



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Azote à taux variable: plus de rendement avec moins d'engrais

Nicolas Tremblay et Aubert Michaud



Qu'ont ces champs
en commun?



Trop de N!



Atteindre « N_{opt} » serait un progrès énorme

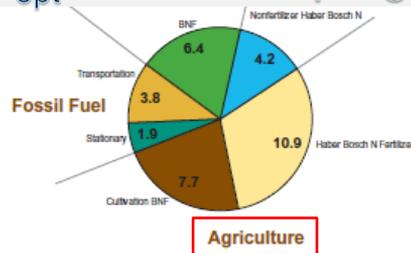


Figure ES-2: Sources of reactive nitrogen (N) introduced into the United States in 2002 (Tg N/yr).

Reactive Nitrogen in the United States: An Analysis of Inputs, Flows, Consequences, and Management Options

A REPORT OF THE EPA SCIENCE ADVISORY BOARD



Taux variable?

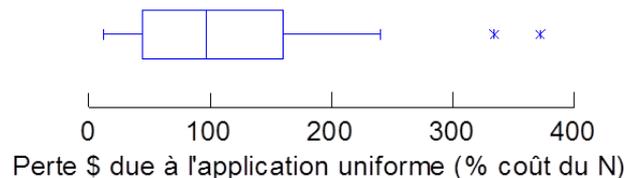
- Intérêts
 - Environnemental, économique
 - Potentiel vs réalisé
- Outils
 - Variabilité et règles liée aux besoins de N
 - Sols, végétation, saison
- Où en sommes-nous?

ZG_{azote} et TV_{azote}

- Potentiel pour ZG = potentiel pour TV (transitions entre zones)
- Blé d'automne, maïs ...
- La variabilité peut-elle être quantifiée et offre-t-elle une occasion de mieux gérer?
 - Chaux: cas facile
 - Azote: cas difficile

A-t-on les moyens de **ne pas** viser le taux variable de N?

- Exemple Australien sur 5 ans
- champs de 22 à 130 ha
- blé d'hiver, orge, canola



Whelan et al 2012

Blé d'automne aux Pays-Bas

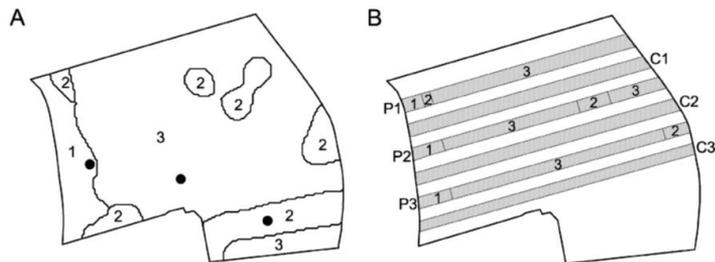


Figure 1. Experimental field. (a) management units (1–3) with representative soil profiles (●); (b) trial strips (P1–P3) and reference strips (R1–R3).



- ↓ 23% N
- ↑ 3% rendement
- ↑ 4% poids/hectolitre

Van Alphen et Stoornvogel 2000

Projet ReZoTage



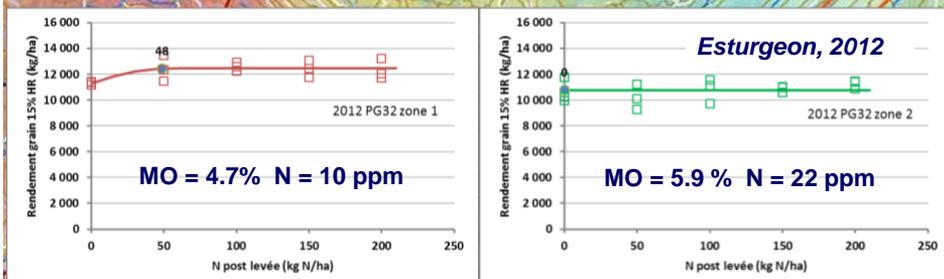
- Total 29 champs (2012 + 2013) avec 50 kg N ha⁻¹ dans démarreur
- Pour 55%, N optimal au fractionnement < 150 kg N ha⁻¹
 - N optimal moyen au fractionnement = 84 kg N ha⁻¹
 - Pour 81% le N par zone serait justifié



irda

Projet ReZoTage

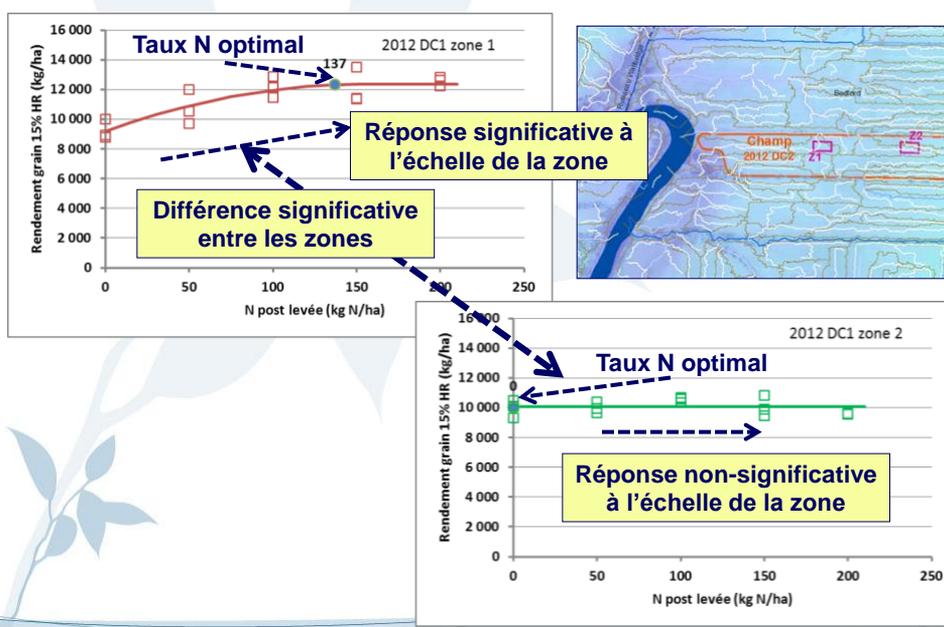
Absence de réponse significative à l'azote: 26/59 parcelles



En lien avec la fourniture d'azote du sol (9/26 parcelles):

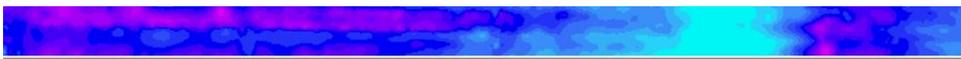
- Taux élevé de matière organique
- Apport automnal d'engrais de ferme
- Arrières effets d'engrais de ferme

Projet ReZoTage

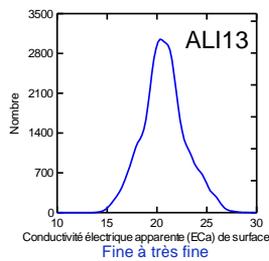
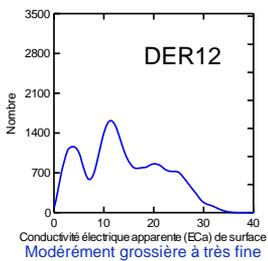
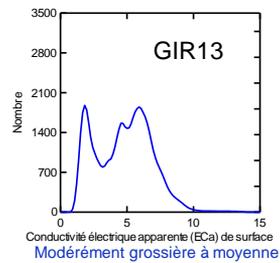
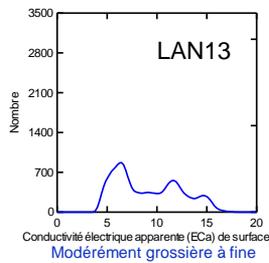
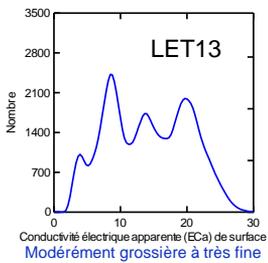


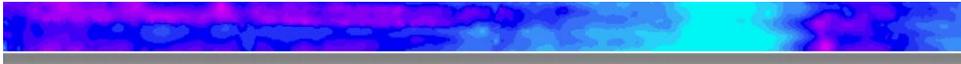


Comment concrétiser les bénéfices potentiels?

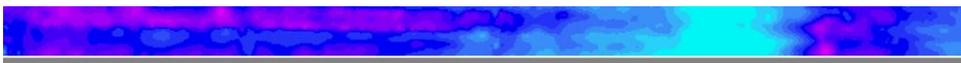
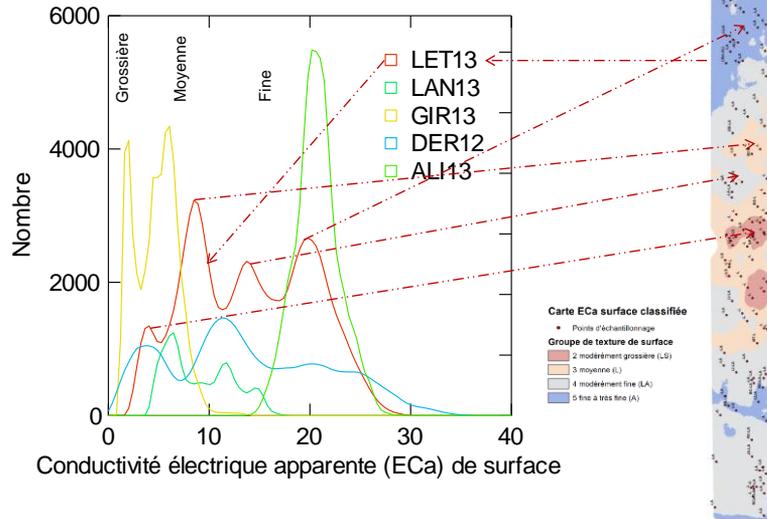


Variations de sols (textures)

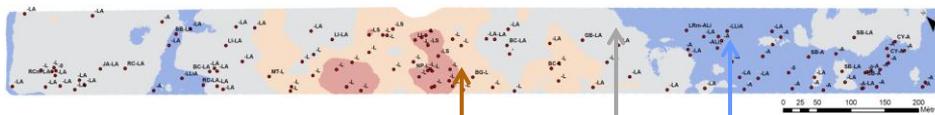




Variabilité intra et entre champs



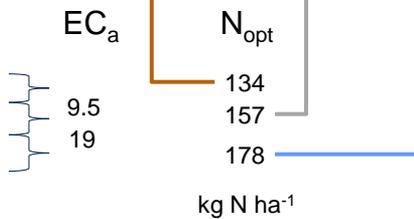
N_{opt} varie selon les sols



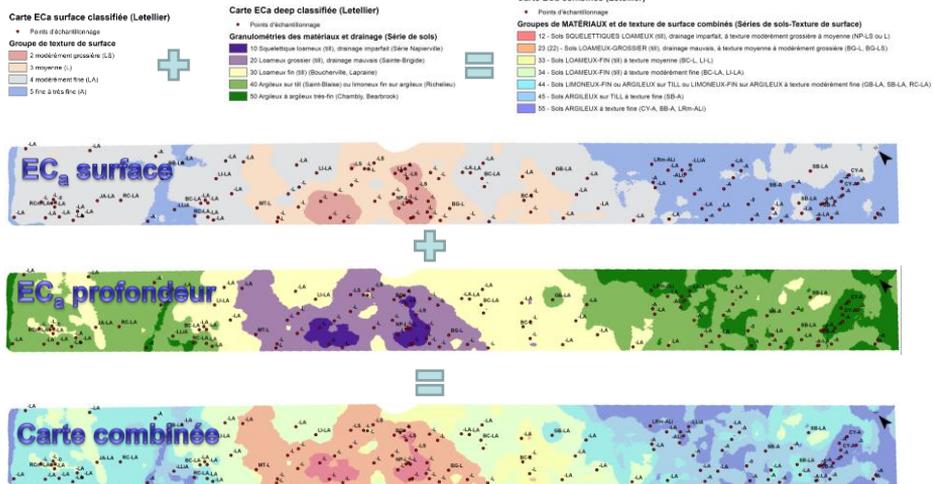
Champ LET13

Carte ECa surface classifiée

- Points d'échantillonnage
- Groupe de texture de surface
 - 2 modérément grossière (LS)
 - 3 moyenne (L)
 - 4 modérément fine (LA)
 - 5 fine à très fine (A)



Sols: surface + profondeur



Recherche en cours...

0 20 40 80 120 160 Mètres

Mesures sur la végétation?



Blé d'automne Australie

Site	Grain yield (t/ha)		Grain yield difference (kg/ha, %) between variable and uniform rate	ANOVA P-value
	Uniform rate	Variable rate		
1	4.35	4.51	+160 (+3.7%)	0.498
2	3.06	3.07	+10 (+0.3%)	0.947
3	3.27	3.21	-60 (-1.8%)	0.936
4	5.68	5.83	+150 (+2.6%)	0.482
5	5.67	5.73	+60 (+1.1%)	0.695
6	4.81	4.79	-20 (-0.4%)	0.926
7	5.10	5.17	+70 (+1.4%)	0.181
8	5.36	5.37	+10 (+0.1%)	0.955
9	2.53	2.56	+30 (+1.2%)	0.902
10	2.62	2.61	-10 (-0.3%)	0.970
Mean response			+40 (+0.8%)	

10 sites sur 2 années
Comparaison de même quantité N, mais redistribuée



Mayfield et Tregrove 2009

Site	% grain protein		Difference (absolute & %) between variable rate and uniform rate of N
	Uniform rate	Variable rate	
3	13.4	13.7	+0.4 (+3.0%)
4	9.0	9.4	+0.4 (+4.4%)
8	10.3	11.3	+1.0 (+9.7%)
9	9.5	9.8	+0.3 (+3.1%)
Mean	10.5	11.0	+0.5 (+5.1%)

Guelph, Ontario



Evaluation of Canopy Reflectance Technology Using a Delta Yield Approach

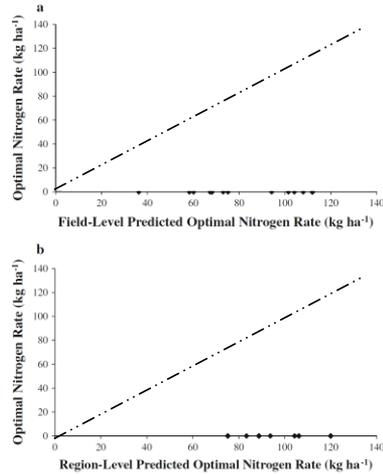
Adam Pfeffer, Greg Stewart, Ken Janovicek, and William Deen*



ABSTRACT

Canopy reflectance measurements have been proposed as a method to variably apply N to corn (*Zea mays* L.). This study was conducted to determine if normalized difference vegetation index (NDVI) is correlated with corn N response spatially across a field. Whereas most studies use fertilizer N strips to impose N response variation, the current study assesses ability of NDVI to predict N response against naturally occurring soil N levels. The experiment was conducted on commercial corn fields in southern Ontario, Canada in 2006 and 2007. A GreenSeeker System (NTech Industries, Inc., Ukiah, CA) was used to measure NDVI at the 6 to 7, 8, 10, and 11 to 12 leaf stages on 9 by 4.5 m subplots of two treatments receiving 0 and 30 kg N ha⁻¹ starter, respectively. Delta yield estimates that spatially corresponded with NDVI subplot measurements were determined by bordering each subplot plot with a nonlimiting N rate subplot and a zero N rate subplot and measuring differences in yield. Corn response to N fertilizer, as measured by delta yield, was highly variable spatially across each field in both years. Delta yield values ranged between 100 and 7200 kg grain ha⁻¹ in 2006, and -2300 and 5000 kg grain ha⁻¹ in 2007. Similarly NDVI varied spatially with coefficient of variations ranging from 6 to 16% depending on leaf stage and year. Correlations between NDVI measurements and delta yield were not significant at any leaf stage. The relationship between N response and NDVI may be determined by factors other than N or by N mineralization occurring beyond the 11 to 12 leaf stage.

Blé d'automne, Oklahoma



Peut-on extrapoler les recommandations de N_{opt} du Greenseeker à d'autres champs dans une même région?

Fig. 5 **a** Perfect information optimal nitrogen rate versus field-level prediction for all site-years and **b** perfect information optimal nitrogen rate versus region-level prediction for all site-years

Roberts et al. 2013



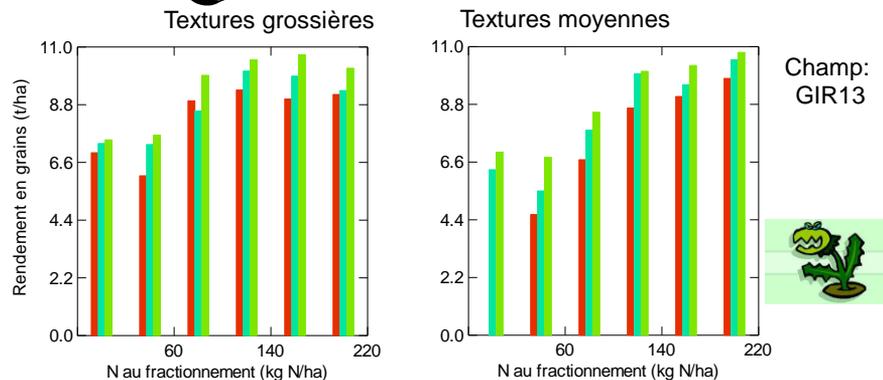
La dose optimale de N change-t-elle selon que les plants sont...

■ Petits
■ Moyens
■ Grands



Dose optimale (kg N ha⁻¹)
■ 133 ■ 183
■ 133 ■ 165
■ 133 ■ 169

Réponse: la dose optimale de N peut varier selon la végétation mais cela dépend des textures de sol (confirmé par Roberts et al. 2012)

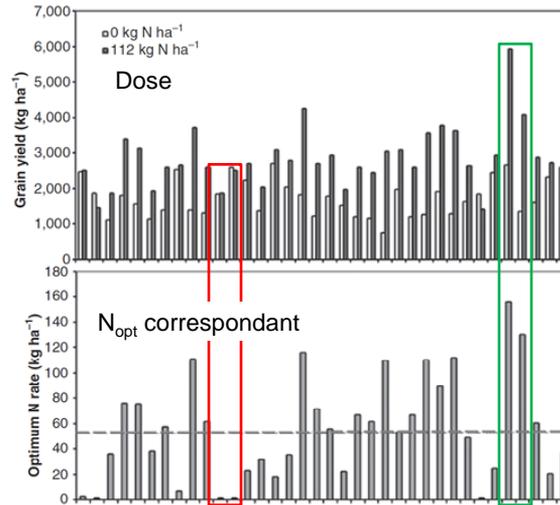


Révision

- Potentiel du taux variable est considérable
- Les propriétés des sols (...complexes) déterminent N_{opt} au moins en partie, mais les gains réalisés en pratique sont en deçà des attentes
- Les mesures faites sur la végétation ne livrent pas la marchandise à elles seules
- **Quel est LE facteur qui empêche de bien prédire N_{opt} (en général) et de concrétiser les bénéfices du taux variable?**



Effet de la dose vs N_{opt}



Raun et al. 2009

Campus Macdonald

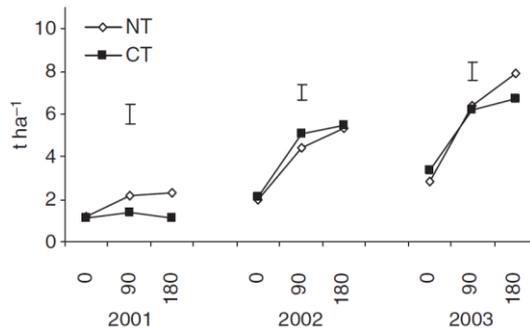


Fig. 5 Corn yield (a) and stalks biomass (b) under two tillage systems at three levels of nitrogen fertilization, in three growing season. NT – no-till, CT – conventional tillage, ON – control without nitrogen, 90N – 90 kg N ha⁻¹, 180N – 180 kg N ha⁻¹. Each point represents the mean of four plots. Bars given for each year represent least significant difference values for comparison among individual means.

Quel est le facteur le plus déterminant de l'effet de la dose?

- Le type de labour?
- La saison?

Si on pratiquait le taux variable, est-ce que la **carte d'application** devrait être la même d'une année à l'autre?

Almaraz et al. 2009

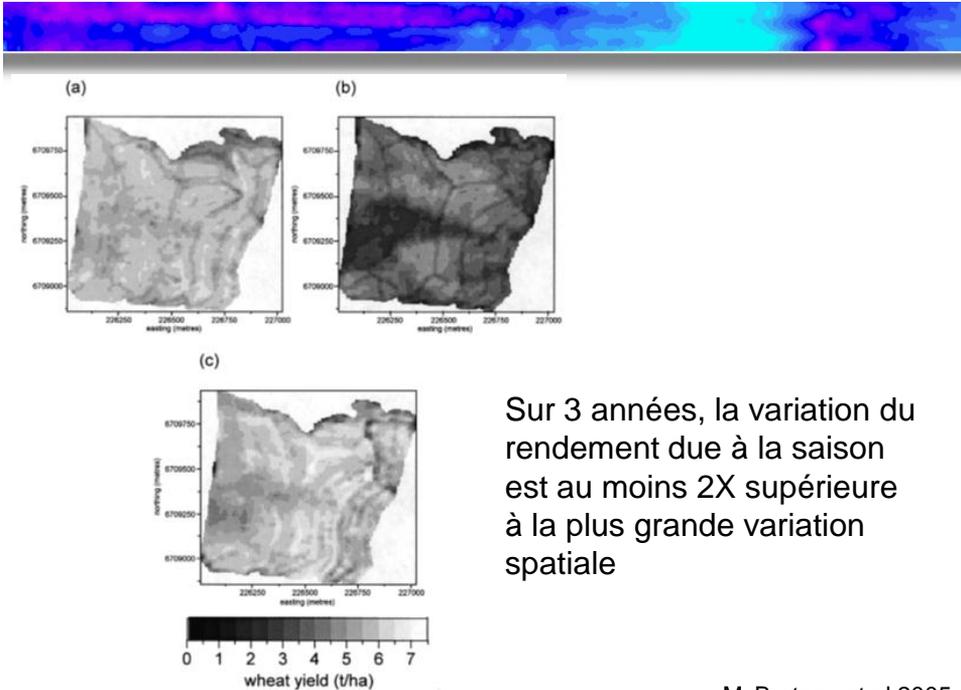
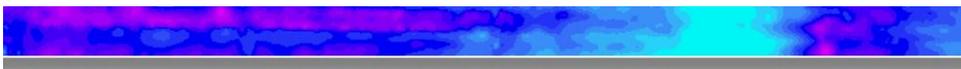
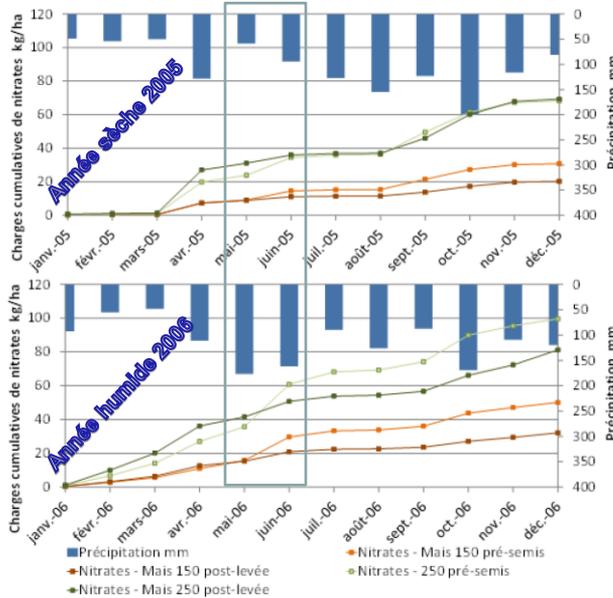


Figure 2. Wheat yield maps for Field 5 (a) season 1996, (b) season 1997, (c) season 1998.

McBratney et al 2005



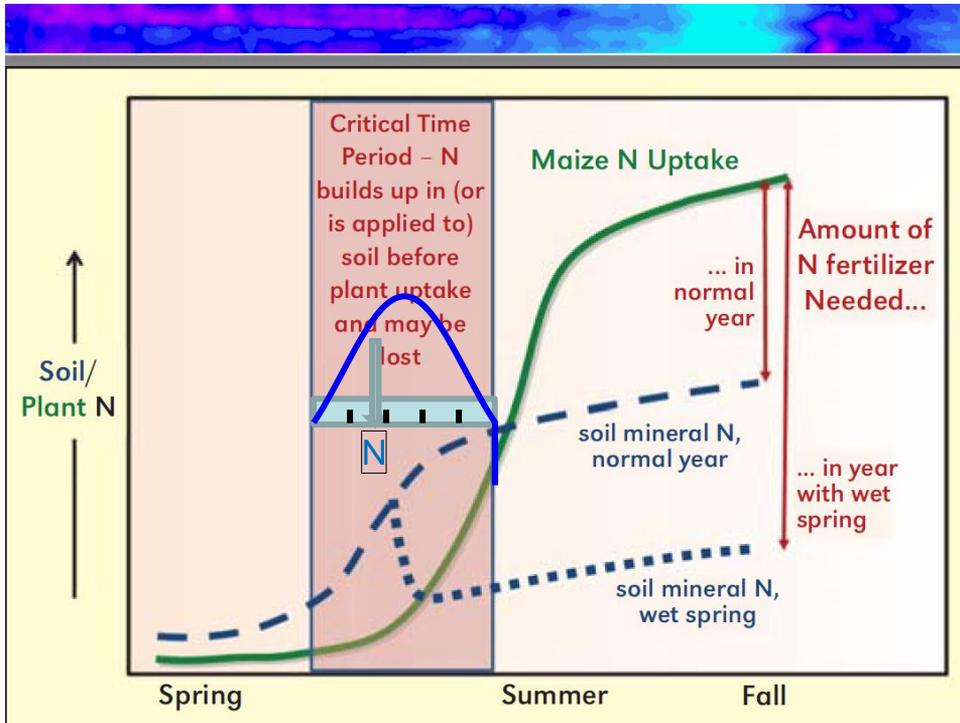
ReZoTage



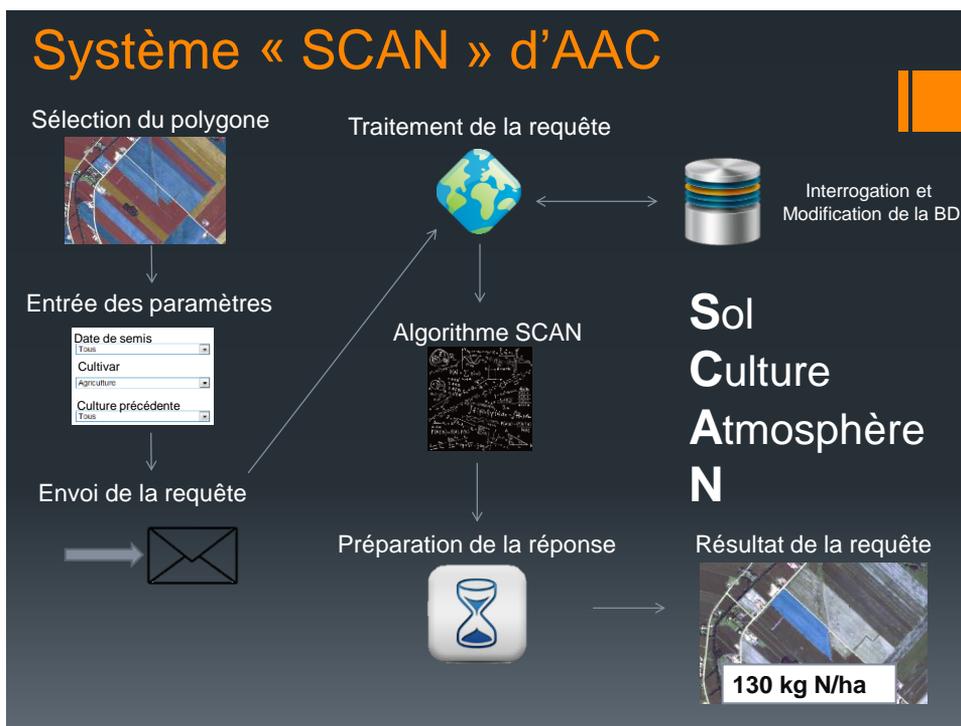
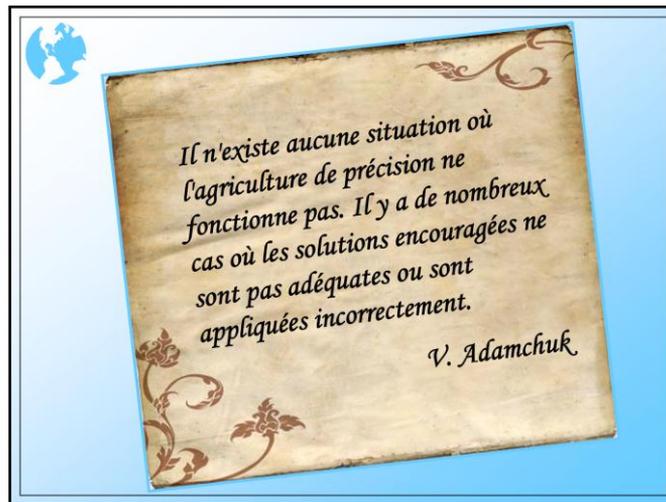
Selon Beaudoin et al. 2005 en France

Lessivage N: sources de variation

- Type de sol: 3X
- Culture présente: 4X
- Saison: 5X



Il n'y a pas de solution simple à un problème complexe



Éléments de SCAN

Sols

Saison

Gestion
du risque

Un travail d'équipe

effigis
Yacine Bouroubi, post-doc

Nicolas Tremblay, Agr., Ph.D.
chercheur

Lucie Grenon
Agropédologie

Jean-Philippe Vignola
Stagiaire COOP

Université de Montréal
Julie Surprenant
candidate M.Sc.

Edith Fallon
Instrumentation

Philippe Vigneault
géomatique

Carl Bélec
Agronomie et coordination

Marcel Tétreault
Champ et labo

Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

ReZoTage

Partenaires de réalisation:

- Benoît Laferrière et l'équipe du Club agroenvironnemental Lavallière
- Valérie Bouthillier-Grenier et l'équipe du Dura-Club
- Geneviève Roy et l'équipe du Club Agro-Moisson Lac Saint-Louis
- Isabelle Perron et Lucie Grenon, équipe de AAC
- Agriculteurs participants

Partenaire de financement:



Questions?



Nicolas.Tremblay@agr.gc.ca

