

Les analyses de sol

*Premiers aperçus des résultats dans les suivis d'exploitations du GAL
Nov'Ardenne*

**Libin, le 14 février 2020
Aude Bernes et Sébastien Crémer**



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

Avec le soutien de
la



Wallonie



Fonds européen agricole pour le développement rural :
l'Europe investit dans les zones rurales.

Le Centre de Michamps

Centre de recherche en agriculture et environnement



Structure soutenue par l'UCL, la Province de Luxembourg et la Wallonie ;

- Laboratoire d'analyses de sols, de fourrages, d'engrais de ferme, d'eaux et de denrées alimentaires ;
- Conseils pour l'élaboration des plans de fertilisation, des rations alimentaires, de la gestion des prairies et des cultures ;
- Services aux agriculteurs, notamment via le dépôt de colostrum, mise à disposition de sondes à terre, détermination des maladies des cultures ... ;

Expérimentation en prairies, cultures et vergers.

Plan de l'exposé

Analyse et interprétation d'un bulletin de sol, exemples concrets

Aude Bernes

- Principes d'échantillonnage en agriculture ;
- Les analyses de sols ;
 - Utilité des analyses ;
 - Le parcours d'une analyse de sol ;
 - Interprétation des résultats ;
 - (Ré)orientation des pratiques en fonction des résultats.
 - Résultats des analyses des fermes du GAL.

Les indices de nutrition comme indicateurs de la fertilité des sols

Sébastien Crémer

- Principes des indices de nutrition en P et K ;
- Situation en Wallonie ;
- Résultats au sein des exploitations du GAL Nov'Ardenne ;
- Le soufre.

Les analyses de sols



D. Amerlynck

Les analyses de sols

A quoi servent-elles ?

Raisonner sa fertilisation.

L'agriculteur doit aussi pouvoir estimer la richesse de ses sols en éléments fertilisants.

L'analyse de sol, correctement réalisée et bien exploitée, est un outil qui permet de mieux valoriser l'argent consacré à la fertilisation et aux amendements. Elle permet aussi :

- ❧ D'arrêter les fertilisations excédentaires et leurs impacts négatifs ;
- ❧ D'éviter l'apparition de carences vraies ;
- ❧ De raisonner sa fertilisation et de réaliser des plans de fumure ;
- ❧ De suivre l'évolution de paramètres tels que le pH et le taux d'humus ;
- ❧ D'adopter un plan de chaulage ;
- ❧ (De valoriser au mieux les engrais de ferme).

Les analyses de sols

Avant l'échantillonnage

Réunir des indications précieuses avec l'agriculteur (historique, sol, lieu de stockage du fumier, différence de rendement, zones particulières...);

Définir une zone représentative de la parcelle (REQUACARTO);

Echantillon représentatif !

Attention à une erreur :

- ❌ Conséquences financières et agronomiques ;
- ❌ Perte de temps et d'argent.

Les analyses de sols

Réaliser son échantillon

Une zone homogène : si possible définie par REQUACARTO ;

Profondeur moyenne : 20 cm ou 15 cm pour les prairies permanentes ;

10 carottes par hectare avec un minimum de 20 carottes par échantillon ;

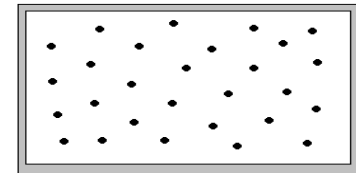
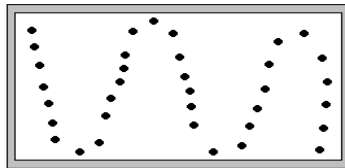
Arrondir la superficie à l'unité supérieure ;

- Pour 2,2ha : 30 carottes.

Echantillonner de manière aléatoire (en W successifs, en diagonale ou en serpentant) ;

Les prélèvements : tous les 15 à 30 pas selon la taille de la parcelle.

Exemples :



Les analyses de sols

Quand et où prélever ?

Toute l'année et tous les 3 à 4 ans ;

Attention :

- Attente de deux mois après un épandage d'engrais ou d'amendement ;
- Attente de 4 semaines après un pâturage ;
- En culture : après l'enlèvement de la récolte et avant tout amendement ;
- Eviter sur sol gelé, enneigé, gorgé d'eau ou trop sec ;
- Dans vos parcelles, toujours essayer de prélever à la même période de l'année pour un bon comparatif des analyses de sol ;
- Eviter les zones particulières :
 - Entrée de parcelle ;
 - Les bordures ;
 - Sous les arbres ;
 - Près des abreuvoirs ;
 - Contre une haie ;
 - ...

Les analyses de sols

En pratique

Avec une sonde :

- Elle peut être empruntée aux Comices ou au Centre de Michamps (caution 120 €).

Le conditionnement :

- L'échantillon doit être :
 - Homogénéisé ;
 - Débarrassé des gros débris (pierres, feuilles...) ;
 - Eviter des échantillons humides dans un sac plastique hermétiquement fermé ;

Au préalable, le faire sécher à l'air libre ;

Transmis le plus rapidement au Centre de Michamps.



Centre de Michamps



Centre de Michamps

Les analyses de sols

En pratique

Identification :

- Chaque échantillon doit avoir une référence permanente ;
 - Attention aux numéros PAC qui peuvent changer d'une année à l'autre.
 - Ex : Dupont M., Sur le Mont, côté bois.

Fiche de renseignement :

- A remplir ;
- Disponible au laboratoire d'analyse ou auprès des Comices ;
- Cela permet de dégager des résultats plus complets et, le conseil en sera meilleur en fumure ;
- Elle comprend :
 - La région agricole ;
 - La texture du sol ;
 - La superficie ;
 - Le précédent culturale.

Les analyses de sols

REQUACARTO

Objectif : après analyse, avoir un conseil raisonné et adapté à la réalité du sol ;

Zone(s) homogène(s) : définie (s) au départ de Requacarto et des informations collectées ;

Transmission des plans PAC ou en préparant la demande directement via Requacarto.

3 . ZONES DE PRELEVEMENTS AU SEIN DE LA PARCELLE :



Zone	GeoID	Occup. (%)	Texture	Drainage	Charge		Substrat		Divers	Centroïde		Aptitude***	Argile
					Nature	Abondance**	Nature	Prof.		X(m)	Y(m)		
A*	115ch39402qo-A	100,00	-	-	-	27,13%	-	-	-	-	-	-	-
B	115ch39402qo-B	79,59	/	Pauvre à très pauvre	Grès ou schiste gréseux	15 - 50%	/	> 40 cm	Alluvion ou colluvion	216163,83	69662,53	-	-
C	115ch39402qo-C	13,35	/	Excessif à imparfait	/	5 - 15%	/	> 40 cm	/	216061,1	69516,58	-	-

Le parcours d'une analyse de sol

1 - La réception

L'échantillon est identifié, numéroté et encodé dans la base de données avec les informations nécessaires. Ces informations concernent notamment la profondeur d'échantillonnage, le type de sol, l'occupation du sol, le précédent et la culture future.

ASBL Centre de Michamps
Horsens 1 - 0690 Horsens
Tel. 0032(0)61 21 08 20
Fax. 0032(0)61 21 08 40
michamps@skynet.be
041 590 403

Analyse de sol

FACTURE N°: 4588

PROPRIÉTAIRE

Nom/Prénom: Dupont D
Adresse: Rue des Sources 4
Code postal: 6602 Localité: Barchinnes
N° Tel/GSM: 0611 40 40 40
N° fax:
☐ N° TVA: NA ☐

DEMANDEUR N°:
Nom/Prénom: Dupont D
Adresse:
Code postal: Localité:
N° Tel/GSM:
N° fax: NA ☐

ECHANTILLONNEUR N°:
Nom/Prénom: Dupont D
N° Tel/GSM:
N° fax: NA ☐

URGENT (si oui, à entourer svp. Merci)

N° labo	Lieu-dit (a)	CP (b)	Superficie	Profondeur échantillon (c)	Texture (d)	Culture en place (e)	Culture future (f)
170888	Terre de jardin	6600	0,1	20	limon	Potager	Potager

ANALYSE(S) DEMANDÉE(S):
☐ MATIÈRE SÈCHE ☐
☑ COMPLETE ☑
☐ PARTIELLE (pH) ☐
☐ + OLIGOS ☑
☐ + MÉTAUX LOURDS ☐

DATE D'ENVOI (COMPLÉT[S]):
DATE D'ARRIVÉE: 10.05.17

N° DEMANDE: N° ECHANTILLON(S):

Remarque(s):

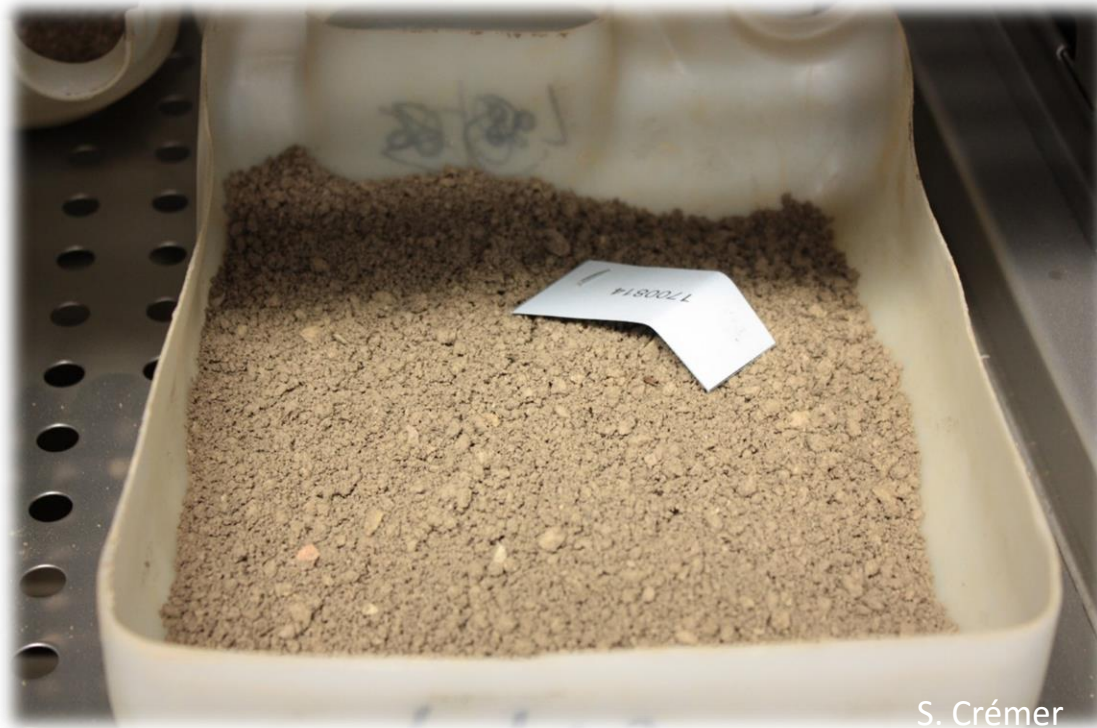
EQ_Gestion essais_Réception_Sols_v01 Date d'application : 09/02/2017

S. Crémer

Le parcours d'une analyse de sol

2 - La préparation

L'échantillon frais est tamisé grossièrement puis placé dans une étuve à 35°C afin de le sécher. Une fois sec, il sera tamisé finement pour être débarrassé des débris pierreux et organiques.



S. Crémer

Le parcours d'une analyse de sol

3 - La détermination du pH

Une partie de l'échantillon est mis en solution afin de déterminer le pH, c'est-à-dire l'acidité du sol. Deux pH sont utilisés : le pH_{eau} , celui classiquement utilisé par les agriculteurs, et le pH_{KCl} .



Centre de Michamps

Le parcours d'une analyse de sol

4 – L'extraction des minéraux

Le carbone permet de connaître la quantité de matière organique contenue dans le sol, c'est-à-dire l'humus ;

Les éléments minéraux majeurs (P, K, Ca, Mg et Na) sont extraits. Contrairement aux fourrages où l'on détermine les minéraux totaux, ce principe d'extraction quantifie les éléments minéraux disponibles pour les plantes.

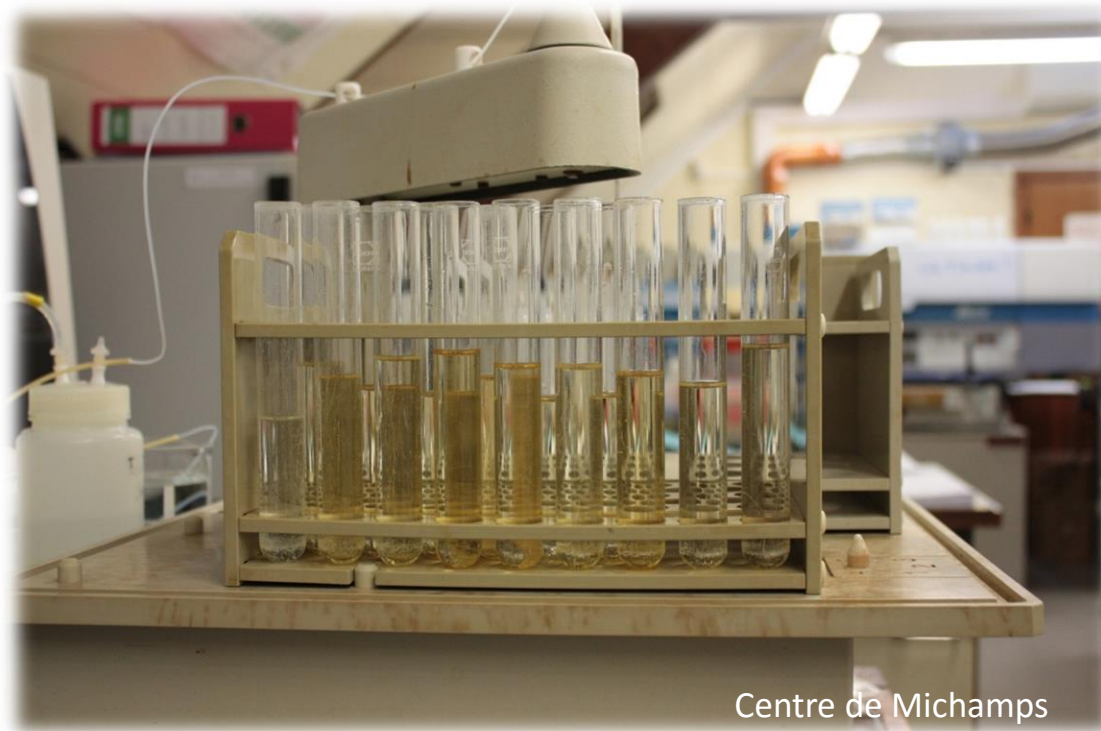


Centre de Michamps

Le parcours d'une analyse de sol

5 – L'extraction des minéraux

La teneur des éléments minéraux extraits de l'échantillon est déterminée par spectrométrie d'absorption. Seule la teneur en phosphore est obtenue par colorimétrie.



Le parcours d'une analyse de sol

6 – Le bulletin d'analyses

Les résultats obtenus sont encodés et un bulletin d'analyse est généré à partir de ces données. Un conseil de fertilisation adapté accompagne chaque bulletin.

ASBL Centre de Michamps
 Herminie 1 - 6600 Bastogne
 Tél. 0032(0)61 21 08 20
 Fax: 0032(0)61 21 08 40
 centredemichamps@uclouvain.be
 TVA BE.0443.990.403

ISO14001

ASBL Centre de Michamps

ANALYSES DE TERRE

Nom et Adresse : I. HOUB PREDIC
 Parcelle ou lieu-dit : 2480
 Type de sol :
 Superficie : 1,30 ha

NO de Laboratoire: 72017/2184
 Date d'arrivée: 18-09-2017
 Date d'envoi: 12-09-2017
 Culture à venir: CEREALES

RESULTATS DE L'ANALYSE	APPRECIATIONS	AVIS DE FUMURE (pour 4 ans)																											
<p>gN tot 6,0 gN NCI 3,2 % Carbone organique (C) 1,12 % Humus 1,99 POCAP0 (kg) 33 Phosphore (P) 3,3 Calcium (Ca) 122 Magnésium (Mg) 13 Potassium (K) 1</p>	<p>ACTON FORT RICH</p>	<p>D'après vos résultats, nous vous proposons l'avis de fumure suivant: (en unités par ha):</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.7em;"> <thead> <tr> <th>Ann. Phosp.</th> <th>POTASSE</th> <th>MINÉRAUX V.X.</th> </tr> <tr> <th>(kg/ha)</th> <th>(kg/ha)</th> <th>(kg/ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fr.Temporale</td> <td>150</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Mais</td> <td>150</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Céréale hiver</td> <td>150</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>-printemps</td> <td>150</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Betterave</td> <td>170</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>P.de terre</td> <td>140</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Culac</td> <td>110</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarque: 1 unité P.M. (tauxer localisée) équivaut à 1 unité de CaO.</p>	Ann. Phosp.	POTASSE	MINÉRAUX V.X.	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	Fr.Temporale	150	0	Mais	150	0	Céréale hiver	150	0	-printemps	150	0	Betterave	170	0	P.de terre	140	0	Culac	110	0
Ann. Phosp.	POTASSE	MINÉRAUX V.X.																											
(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)																											
Fr.Temporale	150	0																											
Mais	150	0																											
Céréale hiver	150	0																											
-printemps	150	0																											
Betterave	170	0																											
P.de terre	140	0																											
Culac	110	0																											

REMARQUES AVOIR: La fumure axiale dépend du degré d'intensification, de la proportion de légumineuses et de la quantité d'engrais organique minéralisée.
A remarquer: Le labour en F accessible est très élevée. Nous vous conseillons la réduction dans l'application des engrais potassiques si on a été tenu compte dans l'avis de fumure.
Phosphore: Le teneur en P accessible est faible à très faible.
 La fumure d'entretien a été majorée d'une fumure de redressement à maintenir pendant 4 ans.
Magnésium: La teneur en Mg accessible est élevée.
 Nulle en apport de magnésium est nécessaire pour une prairie temporaire.
Rapport K/Mg: rapport K/Mg est correct.
Matière organique:
 Le teneur est faible. Si pas déléguer l'apport régulier de matière organique.
 une seule fois élevee minime qu'elle apporte, elle contribue à l'amélioration de la structure du sol.
Chauffage: Réaction franchement acide. La préférence sera donnée aux engrais à réaction lente en combinaison avec de la chaux pour de la chaux magnésienne si un apport magnésien est nécessaire.
 * Ne pas appliquer de la chaux et de la matière organique à la même époque.
 * Ne pas déposer le dose de 150 unités V.X./ha/an.
 * Une fois forte activité de travail par une mauvaise structure du sol, réduit l'assimilation des éléments nutritifs et ralentit la vie microbienne.

Grâce au soutien de la Province de Luxembourg, vous bénéficiez d'une réduction importante sur le prix des analyses. Exemple: Une analyse facturée 8 euros coûte en réalité 50,00 euros au total.

Associés de:

www.centredemichamps.be

Avec le soutien de:

Interprétation d'une analyse de sol

Types de pH

L'acidité d'une solution mesure le nombre d'ion H⁺ libres qu'elle contient. Pour mesurer un pH, le sol doit donc être en solution. En agriculture, on mesure deux types de pH :

- ☞ pH_{eau} : terre mise en solution dans l'eau ;
- ☞ pH_{KCl} : terre mise en solution dans une solution de sel KCl.

Le pH_{KCl} est toujours plus bas que le pH_{eau}.

Dans la pratique, on parle souvent du pH_{eau} mais il varie au cours de la saison.



Le pH est une mesure à vérifier dans le long terme et pas dans le court terme pour prendre une décision

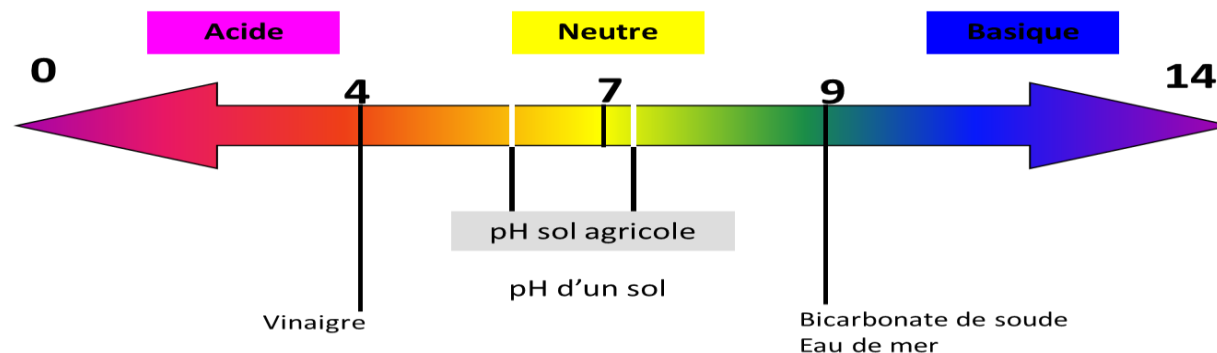
Interprétation d'une analyse de sol

Appréciation de l'acidité d'un sol



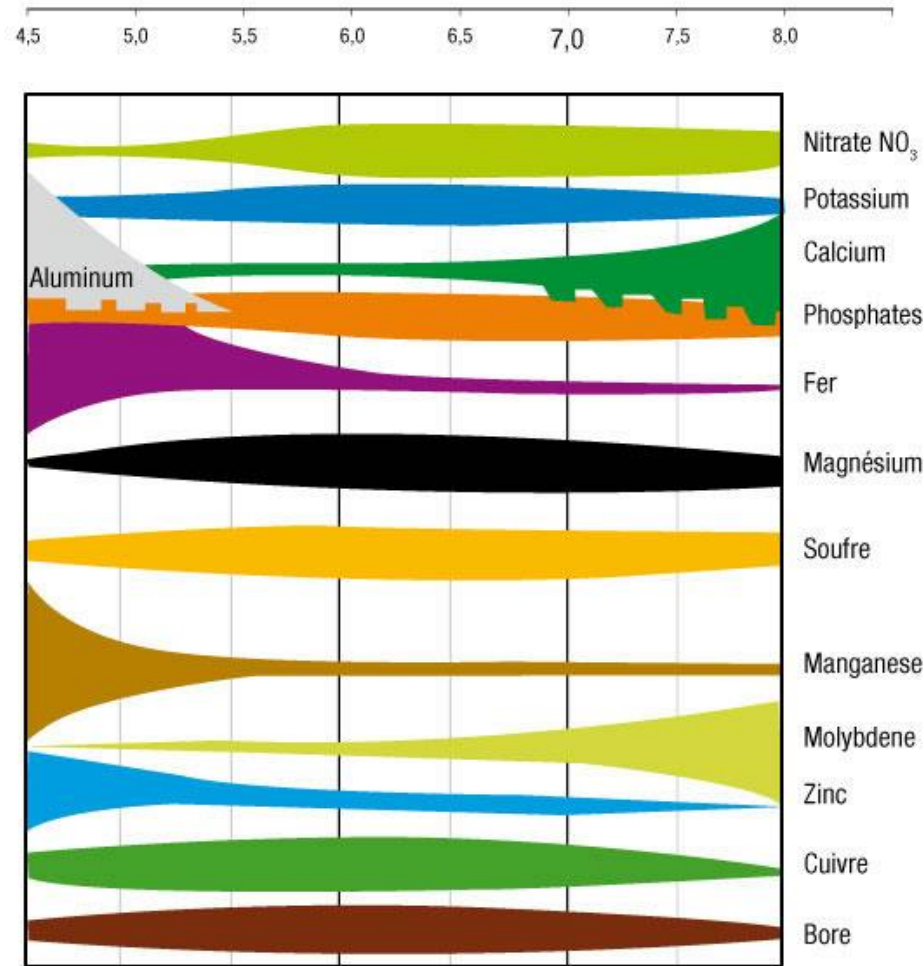
Appréciation de l'acidité d'un sol (pH _{eau})	
Fortement acide	pH < 5
Acide	5 < pH < 6
Légèrement acide	6 < pH < 6,6
Neutre	6,6 < pH < 7,4
Légèrement alcalin	7,4 < pH < 7,8
Alcalin	pH > 7,8

Centre de Michamps, 2018



Interprétation d'une analyse de sol

Quel pH visé ?



Optimaliser le pH :

$\text{pH}_{\text{KCL}} : 5,5 - 6$

$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} : 6,2 - 6,5$



© UNIFA

Le pH optimal dépend du type de sol et de culture

Interprétation d'une analyse de sol

Le carbone et l'humus

Le carbone oxydable sert de base au calcul de l'humus ;

Au moins supérieur à 1 % de carbone oxydable

Humus = Carbone oxydable x 2



S. Crémer

Interprétation d'une analyse de sol

Les éléments majeurs

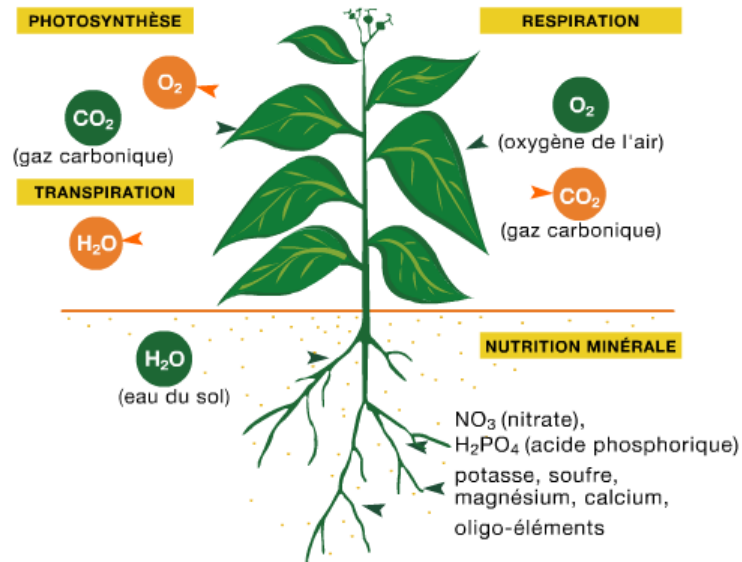
Pas de dosage de l'azote sur les prairies et les terres de cultures => profils azotés ;

Méthode à l'acétate de NH_4 / EDTA ;

K, P, Ca, Mg et Na ;

Pas de normes pour le Ca et le Na ;

Ces éléments sont à la base de la fertilité des sols.



UNIFA, 2015

Interprétation d'une analyse de sol

Appréciations des éléments majeurs



mg /100 g de sol							
		K		P		Mg	
		Prairie	Culture	Prairie	Culture	Prairie	Culture
Très riche	A	> 34	> 31	> 11	> 10	> 22	> 16
	F	> 39	> 31	> 12	> 10	> 26	> 16
	G	> 42	> 21	> 12	> 8	> 28	> 13
						P.T. > 22	
Riche	A	25-34	22-31	7,6-11	7,1-10	15-22	11-16
	F	29-39	22-31	8,1-12	7,1-10	18-26	11-16
	G	31-42	16-21	8,1-12	5,1-8,0	19-28	9-13
						P.T. 15-22	
Conseillé	A	17-24	15-21	4,5-7,5	4,0-7,0	10-14	6-10
	F	21-28	15-21	5,0-8,0	4,0-7,0	13-17	6-10
	G	23-30	11-15	5,0-8,0	3,0-5,0	14-18	5-8
						P.T. 10-14	
Faible	A	9-16	7-14	2,5-4,4	2,0-3,9	5,0-9	3-5
	F	11-20	7-14	3,0-4,9	2,0-3,9	6,0-12	3-5
	G	12-22	4,5-10	3,0-4,9	1,5-2,9	6,5-13	2,5-4
						P.T. 5-9	
Très faible	A	< 9	7	< 2,5	< 2,0	< 5,0	< 3
	F	<11	< 7	< 3,0	< 2,0	< 6,0	< 3
	G	<12	< 4,5	< 3,0	< 1,5	< 6,5	< 2,5
						P.T. < 5	

Centre de Michamps, 2020

Interprétation d'une analyse de sol

Les oligo-éléments et les métaux lourds

Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Al, Cr... ;
Parfois pour des aspects légaux.

D'autres analyses

Les tests d'incubation ;

Le NIR ;

Le soufre ;

Les hydrocarbures ;

La vie du sol ;

Les pesticides ;

...

Réorientation des pratiques

Les grands principes

- Loi des restitutions ;
- Loi du minimum (Justus von Liebig) ;
- Loi des accroissements moins que proportionnel (Mitscherlich) ;
- Antagonisme-compétition ;
- Synergie ;
- Toxicité.



S. Crémer

Réorientation des pratiques

Objectifs

La culture doit disposer dans le sol de ce dont elle a besoin pour se développer sans appauvrir celui-ci et sans risquer une pollution suite à une fertilisation excessive !

Au niveau économique :

- 🌿 Impact sur les rendements et l'achat d'engrais ;
- 🌿 Engrais de ferme = apport de NPK... et oligoéléments ;
- 🌿 Au niveau environnemental :
 - 🌿 Phosphore : eutrophisation ;
 - 🌿 Azote : nitrate, ammoniac, N₂O.

Réorientation des pratiques

Pour éviter l'épuisement du sol, il faut restituer ce qu'on exporte

Certaines limites :

Certains sols sont naturellement pauvres et doivent d'abord être enrichis ;

Compenser la perte d'éléments ou leur indisponibilité ;

Les besoins instantanés des cultures peuvent être non couverts par les réserves « mobilisables » à ce moment ;

Certains éléments sont rendus disponibles par altération de minéraux constitutifs du sol.

Réorientation des pratiques

Les engrais de ferme :
un peu pour tous

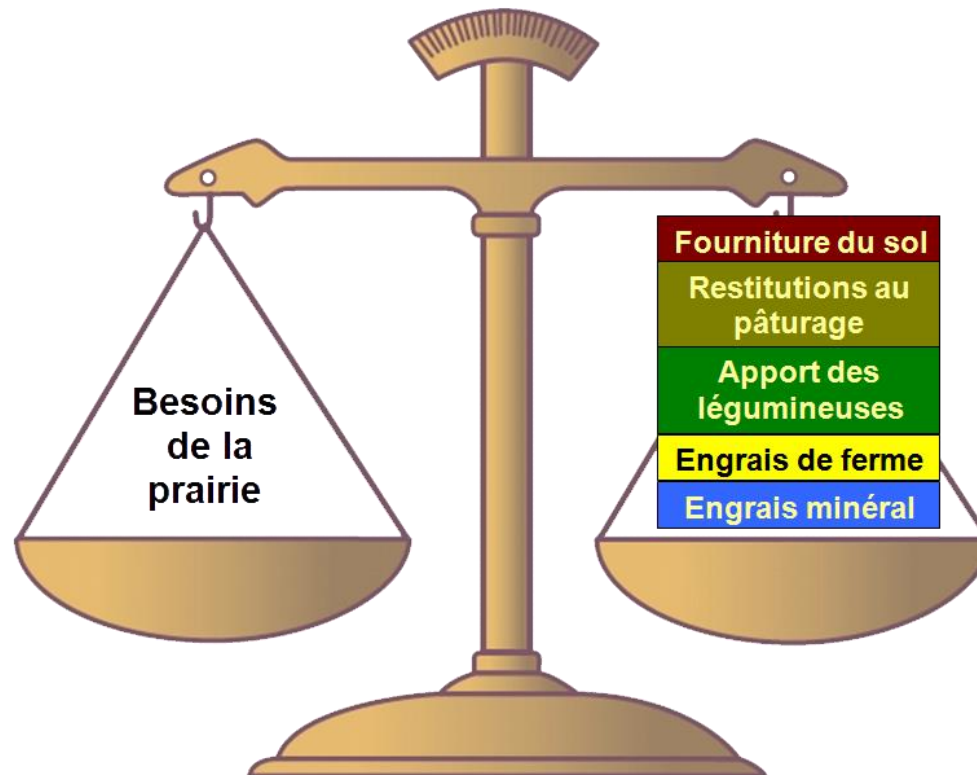


La bonne dose au bon moment



Réorientation des pratiques

La méthode des bilans



Fourrages Mieux, 2007

Réorientation des pratiques

Besoins à la parcelle

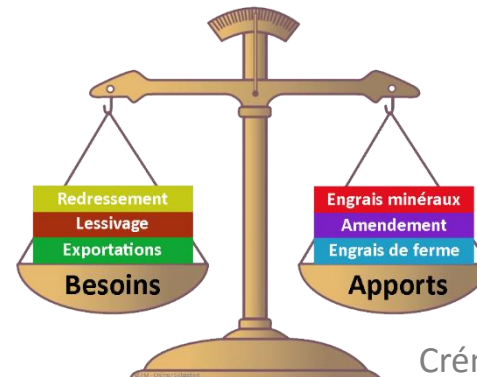
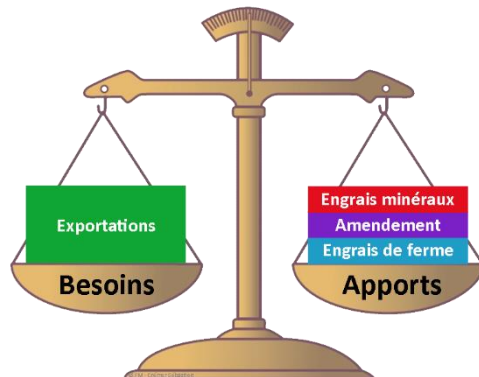
Sol pauvre : exportation + redressement (sur 3 à 5 ans) ;

Sol correct : exportation ;

Sol très (trop) riche: fumure réduite ou impasse

Il est déterminé (ex Mg):

- $A \text{ (kg MgO/ha)} = E - P$ avec
 - A = besoin en MgO en kg/ha
 - E = exportation de MgO en kg/ha
 - P = offre du sol de MgO en kg/ha



Crémer, 2015

Les résultats d'analyses de sols

Introduction

13 exploitations suivies sur le territoire du GAL ;

4 communes : Libramont, Libin, Saint-Hubert, Wellin;

131 analyses de sols réalisées en 2018 et 2019.



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

Remarque :

1 exploitation dans la commune Wellin : majorité des parcelles sur sol calcaire



Teneurs des pH > 7.2

Teneurs moyenne en calcium : 1095 mg/ 100 g de sol

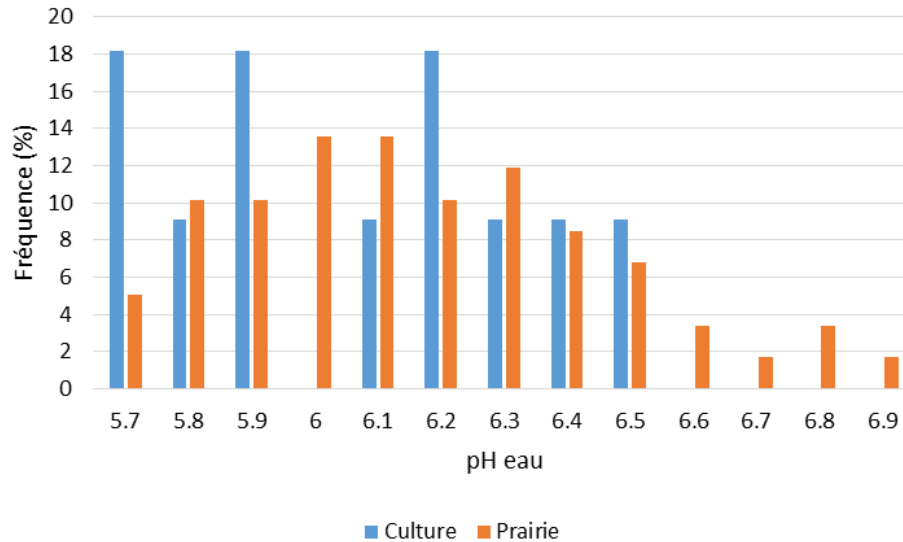
Les échantillons de cette exploitation ne sont pas intégrés dans les résultats ci-après sauf pour les teneurs en K et P.

Les résultats d'analyses de sols



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

Le pH_{eau}



Optimaliser le pH :

pH_{KCL} : 5,5 - 6

pH_{H2O} : 6,2 - 6,5

- 🌿 Moyenne de 6,1 ;
- 🌿 23 % de terres acides ;
- 🌿 70 % de terres légèrement acides ;
- 🌿 7 % de terres neutres;
- 🌿 Optimum du pH_{eau} (≥ 6,2) atteint pour 47 % des terres ;
- 🌿 Cultures légèrement plus acides que les prairies.

Appréciation de l'acidité d'un sol (pH_{eau})

Fortement acide	pH < 5
Acide	5 < pH < 6
Légèrement acide	6 < pH < 6,6
Neutre	6,6 < pH < 7,4
Légèrement alcalin	7,4 < pH < 7,8
Alcalin	pH > 7,8

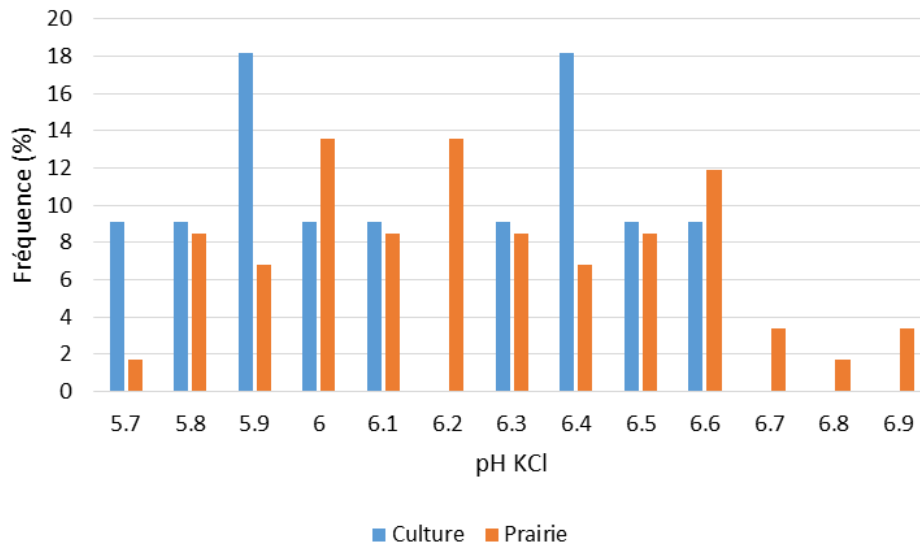
Centre de Michamps, 2018

Les résultats d'analyses de sols



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

Le pH_{KCl}



Optimaliser le pH :

pH_{KCL} : 5,5 - 6

pH_{H2O} : 6,2 - 6,5

- 🌿 Moyenne de 5,2 ;
- 🌿 57,1 % de terres acides ;
- 🌿 38,6 % de terres légèrement acides ;
- 🌿 4,3 % de terres neutres ;
- 🌿 50 % des terres ont besoin d'un chaulage ;
- 🌿 Cultures légèrement plus acides que les prairies.

→ On travaille avec le pH H2O pour les conseils

Les résultats d'analyses de sols

Le carbone et l'humus

Carbone oxydable en % :

- Cultures : 2.81 de moyenne;
- Prairies : 3.21 de moyenne.

Humus en % :

- Cultures : 5.62 de moyenne;
- Prairies : 6.42 de moyenne.



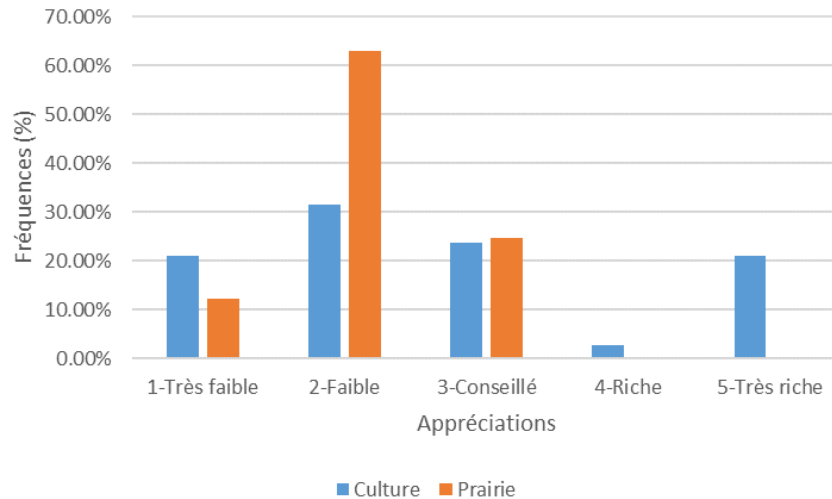
NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

Les résultats d'analyses de sols



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

Le phosphore



Crémer et al, 2020

- 🌿 Teneur moyenne en P de 3.27 mg/100 g ;
- 🌿 Les teneurs moyenne en P sont semblables pour les cultures et les prairies;
- 🌿 Plus d'une analyse sur 2 en prairie à des teneurs faibles;
- 🌿 Quand > à 3.5 en P -> OK;

mg /100 g de sol			
		P	
		Prairie	Culture
Très riche	A	> 11	> 10
	F	> 12	> 10
	G	> 12	> 8
Riche	A	7,6-11	7,1-10
	F	8,1-12	7,1-10
	G	8,1-12	5,1-8,0
Conseillé	A	4,5-7,5	4,0-7,0
	F	5,0-8,0	4,0-7,0
	G	5,0-8,0	3,0-5,0
Faible	A	2,5-4,4	2,0-3,9
	F	3,0-4,9	2,0-3,9
	G	3,0-4,9	1,5-2,9
Très faible	A	< 2,5	< 2,0
	F	< 3,0	< 2,0
	G	< 3,0	< 1,5

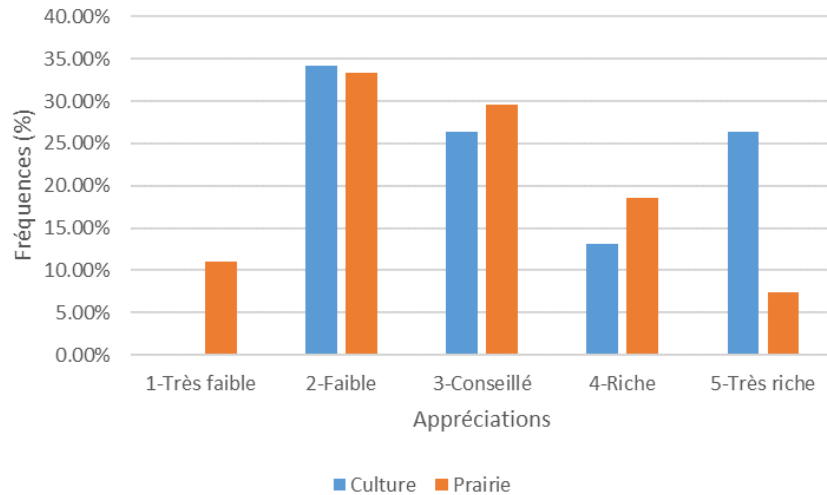


Interprétation d'une analyse de sol



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

Le potassium



Crémer et al, 2020

- Teneur moyenne en K de 17.1 mg/100 g ;
- Les teneurs moyennes en K sont semblables pour les cultures et les prairies ;
- 1 parcelle sur 3 a des teneurs faibles.

mg /100 g de sol			
		K	
		Prairie	Culture
Très riche	A	> 34	> 31
	F	> 39	> 31
	G	> 42	> 21
Riche	A	25-34	22-31
	F	29-39	22-31
	G	31-42	16-21
Conseillé	A	17-24	15-21
	F	21-28	15-21
	G	23-30	11-15
Faible	A	9-16	7-14
	F	11-20	7-14
	G	12-22	4,5-10
Très faible	A	< 9	7
	F	<11	< 7
	G	<12	< 4,5

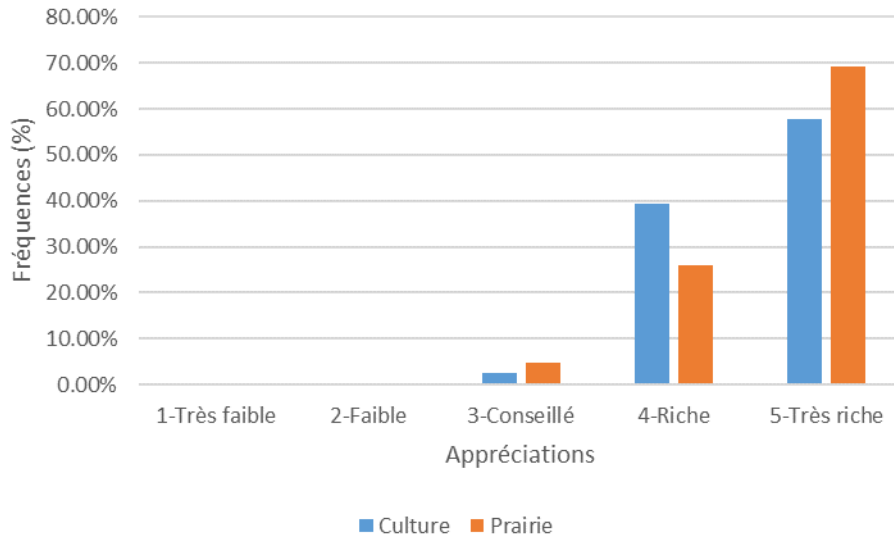


Les résultats d'analyses de sols



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

Le magnésium



Crémer et al, 2020

🌿 Teneur moyenne en Mg de 18,25 mg /100g ;

🌿 Les teneurs en Mg sont supérieures à celles conseillées .

mg /100 g de sol			
		Mg	
		Prairie	Culture
Très riche	A	> 22	> 16
	F	> 26	> 16
	G	> 28	> 13
		P.T. > 22	
Riche	A	15-22	11-16
	F	18-26	11-16
	G	19-28	9-13
		P.T. 15-22	
Conseillé	A	10-14	6-10
	F	13-17	6-10
	G	14-18	5-8
		P.T. 10-14	
Faible	A	5,0-9	3-5
	F	6,0-12	3-5
	G	6,5-13	2,5-4
		P.T. 5-9	
Très faible	A	< 5,0	< 3
	F	< 6,0	< 3
	G	< 6,5	< 2,5
		P.T. < 5	



Les résultats d'analyses de sols

Le calcium et le sodium

Teneur moyenne en Na de 2.65 mg/100 g de sol ;

Teneur moyenne en Ca de 185 mg/100 g de sol ;

Il n'existe pas d'appréciations pour ces deux éléments.



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE



Les résultats d'analyses de sols

Le rapport K/Mg

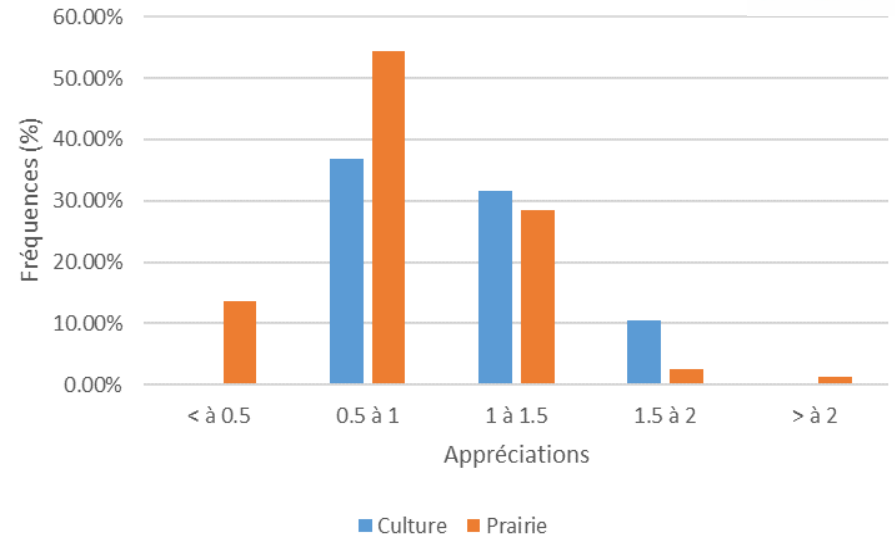
Le magnésium est indispensable à la croissance des plantes ;

Le magnésium et le potassium sont antagonistes ;

Le rapport idéal entre les deux éléments doit être = à **2**.

La majorité des parcelles a un rapport K/Mg faible fort très faible;

Modifications profondes de ces valeurs au cours des dernières années.



Crémer et al, 2020

Le rapport K/Mg moyen des parcelles du GAL est de 0.94

Les résultats d'analyses de sols

Le rapport K/Mg

Les conséquences d'un déséquilibre sont la malabsorption d'un des deux éléments ce qui conduit à des carences « induites ».

Les causes principales de cette modification du rapport K/Mg peuvent s'expliquer par :

L'application systématique de dolomie pour le chaulage;

L'utilisation du magnésium comme charge ou support dans la fabrication des principaux engrais vendus ;

Une diminution importante, voire une suppression, de la fertilisation potassique minérale.

Les résultats d'analyses de sols

Le rapport K/Mg : un exemple concret

Dans les déjections passées :

K : 38 mg/100 g

Mg : 23 mg/100 g

K/Mg : 1,65

MAT : 177 g/kg MS

IK : 115

Dans le reste de la parcelle :

K : 17 mg/100 g

Mg : 29 mg/100 g

K/Mg : 0,58

MAT : 110 g/kg MS

IK : 95

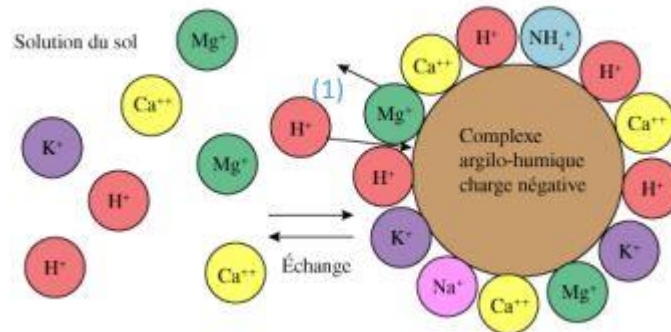


Les résultats d'analyses de sols

La capacité d'échange cationique du sol (CEC)

Qu'est ce que la CEC ?

L'argile et la matière organique se lient ensemble pour former la complexe argilo-humique. Celui-ci porte des charges négatives et retient à sa surface les cations ou éléments chargés positivement (comme un aimant).



Requasud, 2019

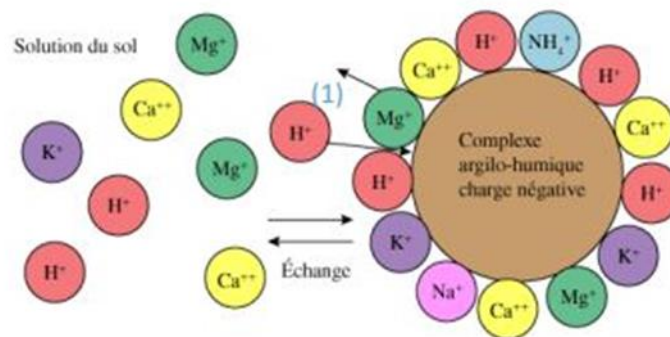
Les résultats d'analyses de sols

La capacité d'échange cationique du sol (CEC)

Qu'est ce que la CEC ?

Lors d'un apport d'engrais, les éléments nutritifs peuvent se fixer sur le CAH pour être utilisés plus tard.

Les racines des plantes libèrent des H^+ . Ces ions vont prendre la place des éléments nutritifs (Mg, Ca) sur la CAH. Les éléments vont être prélevés par la plante.



Requasud, 2019

Les résultats d'analyses de sols

La capacité d'échange cationique du sol (CEC)

Qu'est ce que la CEC ?

= La quantité maximale de cations qu'un sol peut absorber.

→ Mesure de la fertilité des sols

OU

Taille du « frigo » → taille du garde manger des plantes

Les résultats d'analyses de sols

La capacité d'échange cationique du sol (CEC)

Qu'est ce que la CEC ?

Taille du « frigo » → taille du garde manger des plantes.



Frigo « petit » : le sol a un faible potentiel, pas beaucoup de réserves.

MAIS réserves accessibles pour les plantes.



Frigo « grand » : le sol a un grand potentiel, grandes réserves.





MAIS réserves plus difficile d'accès.

Les résultats d'analyses de sols

La capacité d'échange cationique du sol (CEC)

Quelle CEC pour mon sol ?

CEC comprise entre **8 et 15 cmol/kg** . Cette valeur dépend de la teneur en argile (difficilement modifiable) et la teneur en MO (facilement modifiable).

C.E.C. en cmol/kg	1 à 8	8 à 15	15 à 25	25 à 35
				
	<ul style="list-style-type: none">• C.E.C. faible• Sols à dominante sableuse• Échange facile	<ul style="list-style-type: none">• C.E.C. moyenne• Sols à dominante limoneuse• Échange assez facile	<ul style="list-style-type: none">• C.E.C. élevée• Sols à dominante limono-argileuse• Échange peu facile	<ul style="list-style-type: none">• C.E.C. très élevée• Sols à dominante argileuse et/ou humifère• Échange difficile

Requasud, 2019

Les résultats d'analyses de sols

La capacité d'échange cationique du sol (CEC)

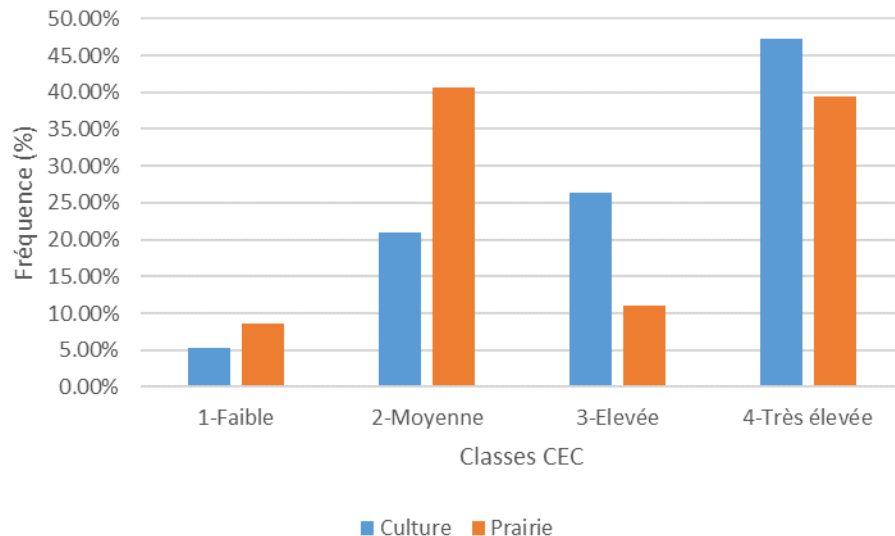


NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCAL

Quelle CEC pour mon sol ?

Moyenne CEC : 12.59 cmol/kg

- CEC faible : apport de MO ou modifier le pH.
- CEC élevée : pas trop problématique. MAIS il faut alimenter le frigo pour éviter qu'il y ait trop d'ions H⁺ présents (acidification du sol).



C.E.C. en cmol/kg	1 à 8	8 à 15	15 à 25	25 à 35
	<ul style="list-style-type: none">• C.E.C. faible• Sols à dominante sableuse• Échange facile	<ul style="list-style-type: none">• C.E.C. moyenne• Sols à dominante limoneuse• Échange assez facile	<ul style="list-style-type: none">• C.E.C. élevée• Sols à dominante limono-argileuse• Échange peu facile	<ul style="list-style-type: none">• C.E.C. très élevée• Sols à dominante argileuse et/ou humifère• Échange difficile

Requasud, 2019

Les indices de nutrition



© FM – S. Crémer

Les indices de nutrition

Introduction

Contrairement aux fourrages où l'on détermine les minéraux totaux présents dans celui-ci, les éléments minéraux majeurs (P, K, Ca, Mg et Na) contenus dans les sols sont extraits. Ce principe d'extraction quantifie les éléments minéraux disponibles pour les plantes.

En Wallonie, au sein du réseau REQUASUD, c'est la méthode d'extraction avec une solution d'acétate d'ammonium (0,5 N) + EDTA (Acide Ethylène Diamine Tétracétique) tamponnée à pH 4,65 qui a été retenue.



La comparaison des résultats avec d'autres méthodes d'extraction est souvent très aléatoire.

Les indices de nutrition

Constats

Dans certaines conditions, les analyses de sol ne permettent pas de caractériser précisément la bio-disponibilité du phosphore, dont une part importante est liée à la matière organique du sol.

L'analyse de sol ne prend pas non plus en compte le niveau d'intensification qui pourtant conditionne les besoins des plantes en minéraux.

Des essais ont montré que des sols avec des teneurs en phosphore proches des 3,5 mg/100g (teneur faible) peuvent être associés à des indices de nutrition phosphorique très satisfaisants. Ces prairies, pas plus d'ailleurs que celles présentant de bonnes teneurs en phosphore dans le sol, n'ont pas répondu significativement à des apports importants de phosphore.

Les indices de nutrition

L'analyse du végétal comme indicateurs de la fertilisation

Plutôt que de partir sur les éléments disponibles dans le sol, certains chercheurs se sont intéressés au statut minéral des plantes elles-mêmes.

Les indices de nutrition ont été développés depuis de nombreuses années sur du matériel végétal frais (Salette et Huché, 1991). Ils sont complémentaires aux analyses de sols car ils permettent de mieux apprécier la disponibilité du phosphore et du potassium.

Le diagnostic obtenu par l'analyse d'herbe repose sur l'équilibre entre les éléments minéraux N, P et K qui composent les tissus végétaux lorsque les conditions de croissance sont optimales.

Les indices de nutrition

L'analyse du végétal comme indicateurs de la fertilisation

Sur cette base, des indices de nutrition peuvent être calculés (Salette et Huché, 1991) :

Pour le phosphore : $iP = 100 P\% / (0,15 + 0,065 N\%)$;

Pour le potassium : $iK = 100 K\% / (1,6 + 0,525 N\%)$

Cette méthode peut être également appliquée sur des bases de données d'ensilage d'herbe sans modification des calculs (Mathot, 2009). Cependant, il existe une imprécision dans les estimations, il n'est donc pas conseillé d'utiliser cette méthode pour des échantillons individuels mais uniquement sur une base de données (Mathot et *al.*, 2009).

Les indices de nutrition



Les règles à respecter pour réaliser ces échantillons d'herbe

- ✋ Prairies installées depuis au moins 2 ans ;
- ✋ Pas pour des parcelles où la proportion de légumineuses dépasse 25 % ;
- ✋ Prélèvement :
 - ✋ Dans les conditions de croissance optimales (pas de stress !)
 - ✋ Au premier ou au deuxième cycle ;
 - ✋ Avec des rendements situés entre 2 et 4 t de MS/ha (au moins hauteur d'herbe de 10 cm) ;
- ✋ Au moins 20 poignées coupées aux ciseaux à 5 cm du sol ;
- ✋ Arpenter la parcelle en « W » ou en diagonale ;
- ✋ Minimum 500 g d'herbe ;
- ✋ Stocker l'échantillon correctement avant l'arrivée au labo.

Les indices de nutrition



Interprétation des indices de nutrition

Valeur de l'indice iP	Commentaires	Conseils de fertilisation
> 120	Excédentaire	Impasse possible de 2 à 4 ans maximum
100 à 120	Très satisfaisant	
80 à 100	Satisfaisant	Compenser les exportations
60 à 80	Insuffisant	Majorer les apports recommandés de 30 unités
< 60	Très insuffisant	Majorer les apports recommandés de 30 unités

Valeur de l'indice iK	Commentaires	Conseils de fertilisation
> 120	Excédentaire	Impasse possible de 1 à max. 2 ans
100 à 120	Très satisfaisant	Réduire les apports actuels
80 à 100	Satisfaisant	Compenser les exportations
60 à 80	Insuffisant	Majorer les apports recommandés de 60 unités
< 60	Très insuffisant	Majorer les apports recommandés de 60 unités

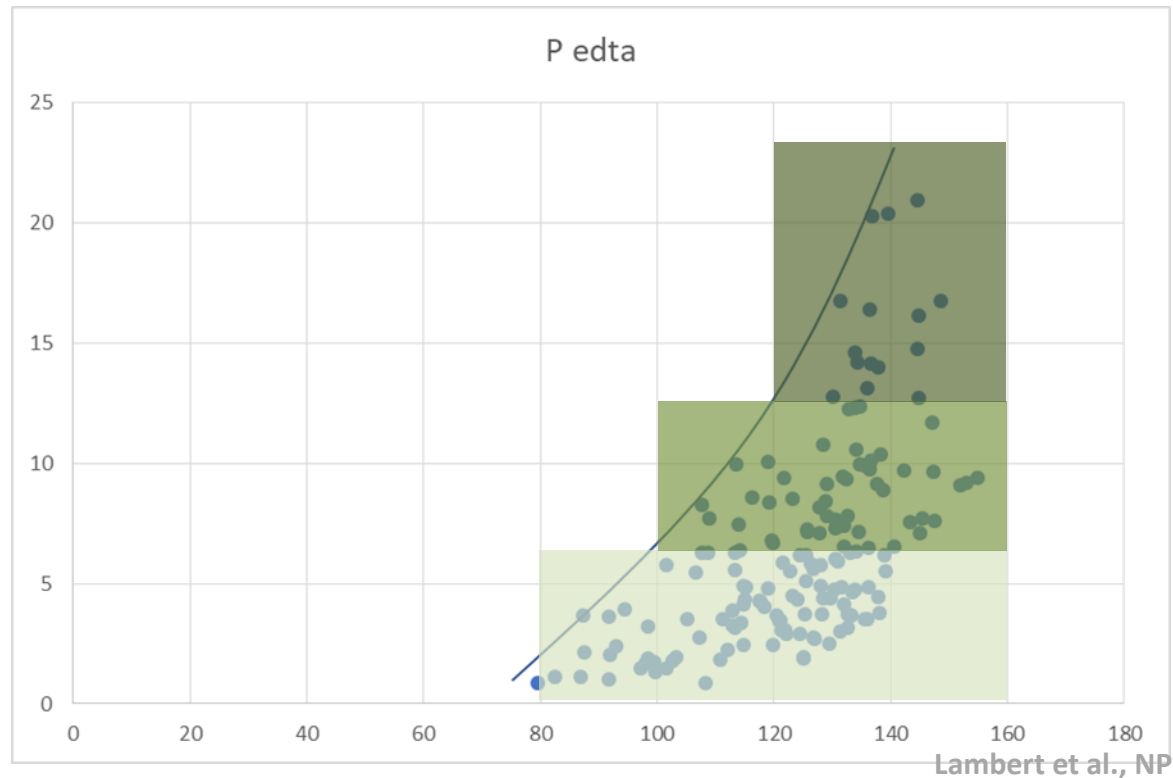
Les indices de nutrition

Relations entre analyses de sols et indices

- Le Centre de Michamps et Protect'eau ont réalisé une comparaison entre les analyses de sols et les indices de nutrition sur les mêmes parcelles ;
- Les échantillons ont été prélevés par les équipes de Protect'eau ;
- Dans différentes régions en Wallonie ;
- En 2018 et 2019 ;
- Prélèvements de la plante entière selon les protocoles ;
- Les analyses et le traitement des résultats ont été traités par le Centre de Michamps (Lambert et al., NP).

Les indices de nutrition

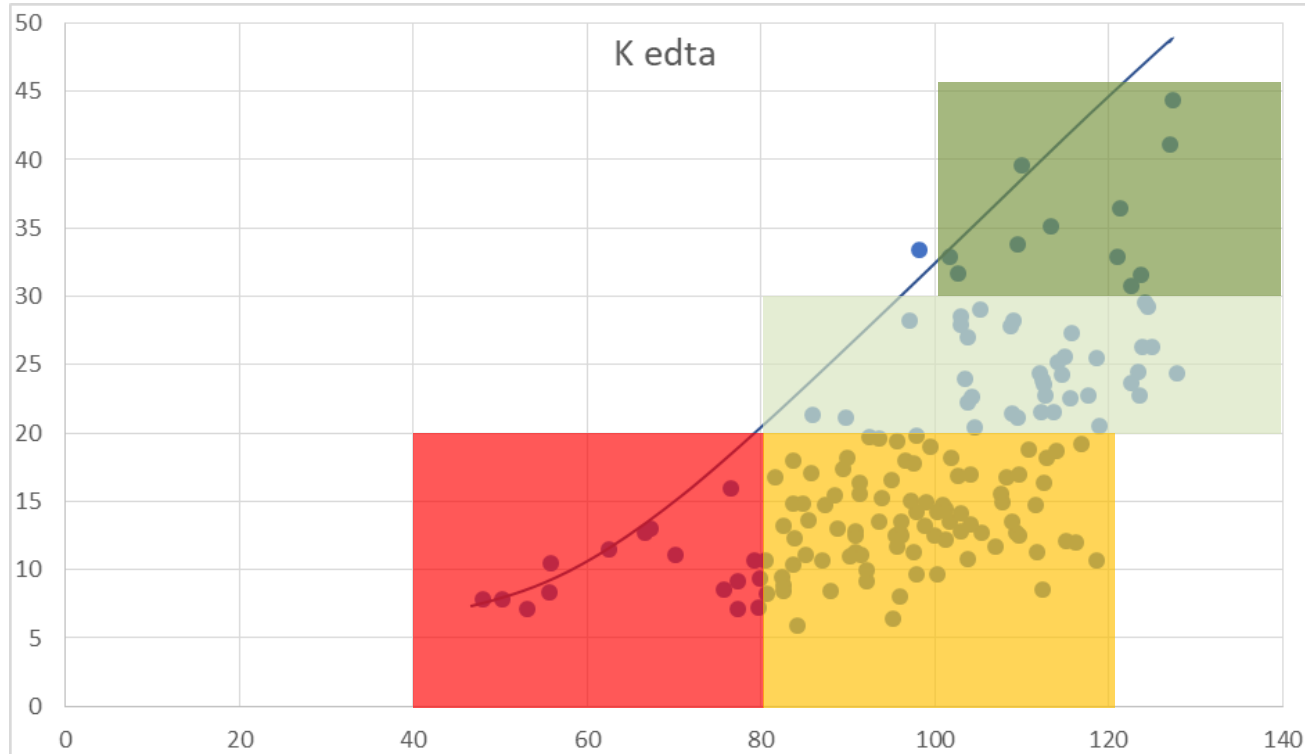
Relations entre analyses de sols et indices



- Les parcelles comprises entre les valeurs de Pedta 2 et 6,5 ont des indices iP de 80 à 100 au minimum et sont donc considérées comme au moins satisfaisantes en P ;
- Au-delà de 6,5 de teneur Pedta, l'iP dépasse 100 ;
- L'indice 120 considéré comme excédentaire est toujours atteint au-delà de 12,5 Pedta.

Les indices de nutrition

Relations entre analyses de sols et indices

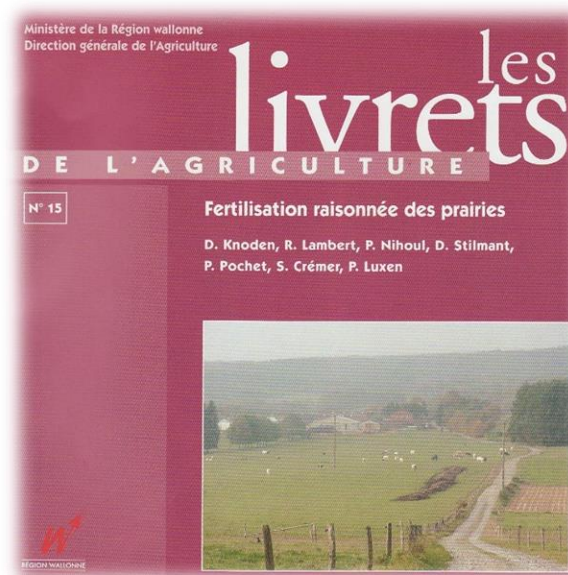


- 🌿 Lorsque la teneur en K est supérieure à 20, les iK sont toujours supérieurs à 80 ;
- 🌿 En dessous d'une teneur en K de 20, l'iK peut être inférieur à 80 et donc le teneur en K peut être un facteur limitant. Cependant, comme pour le P, il arrive très fréquemment que l'indice iK soit supérieur à 100, malgré une teneur en K du sol inférieure à 20. Dans ces cas, on peut supposer qu'un autre facteur limite la production et donc le besoin en K. Il peut s'agir d'une fertilisation azotée faible, ou de la carence d'un autre élément ou un facteur de l'environnement...

Les indices de nutrition

Situation en Wallonie

Sur base de ces indices et de la base de données de REQUASUD, un état des lieux relatif à la nutrition phospho-potassique a été réalisé sur près de 20.000 échantillons d'herbe au sein des différentes régions agricoles de la Wallonie et ce, pour différents types de fourrages (Knoden et al., 2007).



Les indices de nutrition

Situation des iP en Wallonie

Répartition des échantillons d'herbe, en % du nombre d'observations, selon l'indice de nutrition phosphorique (iP) et selon la région agricole (Knoden et al., 2007).

Régions agricoles	Nombre d'échantillons	% d'échantillons avec IP >120 (excédentaire)	% d'échantillons avec IP > 80 et <=120 (satisfaisant)	% d'échantillons avec IP >60 et <=80 (insuffisant)	% d'échantillons avec IP <=60 (très insuffisant)
Ardenne	5754	31,9	65,5	2,3	0,3
Condroz	5966	29,4	64,2	5,3	1,1
Famenne	1543	30,9	64,9	3,7	0,5
Haute Ardenne	1798	23,9	71,4	4,4	0,3
Herbagère	3720	35,5	63,3	1,1	0,1
Herbagère (Fagne)	120	42,5	55,0	2,5	0,0
Jurassique	337	30,3	66,5	3,3	0,0
Limoneuse	668	42,8	54,0	2,8	0,3
Sablo-limoneuse	44	50,0	45,5	4,5	0,0

Les résultats soulignent que les besoins de la plante en phosphore sont très majoritairement satisfaits (61% des échantillons). Les apports sont même excédentaires dans 35% des échantillons.

Les indices de nutrition

Situation des iK en Wallonie

Répartition des échantillons d'herbe, en % du nombre d'observations, selon l'indice de nutrition potassique (iK) et selon la région agricole (Knoden et al., 2007).

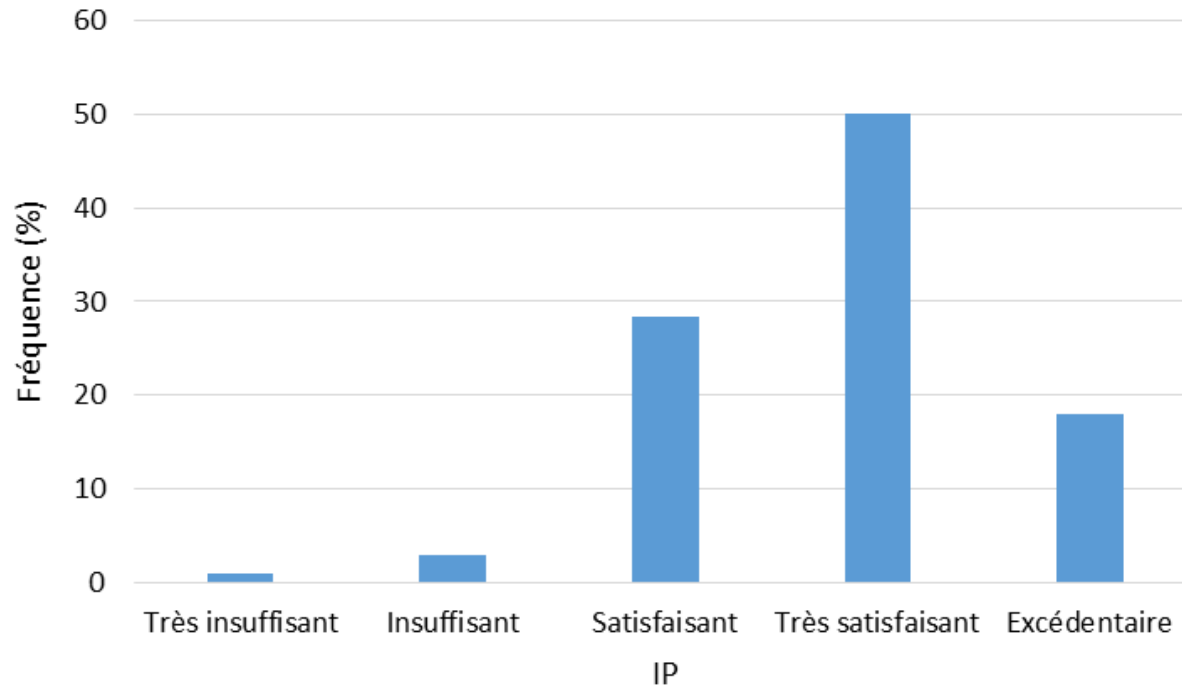
Régions agricoles	Nombre d'échantillons	% d'échantillons avec iK >120 (excédentaire)	% d'échantillons avec iK > 80 et <=120 (satisfaisant)	% d'échantillons avec iK >60 et <=80 (insuffisant)	% d'échantillons avec iK <=60 (très insuffisant)
Ardenne	5754	17,0	65,7	13,5	3,9
Condroz	5966	16,4	61,5	16,9	5,2
Famenne	1543	12,9	65,4	17,7	4,0
Haute Ardenne	1798	2,7	66,2	26,3	4,9
Herbagère	3720	5,5	80,6	12,5	1,4
Herbagère (Fagne)	120	8,3	77,5	12,5	1,7
Jurassique	337	12,2	66,8	18,1	3,0
Limoneuse	668	19,5	56,7	16,6	7,2
Sablo-limoneuse	44	36,4	56,8	4,5	2,3

Pour le potassium, un plus grand pourcentage des prairies a une nutrition classée insuffisante (15 %, contre 3% pour le phosphore). Cependant, 66 % des prairies analysées ont un iK satisfaisant.

Les indices de nutrition

Dans les exploitations du GAL Nov'Ardenne

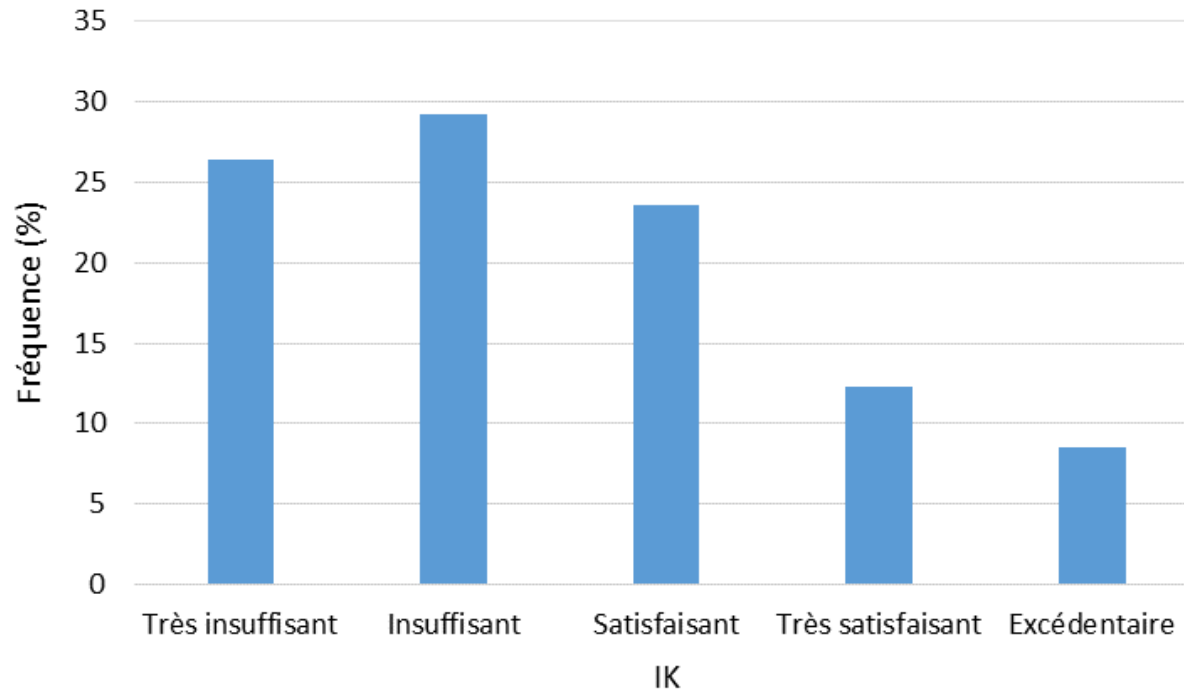
Répartition des échantillons d'herbe, en % du nombre d'observations, selon les indices de nutrition phosphorique (iP) (n=106)



Les indices de nutrition

Dans les exploitations du GAL Nov'Ardenne

Répartition des échantillons d'herbe, en % du nombre d'observations, selon les indices de nutrition potassique (iK) (n=106)



Les indices de nutrition

Et pour le soufre

La dynamique du soufre dans les sols est encore relativement méconnue. Plusieurs travaux sont menés en Wallonie avec comme objectif principal l'établissement d'un conseil de fertilisation soufré.

- ❧ Différentes recherches ont montré qu'il était possible d'établir des indices de nutrition en soufre sur base du matériel végétal (Mathot et al., 2009...) ;
- ❧ Les travaux actuels menés au sein du réseau REQUASUD cherchent à établir un dosage du soufre dans le sol sur base d'une extraction à l'EDTA tout en sachant que le soufre est un élément particulier :
 - ❧ Sous sa forme SO_3^- (sulfate), il peut être lessivé, un peu comme l'est le nitrate ;
 - ❧ Le dosage à l'EDTA concerne le dosage du soufre disponible.

Les indices de nutrition

Les indices de nutrition en soufre

Il est possible d'estimer la nutrition soufrée des prairies à l'aide des teneurs en N et S des fourrages (Mathot, 2009). Pour le soufre, l'indice de nutrition est :

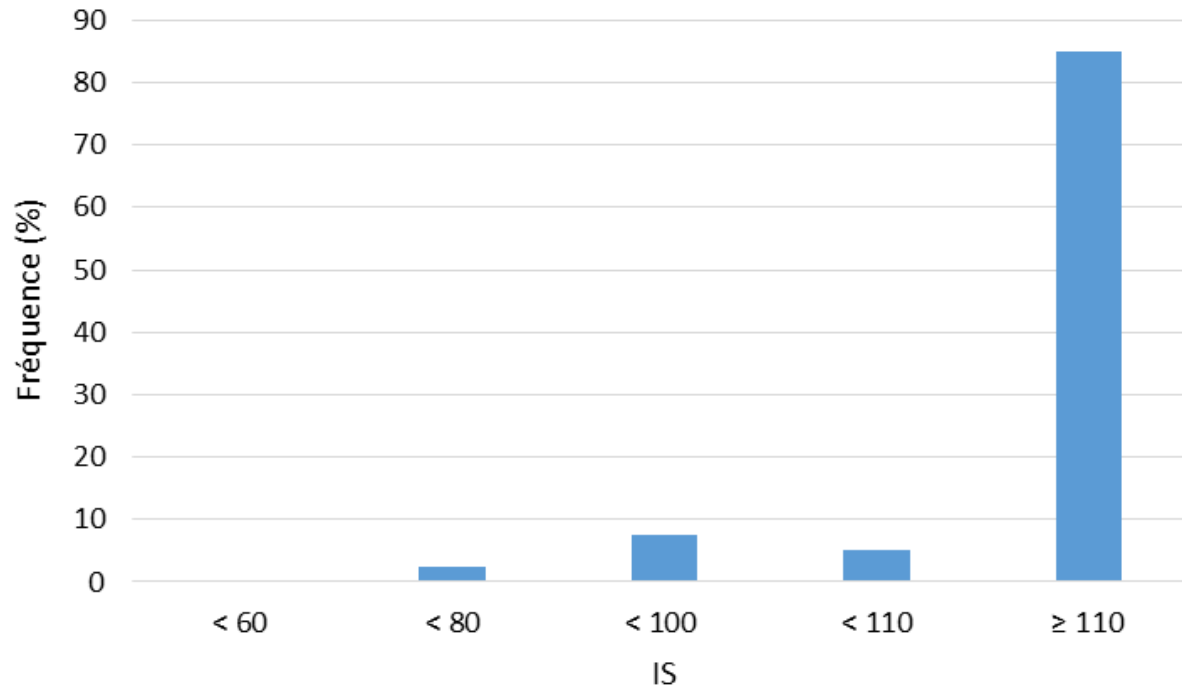
$$IS = S\% / ((0.0662 * N\%) - 0.00198) * 100$$

Au-delà de 110, il n'y a plus d'augmentation de rendement liée au soufre. En-deçà, un apport de soufre peut être bénéfique.

Les indices de nutrition

Dans les exploitations du GAL Nov'Ardenne

Répartition des échantillons d'herbe, en % du nombre d'observations, selon les indices de nutrition soufrée (iK) (n=80)



Les indices de nutrition

Conclusions

- ❧ Très peu de problèmes de phosphore ;
 - ❧ Dans la plupart des cas, continuer les pratiques ;
- ❧ Gros problèmes pour le potassium ;
 - ❧ Apporter du potassium, surtout dans les terres en rotation et les prairies de fauche ;
- ❧ Très peu (pas) de problèmes pour le soufre.

Conclusions

Que retenir ?

- 🌿 Teneur en humus : Pas de problème en Ardenne
- 🌿 Les pH : 1^{er} élément à travailler pour avoir un pH_{H2O} optimal entre 6.2-6.5
- 🌿 Les éléments minéraux et le rapport K/Mg :
 - 🌿 P : Très peu de problème, continuer les pratiques actuelles;
 - 🌿 K : Apporter du potassium, surtout dans les terres en rotation et les prairies de fauche ;
 - 🌿 Mg : Excédentaire, utiliser des chaux NON magnésiennes;
 - 🌿 K/Mg : Revoir les types de chaux utilisées, éviter les chaux magnésiennes ;
 - 🌿 CEC: Pas de problème chez nous, le frigo est bien alimenté.

Conclusions

Quelques conseils



- ✎ Valoriser au mieux les matières organiques présentes sur l'exploitation ; celles-ci sont riches en différents éléments minéraux... ;
- ✎ Réaliser des analyses de sols régulièrement afin de suivre l'évolution des parcelles ;
- ✎ Veiller au chaulage régulier des parcelles ;
- ✎ Corriger les teneurs en potassium dans les parcelles problématiques. Pour rappel, une prairie peut exporter jusqu'à 250 kg de K/ha.an ;
- ✎ Ne plus utiliser de chaux magnésienne dans les parcelles où le rapport K/Mg est < 2 ;
- ✎ N'utiliser des engrais soufrés que dans de rares cas (ex : colza).

Merci de votre attention



Horritine, 1 - 6600 Bastogne

S. Crémer (0498/73 73 67) – A. Bernes (0472 / 03 80 92)

sebastien.cremer@uclouvain.be – aude.bernes@uclouvain.be

www.centredemichamps.be

