



Variabilité saisonnière du pHeau des sols cultivés

H. LAGRANGE ⁽¹⁾,

M. VALE⁽²⁾, B. SOENEN⁽¹⁾, S. KALT⁽²⁾, S. MARX⁽³⁾, J. SOURISSEAU⁽⁴⁾, A. BOUTHIER⁽¹⁾

(1)ARVALIS – Institut du végétal; (2)AUREA AGROSCIENCES; (3)Ministère agriculture, Luxembourg; (4)GRCETA SFA



Variabilité saisonnière du pHeau des sols cultivés

Mieux connaître les causes de la variabilité du pHeau
pour mieux interpréter les analyses de terre



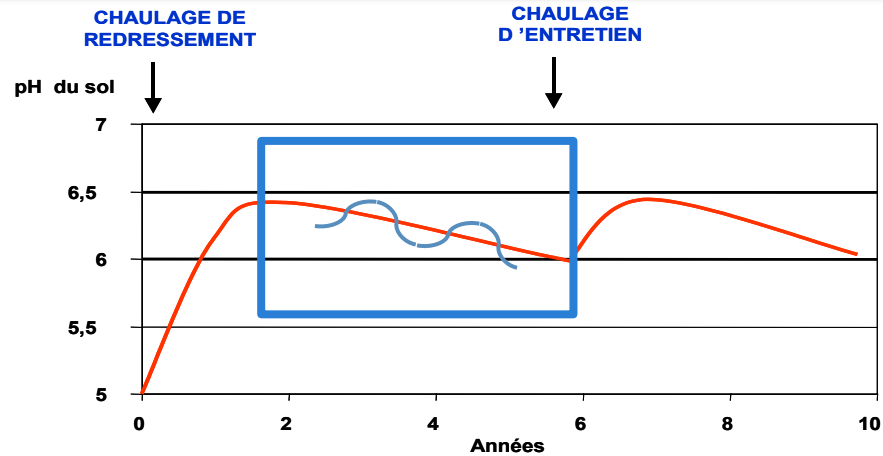
Le raisonnement du SAB* approché par 3 indicateurs

	Les +	Les -
pH eau	Le mieux référencé; Mesure simple, peu onéreuse	Variation saisonnière
Taux de saturation de la CECm	Corrélié au pHeau Moins de variation saisonnière	Relation avec pHeau dépend du type de sol Non adapté pour faible CEC Sol à forte %MO Cumul d'incertitudes (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , CECm)
Aluminium éch		Complète le diagnostic pour les sols très acides et sableux

* Statut Acido Basique



Une acidification naturelle inter annuelle



Brochure chaulage, COMIFER, 2009-2010

Effet inter-annuel

- > indissociable du fonctionnement sol-plante
- > Les cycles du carbone et de l'N jouent un rôle majeur

Effet intra-annuel est identifié:

- Variations entre 0.2 et 1pt
- Variations plus grandes quand pouvoir tampon faible

Activité biologique

Respiration des microorganismes ; transformation N

Pratiques agricoles

- Les apports d'N
- Présence ou absence de couverts l'hiver
- Gestion des pailles
- Légumineuses
- Apports de PRO

Climat

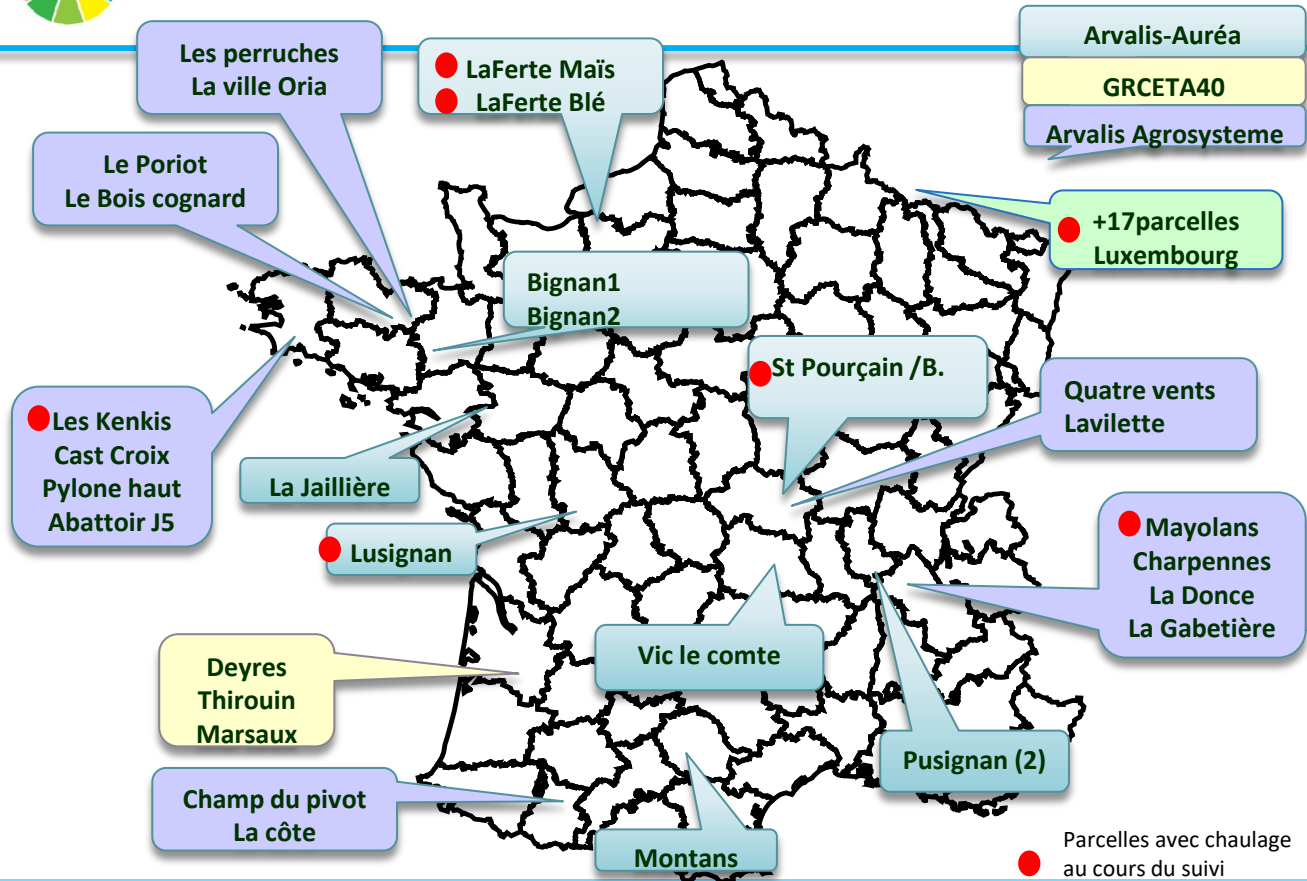


Démarche de l'étude

- Quel niveau de variabilité dans le nouveau réseau d'étude?
- Peut-on trouver un indicateur du SAB moins variable que le pHeau?
- Identification des variables explicatives de la variation du pHeau sur l'année
- La mise en œuvre des calculs avec CHN permet-elle d'apporter plus d'explication?



Le réseau de suivi



2005-2006
16 parcelles
De juillet à juillet
13 à 14 mesures

Sablo-lim = 7
Lim = 6
Lim-sabl = 4

2017-2018
3 parcelles
De Juin à Sept
13 à 14 mesures

Sableuses = 3

2017-2019
11 parcelles
Date dbt variable
11 à 20 mesures

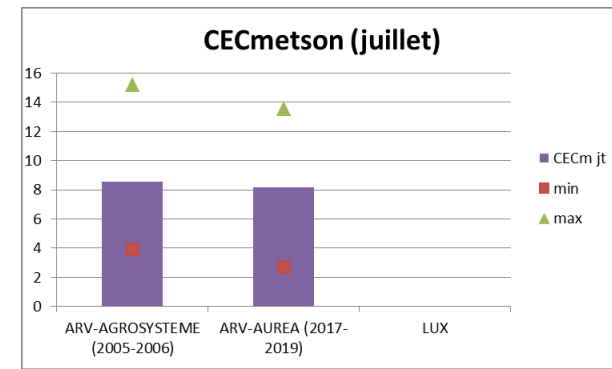
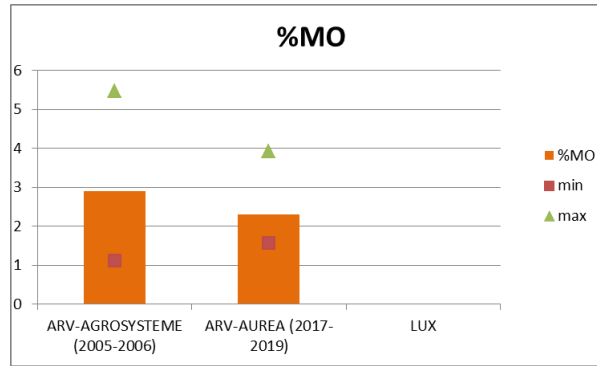
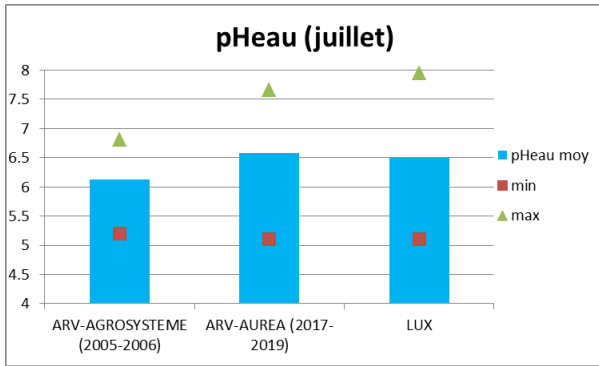
Sablo-lim = 4
Lim = 7
Argileux = 4

2016-2019
17 parcelles
De Nov à Juin
27 à 31 mesures

Argileux = 4
Argilo-sabl = 9
Sablo-lim = 4



Le réseau de suivi



$CEC_{Metson} < 7,0 \text{ cmol}^+ / \text{kg}$

$7 \text{ cmol}^+ / \text{kg} \leq CEC_{Metson} \leq 20 \text{ cmol}^+ / \text{kg}$

$CEC_{Metson} > 20 \text{ cmol}^+ / \text{kg}$

Dans la Brochure Chaulage (COMIFER, 2009):

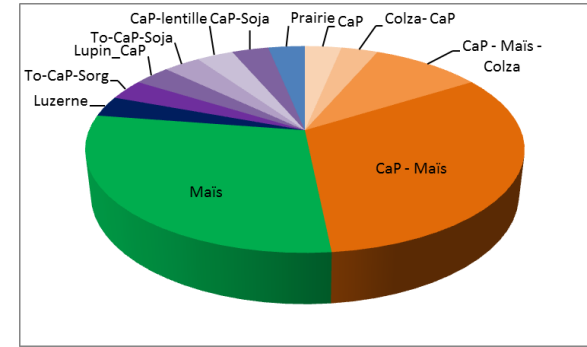
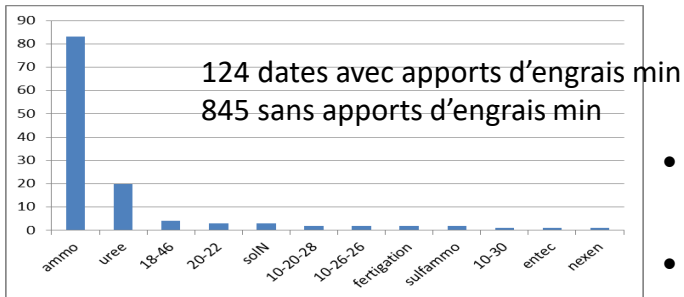
Niveau de variation du pHeau dépendant de la CECm



Le réseau de suivi

récolte des données pratiques culturelles et climatiques

- Cultures sur la période du suivi:
 - ✓ Majoritairement maïs et/ou céréales à paille
- 13 parcelles/30 ont reçu des PRO pendant le suivi
- Type d'engrais minéraux apportés



- Gestion des pailles trop peu renseignée pour être prise en compte
- Toutes les parcelles labourées sauf une

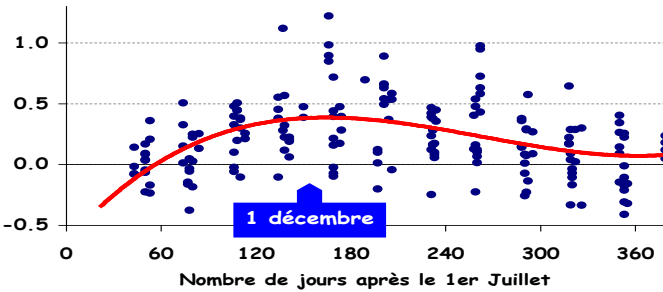
METEO	Températures
	Pluies
	irrigation (mm)
	pluie + irrigation
	ETP
	P-ETP

Cumuls calculés entre chaque dates de prélèvements



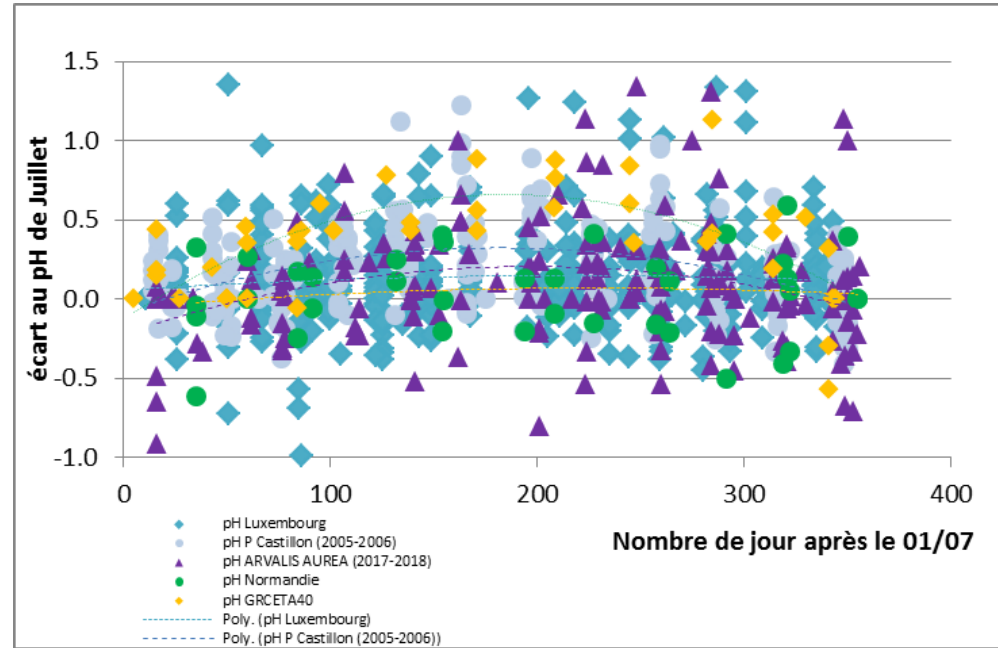
Evolution du pH eau au cours de l'année

écart au pH
initial



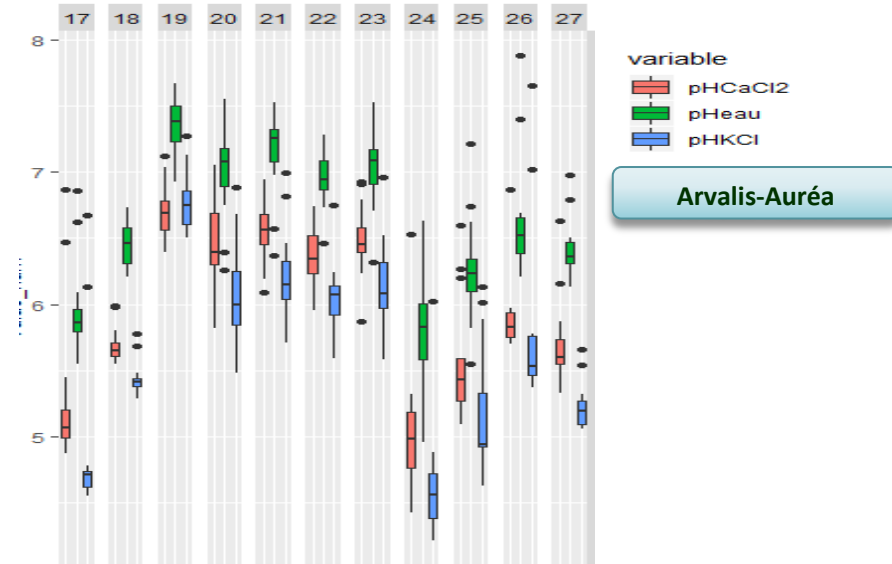
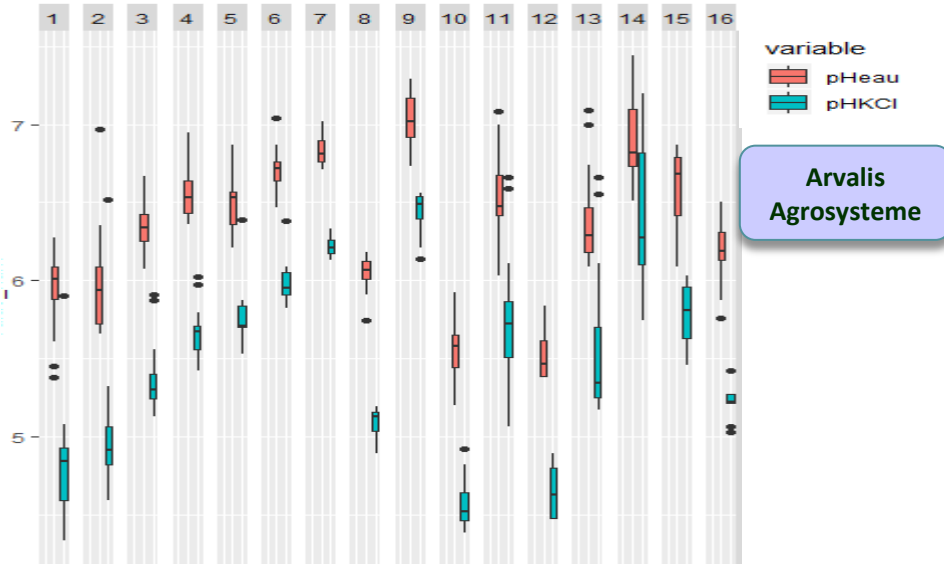
Résultats antérieurs confirmés:

- Variabilité sur l'année,
- Max environ 170-200 jours après 1^{er} Jt = Fin décembre - début Janvier
- Ecart de pHeau par rapport à Juillet de 0.31 à 1.57
- En moyenne: 0.76





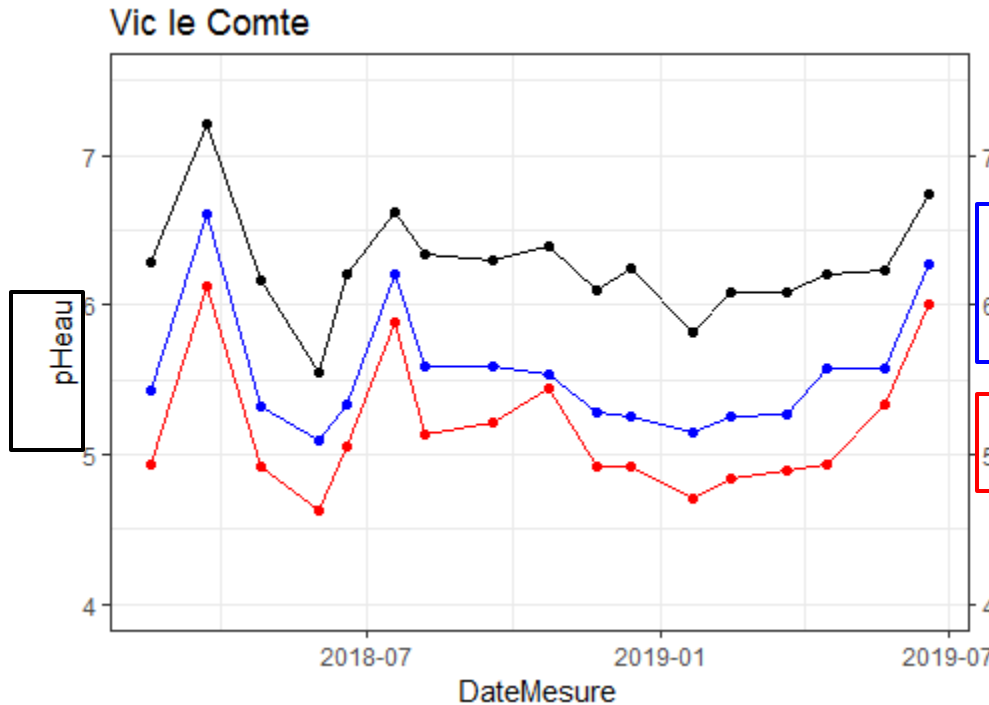
Les autres indicateurs du SAB sont-ils plus stables que le pHeau?



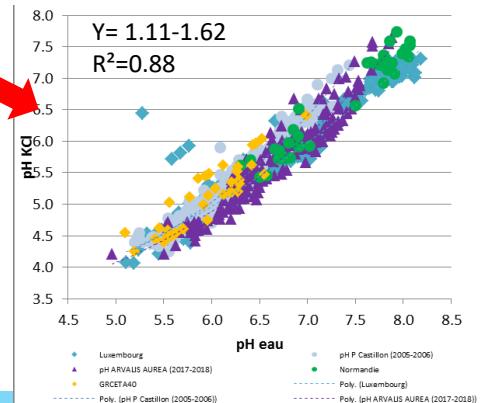
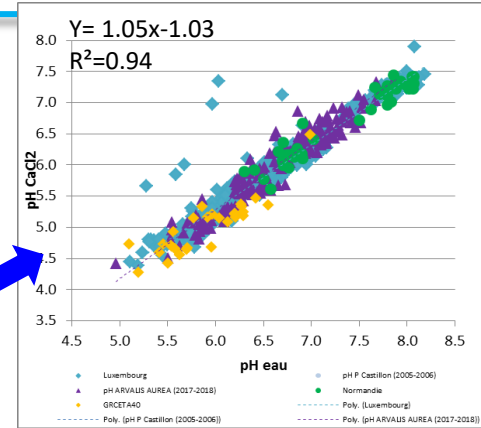


Les autres indicateurs du SAB sont-ils plus stables que le pHeau?

Dept 63
Argilo-calcaire
superficiel sur
calcaire marneux
CECm 11.8
pHeau jt 6.62



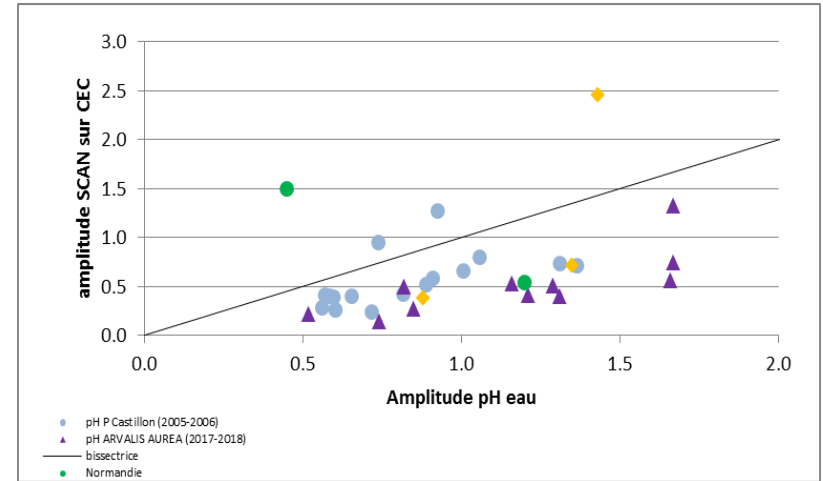
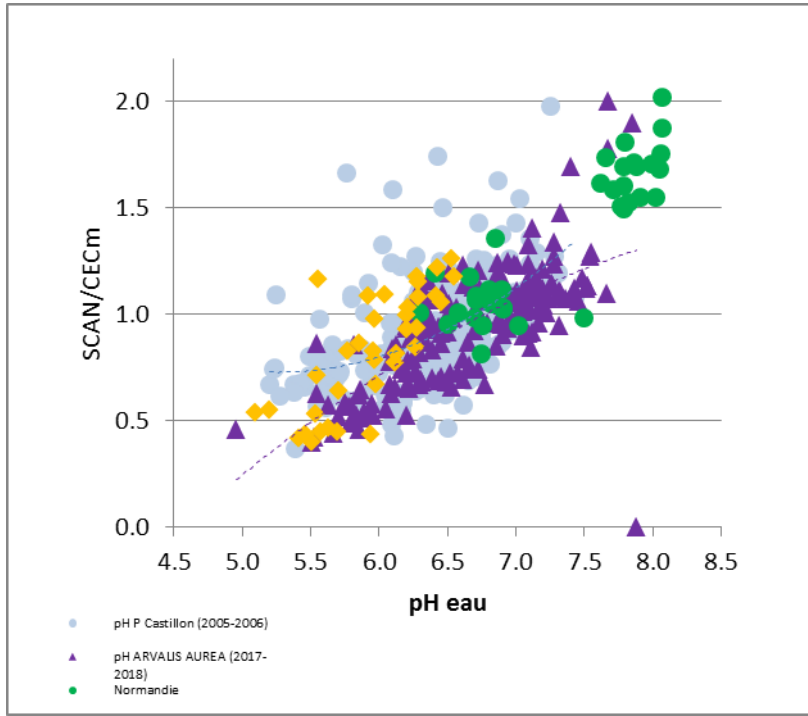
pH_{CaCl2} et pH_{KCl}



=> Variations très liées et simultanées



Taux de saturation de la CEC metson



SCAN/CEC varie moins que pH eau
SCAN/CEC moyennement corrélé au pH eau:
dispersion locale (effet type de sol)
Interprétation locale et non générique



Les autres indicateurs du SAB sont-ils plus stables que le pHeau?

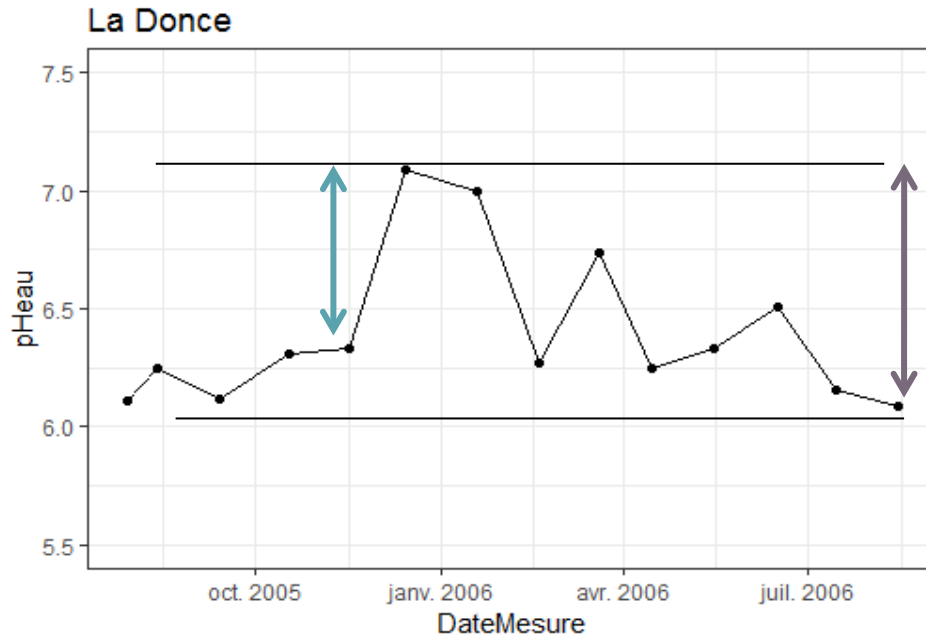
- pHKCl et pHCaCl₂
 - Même variabilité saisonnière que le pHeau
 - Amplitude équivalente par essai
 - Evolution dans le même sens
- Taux de Saturation/ CEC metson:
 - Semble moins variable que pHeau mais difficile à interpréter (interprétation locale non généralisable)



Caractériser la variabilité du pHeau

Δ pHeau
entre 2
mesures

Échelle
mensuelle



Échelle essai

Amplitude
de variation

durées de suivis
variables

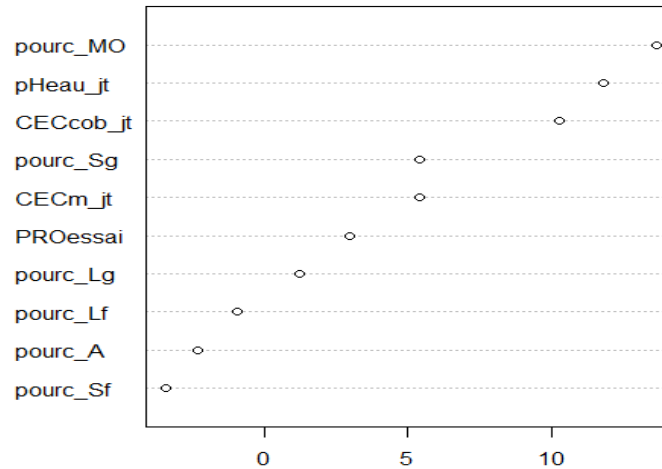
Cumul des écarts de pHeau
entre 2 mesures
nb jours de suivi

Quelles variables explicatives de la variabilité du pHeau?



Échelle essai

Cumul des écarts de pHeau entre 2 mesures nb jours de suivi



Les variables explicatives des variations à l'échelle de l'essai:

- %MO
- pHeau en Juillet
- CECeffective
- % Sables grossiers

↗ quand:

- %MO ↘
- pHeau jt ↘
- CEC eff ↘
- % Sg ↗



Échelle mensuelle Ecart de pHeau entre 2 mesures

Climat (entre 2 dates)

Pratiques culturales

Sol

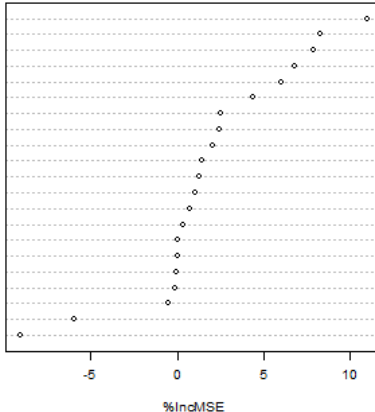
Cumul ETP
Somme t°C
P – ETP
Somme pluies + Irrigations

Qté N minéral apporté
Type engrais minéral
Ntot apporté (PRO + min)
Culture
Type PRO
PRO (oui/non)
PRO dans l'essai
Minéral (oui/non)

ΔNH_4^+
 ΔNO_3^-
 $\Delta \% \text{MO}$
 ΔCECeff
 $\% \text{Ltot}$
 ΔCECm
 $\% \text{Stot}$
 $\Delta \% \text{Hum}$
 $\% \text{A}$

Classement du plus explicatif au moins

sTemp_entre_D2_D1
PmETP_entre_D2_D1
ETP_entre_D2_D1
delta_NH4_ppm_H1_entre2mesures
Type_Culture
delta_NO3_ppm_H1_entre2mesures
Ntminapp_entre_D1_D2
Type_min
appPROdsEssai
Nitotapp_entre_D2_D1
appMimentre2dates
pourc_Ltot
pourc_Stot
delta_pourc_MO_entre_2dates
Type_PROentre2dates
delta_CECcoob_entre_2dates
delta_hum_entre_D2_D1
sPluiesir_entre_D2_D1
delta_CECm_entre_D2_D1
pourc_A
appPROentre2dates



- 1- Effet climat
- 2- Reliquats N et apports minéraux
- 3- Type de culture

Effets cycle N et activité biologique
Utilisation de la modélisation pour l'approcher plus en détails (flux N + JN)

Variabilité plus forte sur sol nu

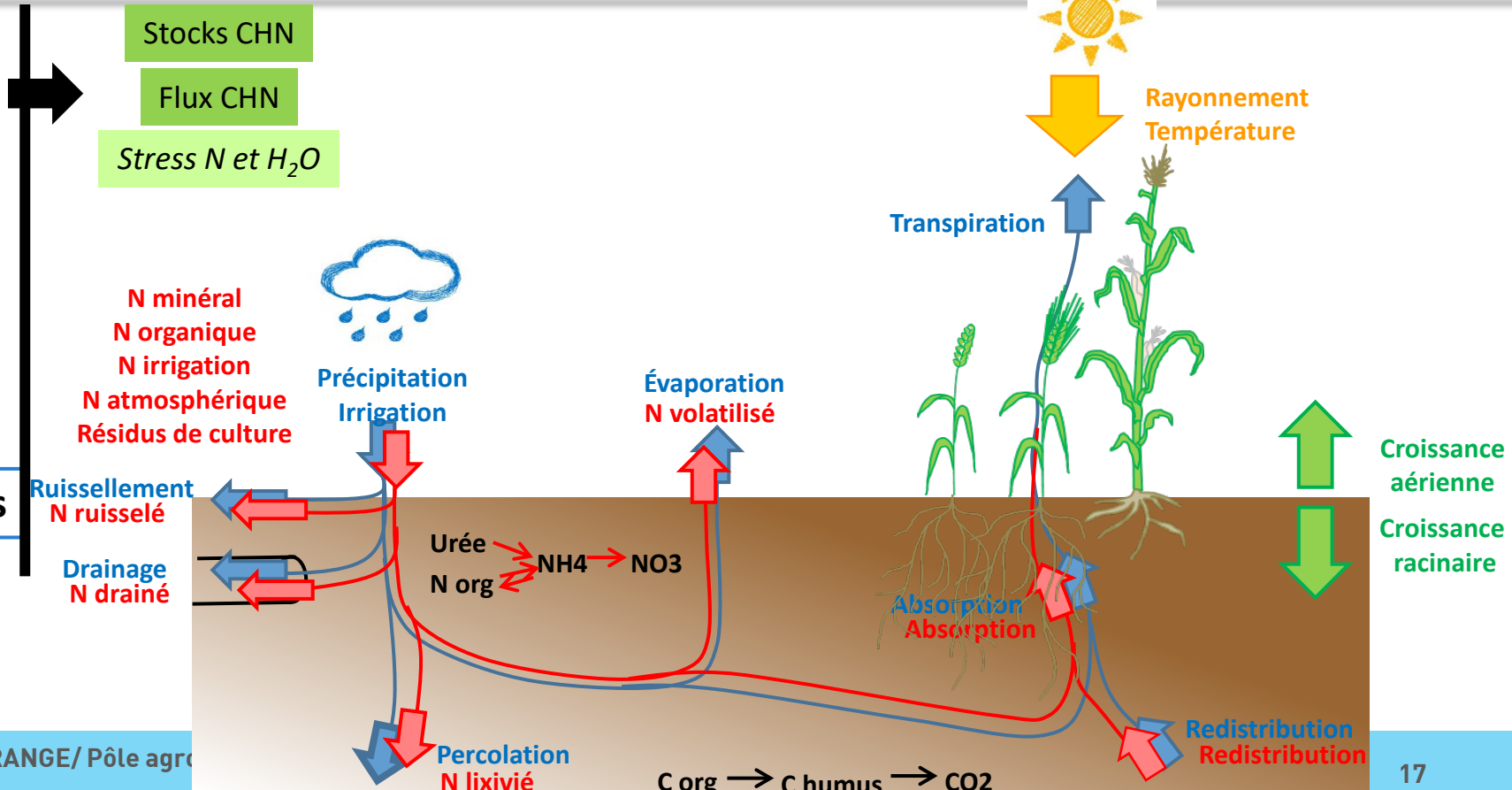
Modèle CHN
ARVALIS - Institut du végétal



Modèle CHN :

La mécanique du Carbone, de l'eau (H₂O) et de l'azote (Nitrogen)

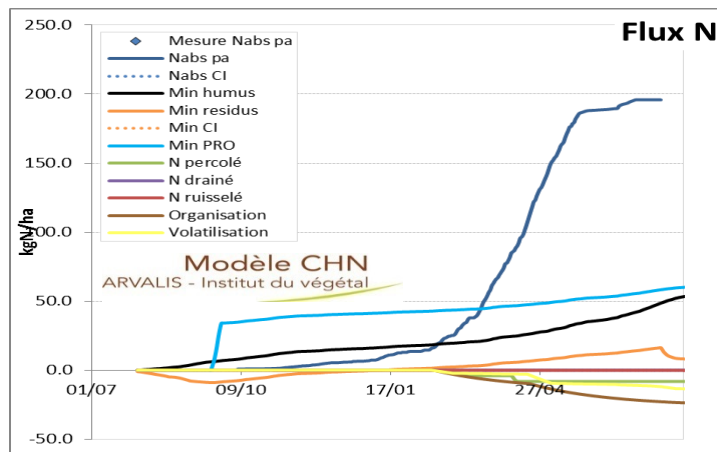
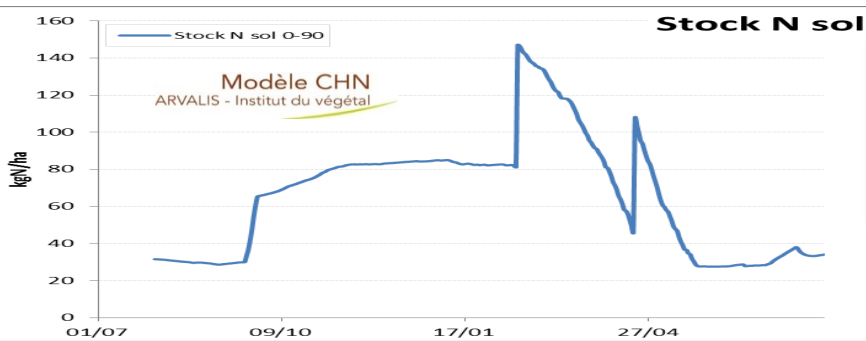
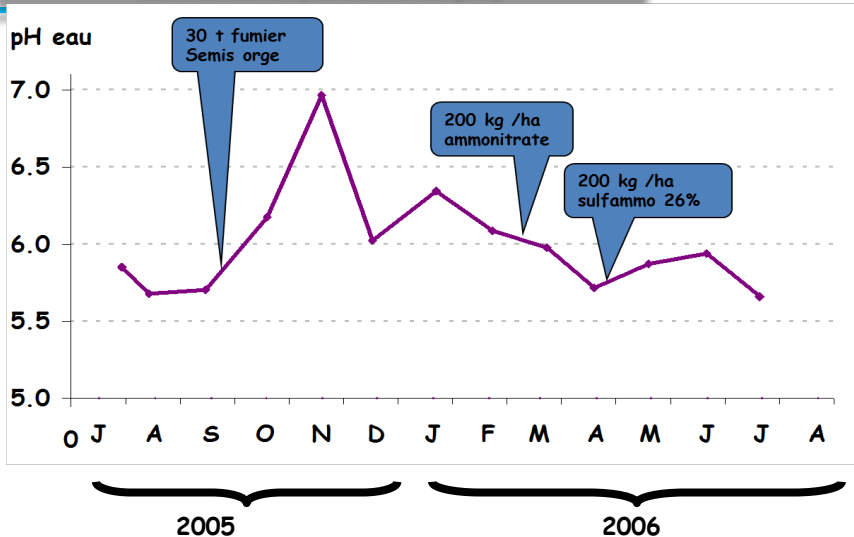
- météo
- Sols (analyse)
- engrais
- PRO
- ITK





Effets cycle N et climat approchés par modélisation

Ex: Parcelle Quatre vents (03)



Suivi des flux d'N dans sol, plante et eau

Suivi du stock d'N dans le sol en fonction des absorptions et apports

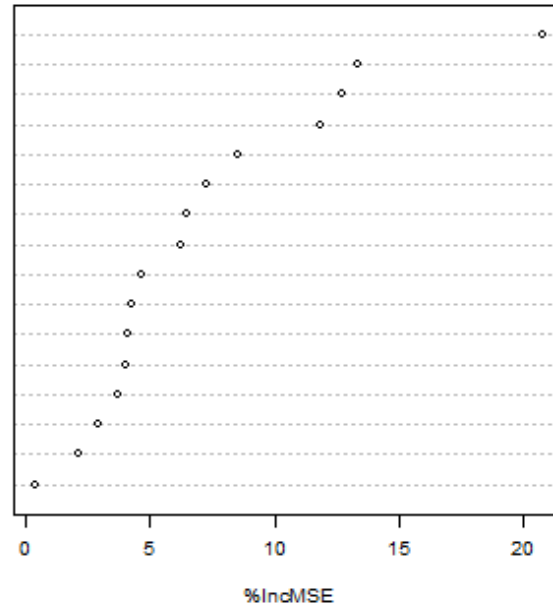
Calculs des Jours Normalisés

Entre chaque dates de mesures



Effets cycle N et climat approchés par modélisation

Nmin_entre_D2_D1_Ffev
Nlix_entre_D2_D1_Ffev
Nabs_entre_D2_D1_Ffev
Mh_entre_D2_D1_Ffev
delta_NO3_ppm_H1_entre2mesures
delta_NH4_ppm_H1_entre2mesures
pouc_A
sTemp_entre_D2_D1
Mh_sur_JN_entre_D2_D1_Ffev
Ntotapp_entre_D2_D1
nbJN_entre_D2_D1_Ffev
ETP_entre_D2_D1
pouc_Stot
PmETP_entre_D2_D1
Type_Culture
pouc_Ltot



Les flux d’N entre deux dates sont les facteurs les plus explicatifs de l’écart de pHeau entre 2 dates



Les facteurs expliquant les niveaux de variation de pHeau

- Du cumul des écarts/nb jours
 - Liées au sol => pouvoir tampon (CEC, %MO); pHeau initial et Sg(?)
- De l'écart entre 2 dates de mesures
 - Liés aux flux d'azote = climat*pratiques

Perspectives:

Quel pHeau de référence en fonction de la date de prélèvement?

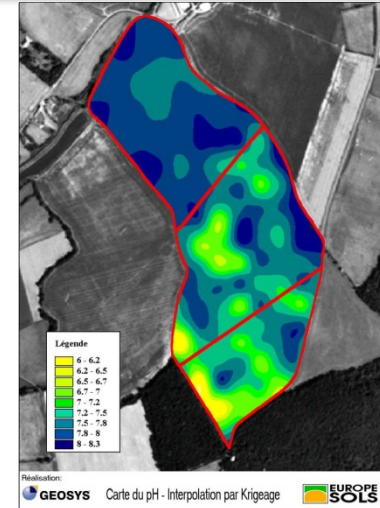
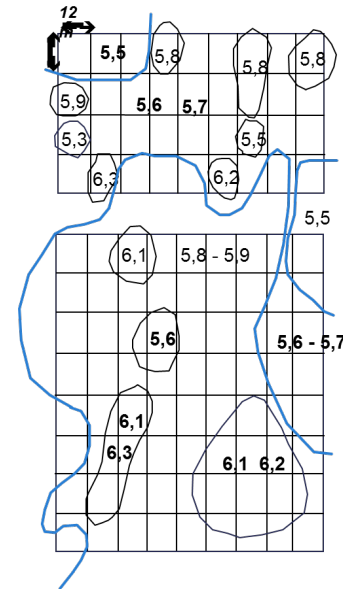
- A partir des variables explicatives identifiées, mettre en œuvre un modèle



Recommandations pour des mesures de pHeau

L'indicateur pHeau ne peut pas être remplacé par un autre indicateur plus stable dans le temps

- Echantillonner une parcelle toujours à la même période, si possible dans le même culture dans la rotation
- Eviter de prélever juste après des facteurs de variations (apport d'N, événement climatique marquant, reprise de l'activité biologique ↔ pic de minéralisation)
- Ne pas oublier la variabilité intra-parcellaire: au même endroit



Brochure Chaulage,
COMIFER, 2009-2010