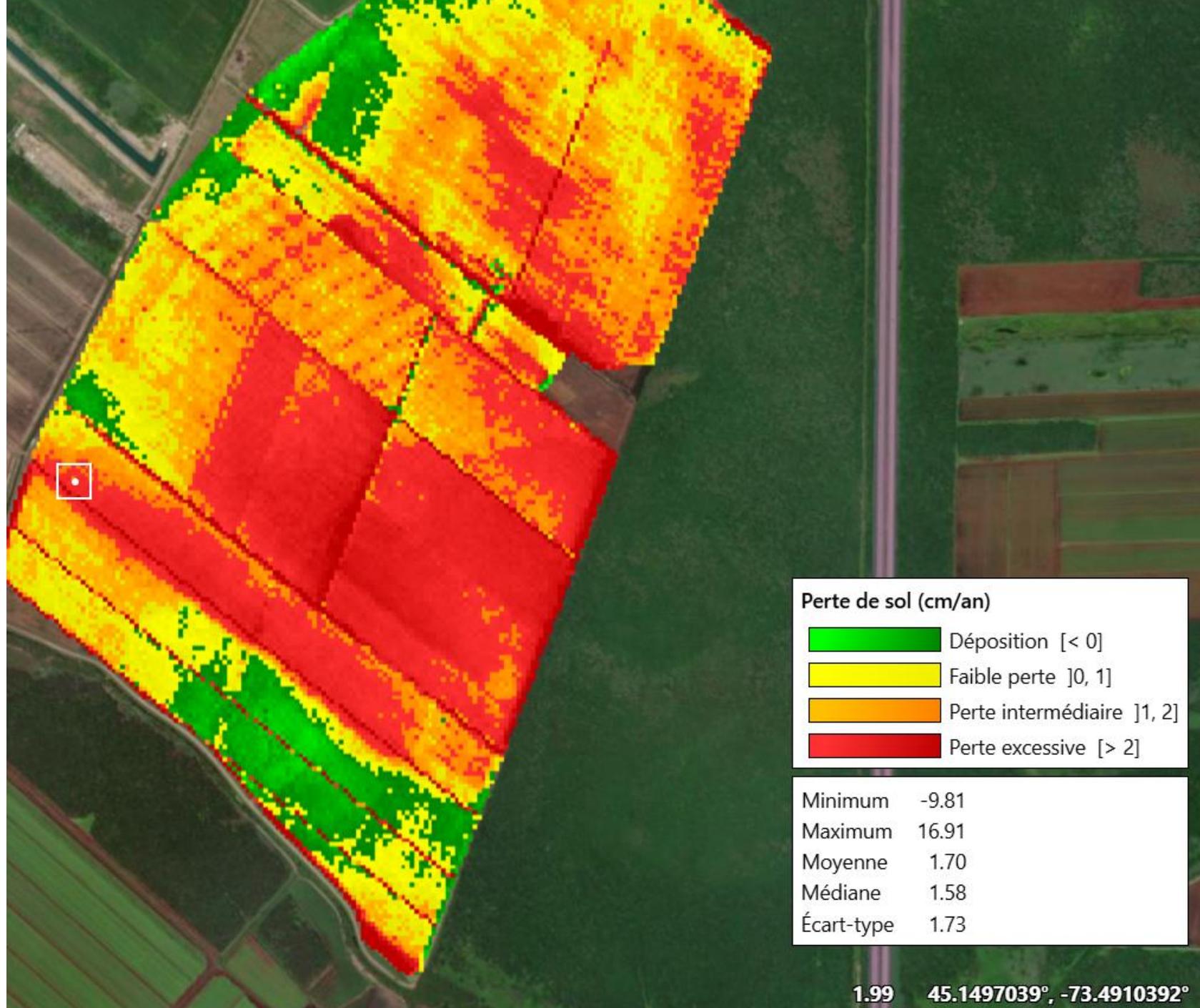


INNOVATION.CA
CANADA FOUNDATION FOR INNOVATION | FONDATION CANADIENNE POUR L'INNOVATION



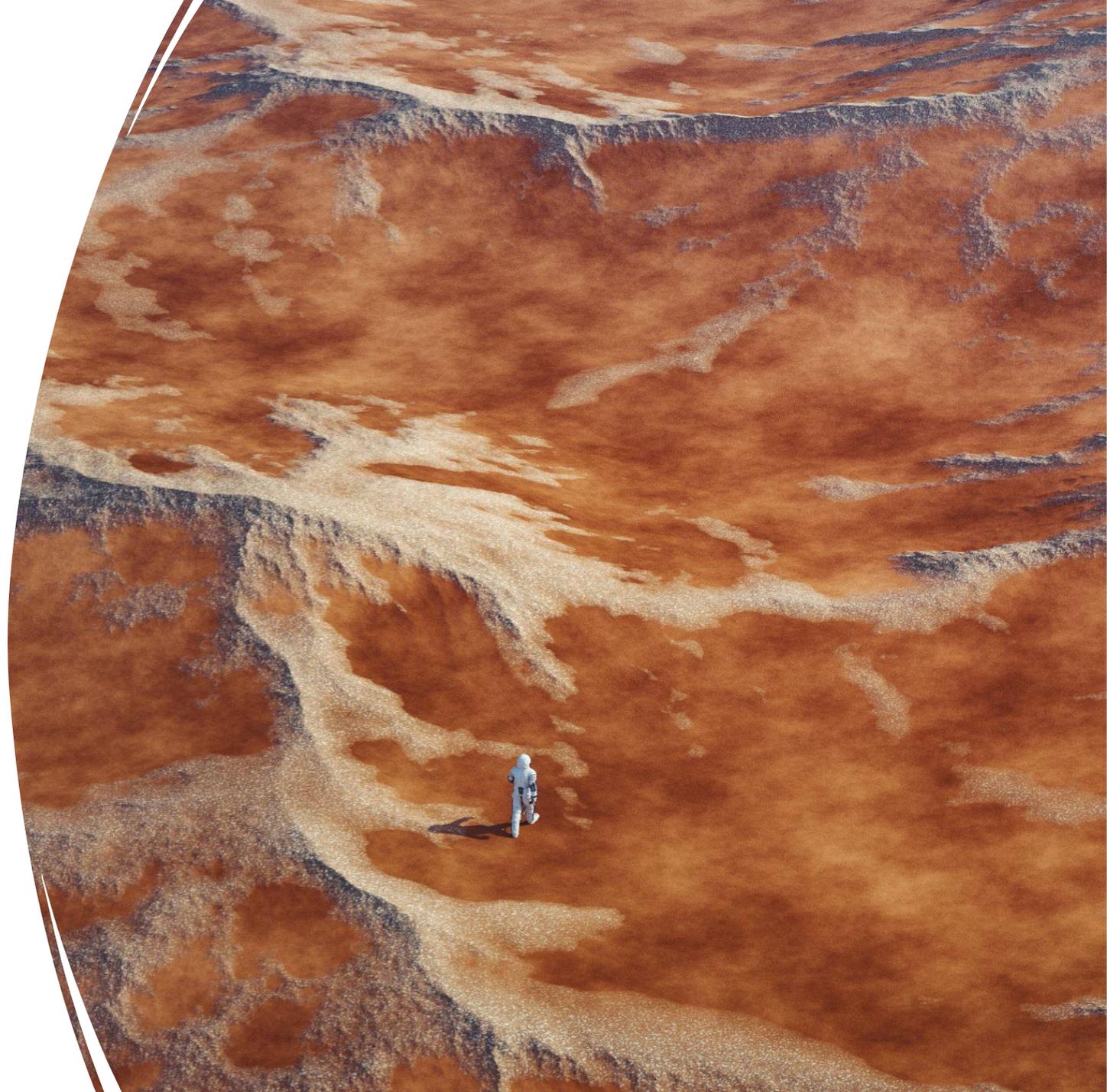


Merci au MAPAQ
et à Ghislain
Poisson!



Module d'érosion

- Vue actuelle des pertes de sols
- Inclusion d'un modèle de risque
- Vues avec différentes informations
 - Brise vents actuels, théoriques, opérationnels
 - Inclusion et effets des amendements sur pertes de hauteurs
 - Évolution des zones compactes avec ksat et aération



Module économique

- Inclusion de l'état du sol
- Prévisions
 - Valeur foncière aujourd'hui et à l'an x choisie par le producteur (66,000\$ de valeur de référence, 1/3 pour sols minces abandonnés)
 - Profit nets actuel et an x avec valeur de production spécifiée par le producteur (10% de y , 32,000\$ par ha par an par référence)
 - Chiffres d'affaires total aujourd'hui et à l'an x

Module d'irrigation

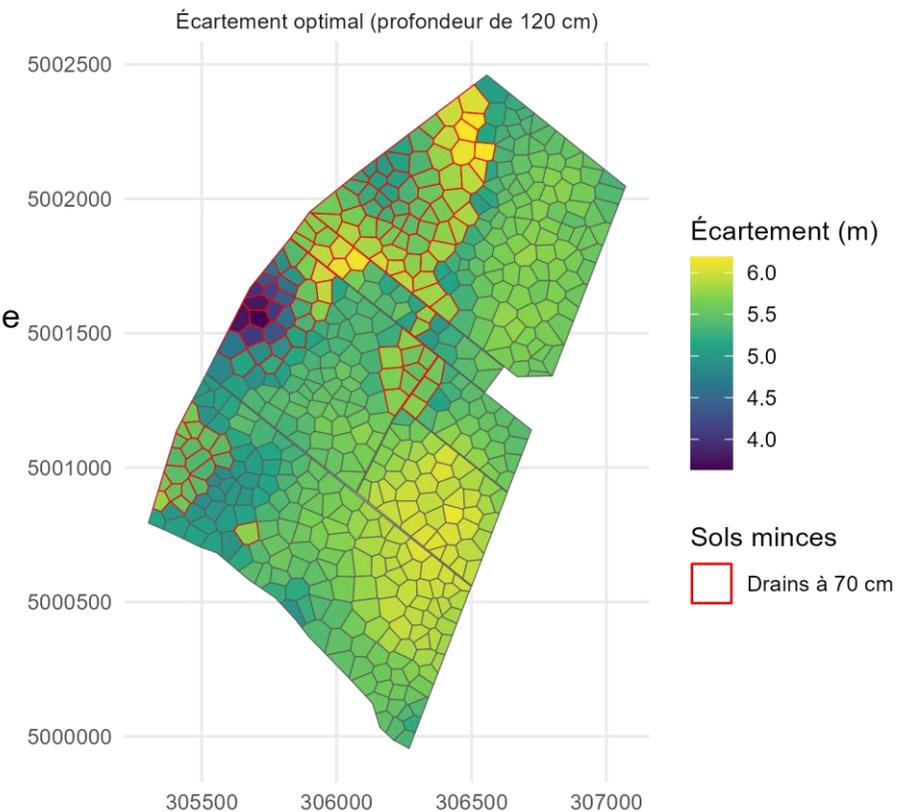
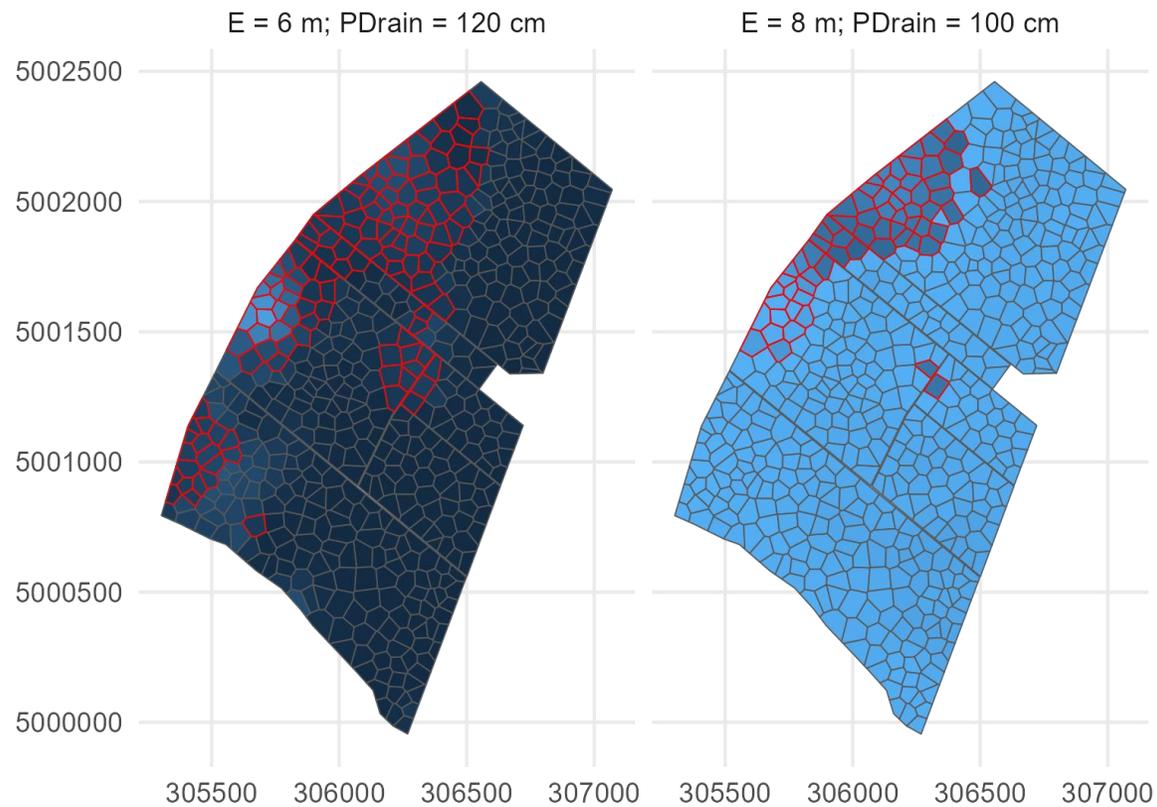
- Sert à l'irrigation des cultures et au contrôle de l'érosion
- Très performant car absorbe des données de capteurs et caractéristiques de sols comme la courbe de rétention, l'aération et la couche compacte
- Actif dans le module d'érosion pour l'abattement des poussières



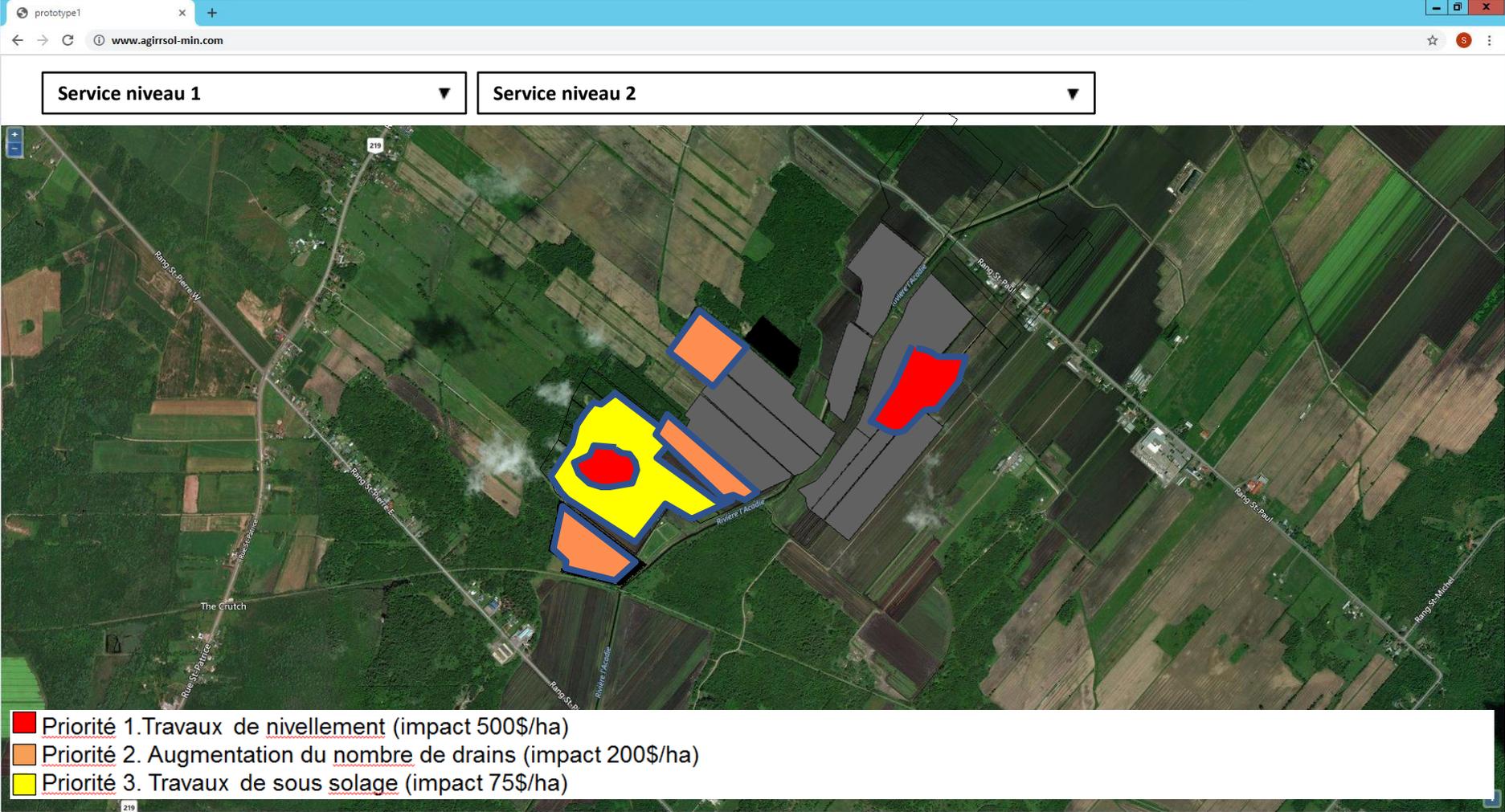
Module de drainage

- ▶ Mise en valeur de la structure spatiale du K_{sat} à 30 cm (n=1144)
- ▶ Moyenne par secteur de tourbière (n=9) des K_{sat} à 0, 50 et 80 cm
 - ▶ Vue la structure spatiale moins claire
- ▶ Calcul de K_{eq} par points (n=1144)
 - ▶ Selon des profondeurs de drains de {70, 75, 80...120 cm}
- ▶ Calcul de semi-variogrammes régionaux (n=1 région)
 - ▶ Pour chaque profondeur de drain de {70, 75, 80...120 cm}
- ▶ Approche probabiliste du rabattement [Gallichand et al.\(1991\)](#)

Exemple de résultats



Livrable: Plan d'interventions localisées avec échelle de temps (5 -30 ans)



Ordonnance des travaux – priorité d'intervention

Problème	Champs visés	Recommandations	Impact financier	Priorité
Drainage	45	Pose de drains et tranchée drainante	E. Laffitte et M. Sow	1
Érosion éolienne localisée	37	Haies brise-vent		2
Profondeur de sol entre 60 et 100 cm	8 12 22	Amendements de maintien et drainage		3
Profondeur de sol moins de 60 cm	6 33	Production de biomasse		4

Plan de la présentation

- Voir et comprendre: Facteurs de dégradation
- Quantifier: Conséquences agronomiques sur l'aération, le drainage et l'érosion
- Agir: Solutions
- Optimiser: Recommandations
- Conclusions



Recommandations générales (ceci n'est pas une recommandation agronomique spécifique)

- Observations, relevés, mesures (pertes de sols, conductivité saturée à différentes profondeurs, aération, diffusivité des gaz, taux respiratoire, profil de densité)
- Spatialiser l'information (impact financier majeur)
- Générer des recommandations par clés décisionnelles (guide) ou par optimisation (priorisation)
- Calculer les retours attendus
- Cas par cas : mettre en place une équipe (2 personnes dont une agronome et une en agriculture numérique) de suivi (diagnostic et recommandations). S'autofinance.

On évalue que les interventions localisées de conservation demandent des investissements annuels de l'ordre de 50 millions de dollars pour conserver la valeur foncière

Les interventions localisées (Agirrsol) vont permettre des économies d'environ 25 millions

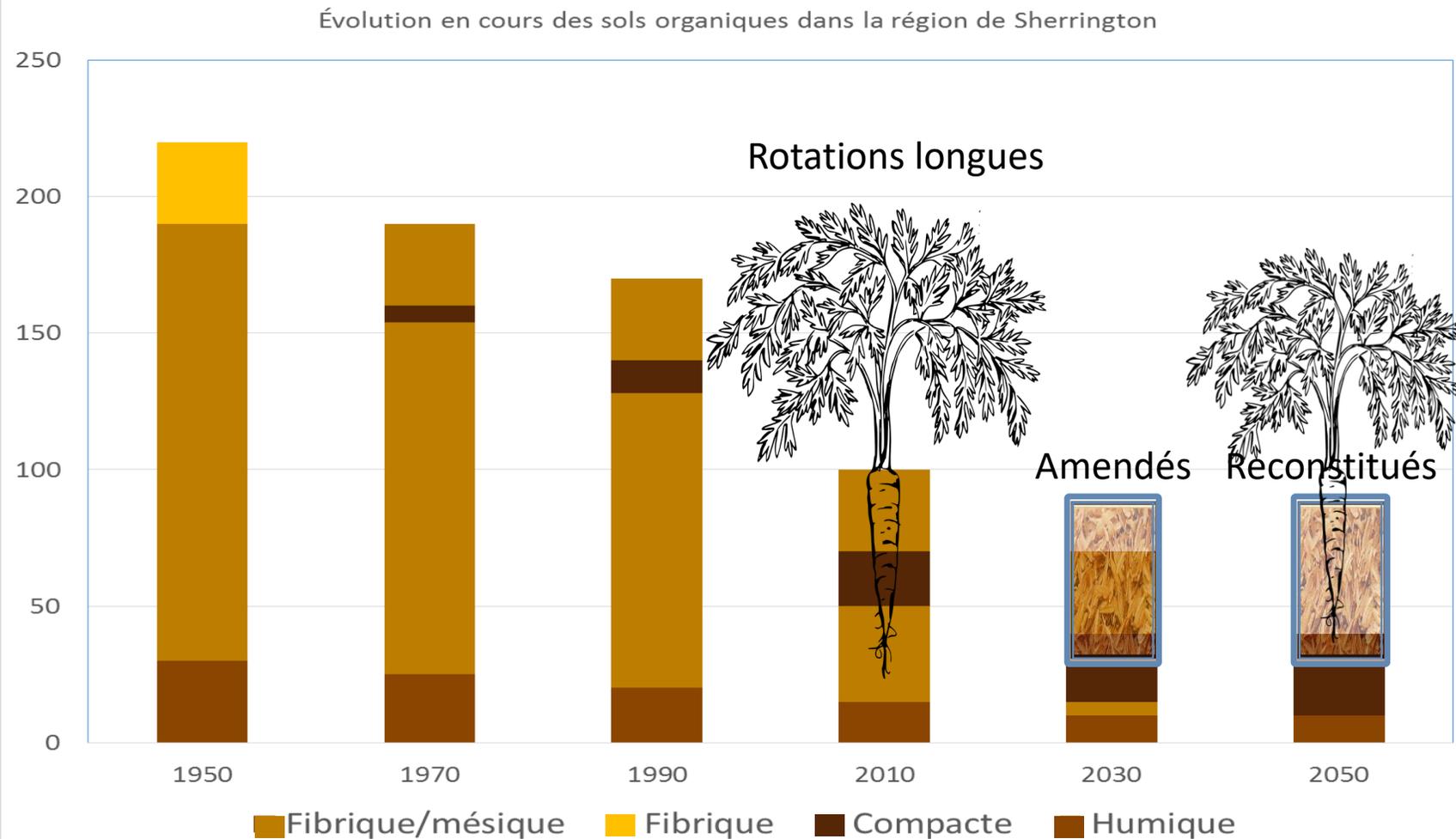
D'où l'importance de mettre en place une structure pour générer des recommandations et doter celles-ci des moyens pour rester opérationnelle



Prisme évalue l'offre d'un service
conseil

Prochaines étapes

Des rotations longues et des amendements





Avenues

- Recherches de Jacynthe Dessureault-Rompré sur la production de biomasse pour amendement en culture et sur l'immobilisation
- Reconstruire les sols avec $k_{at} > 0.001 \text{ cm s}^{-1}$ et diffusivité relative de 0.03 pour ramener éventuellement un meilleur drainage mais aussi restaurer les contrôles de nappe. Les Britanniques déclaraient avoir fait passer la perte de sols de 2 cm avec 5 mm depuis cette restauration.
- Tester des rabats-poussières



Bon débarras 2020 (vin
vin)!



On n'a pas lâché! Tout le monde est resté à bord!

11,2 millions dont 7 M\$ de leur poche + 6 M\$ antérieurs

Remerciements



«Le vent passait parfois une main alanguie
Sur cette pièce de terre autrefois plantée d'orge
Et qui laissée en jachère depuis plus de vingt ans
Avait tenu journal et gardé mémoire du semeur»

-Gilles Vigneault, 2017