10èmes Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse * 23 et 24 novembre 2011 – COMIFER - GEMAS

Diagnostic de déficiences en soufre en production herbagère

Richard LAMBERT [1, 2]
Michaël MATHOT[1]
[1]Earth & Life Institute – Université catholique de Louvain
[2] Centre agri-environnemental de Michamps









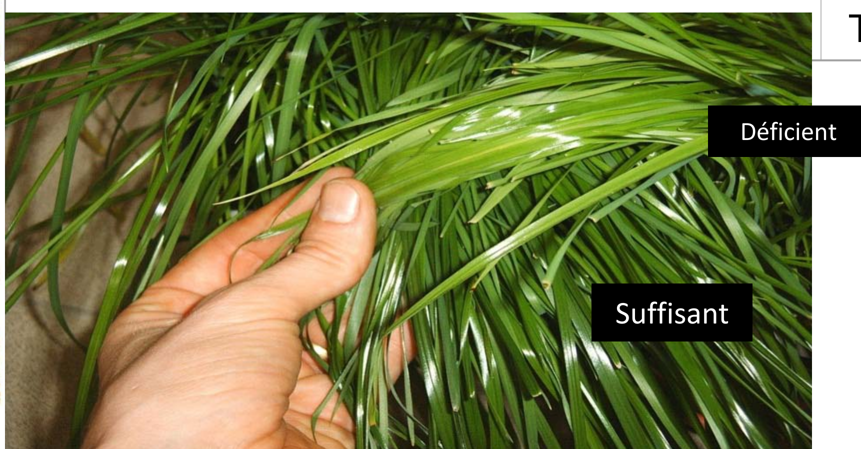

Introduction

Le soufre : élément essentiel pour la plante et l'animal

- Acides aminés soufrés (méthionine, cystine, cystéïne)
  - Synthèse des protéines
  - Méthionine : synthèse de la lignine et chlorophylle
- Vitamines (B8, B1)
- Gluthation : anti-oxydant et précurseur de molécules qui interviennent dans la détoxification des ML
- Sulpholipides :contituants des membranes cellulaires

Effets d'une déficience en S sur le végétal (Mengel & Kirkby, 1982).

Augmentation	Diminution
Teneur en NO_3^- Rapport Norg/Sorg et Ntot/Stot Teneur en acides aminés non soufrés : surtout asparagine, glutamine et arginine. Symptômes chlorotiques	Teneur en sucre Teneur en acides aminés soufrés : méthionine et cystéine Teneur en S et SO_4^{2-} Croissance Taille des entre-nœuds chez le ray-grass anglais Teneur en protéines Teneur en soufre des protéines



Le soufre : élément polluant

•Pluies acides

Combustion → SO_2 → pluies acide

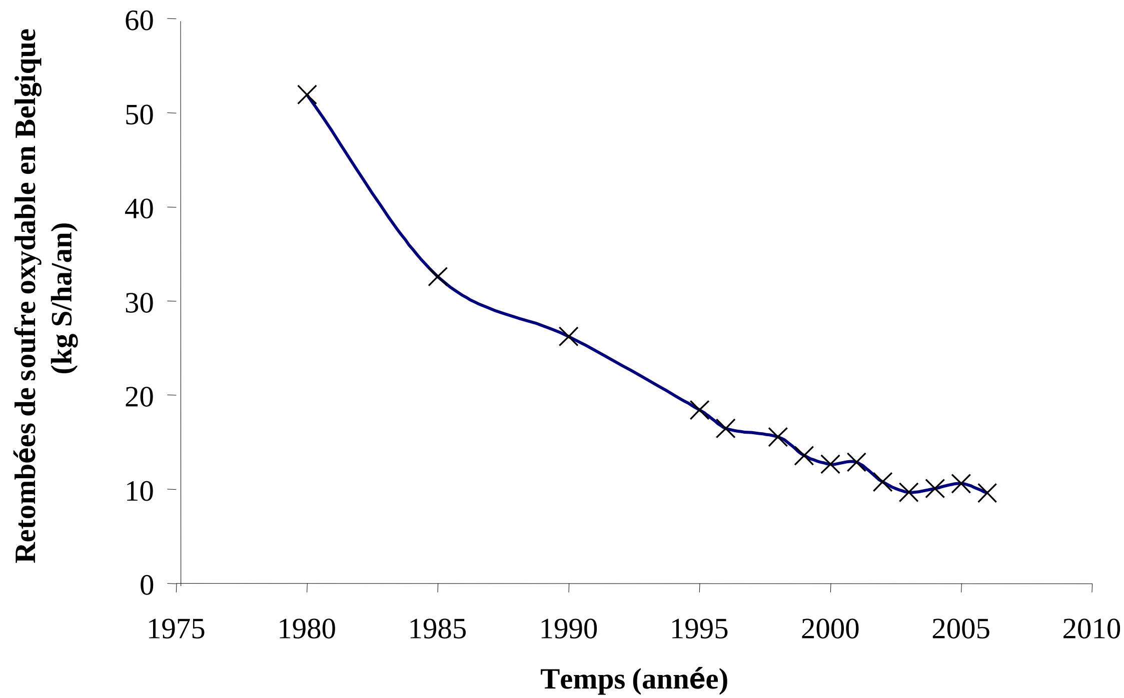
Nox

•Directive européenne 80/779/CEE , protocole de Göteborg, 1999

→ diminution importante des émissions atmosphériques et donc des retombées

Depuis 30 ans :

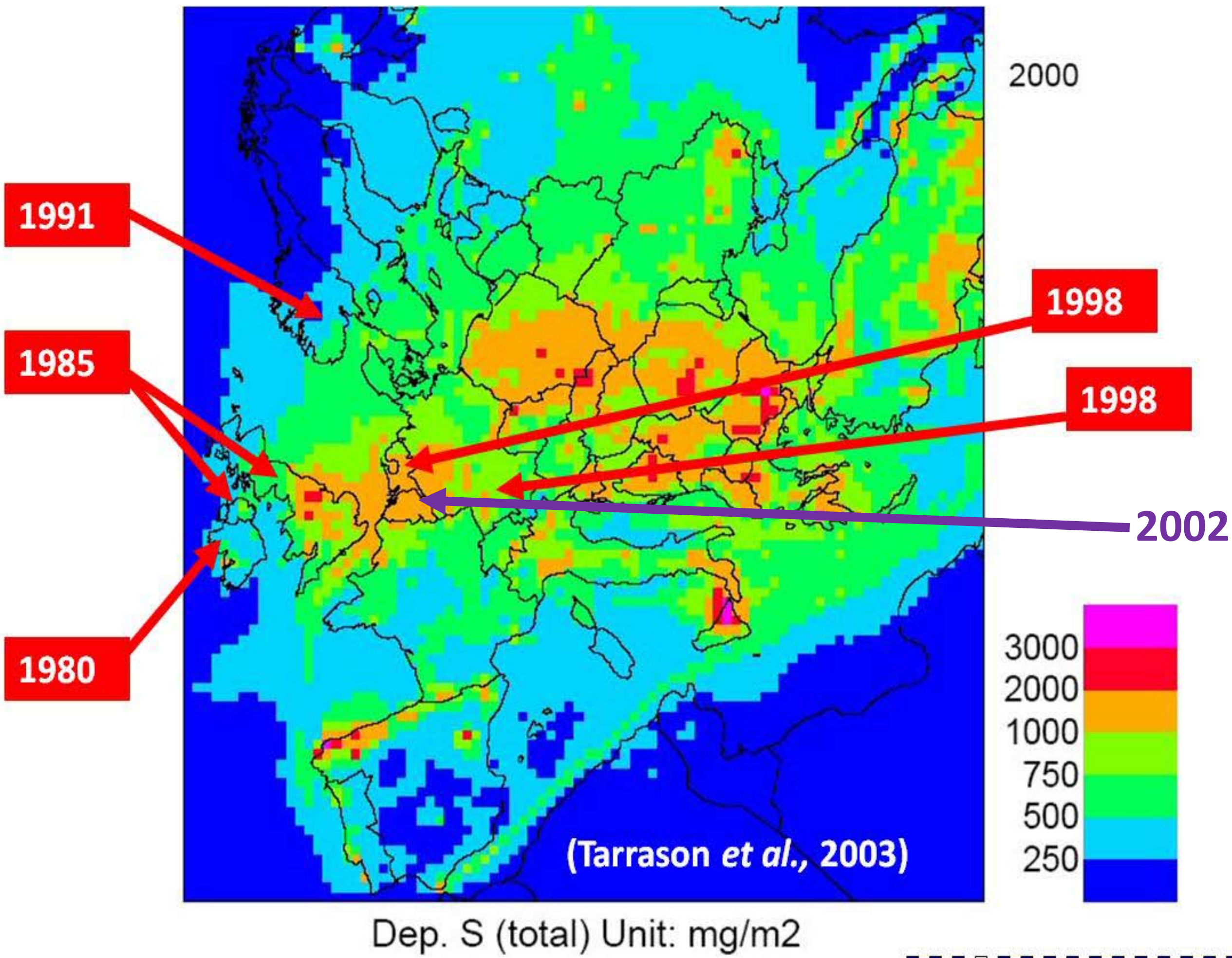
•50 kg S/ha →10kg S/ha



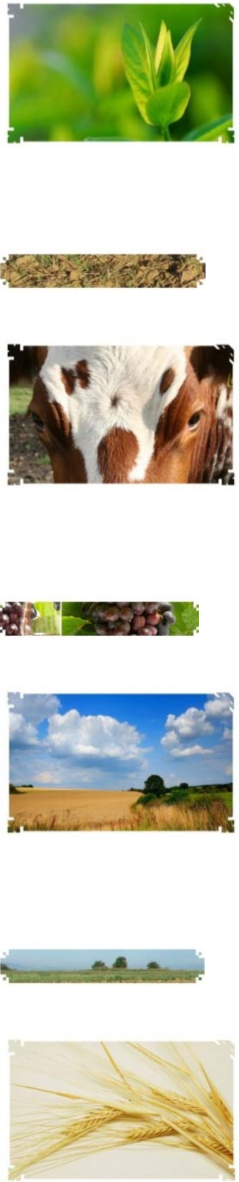
Un bilan généralement négatif sans apport d'engrais

Poste		***Kg S/ha/an***
Entrée	**Retombées atmosphériques (1)**	**10**
Sortie	**Récolte du fourrage (2) :**	**14**
	Pertes par lessivage (3)	**7 à 14**
Bilan (1)-(2)-(3)		**-11 à - 18**

Des déficiences de plus en plus fréquentes



Les dates correspondent à des déficiences signalées en prairies (Zhao et al., 2002; Mathot et al., 2008)



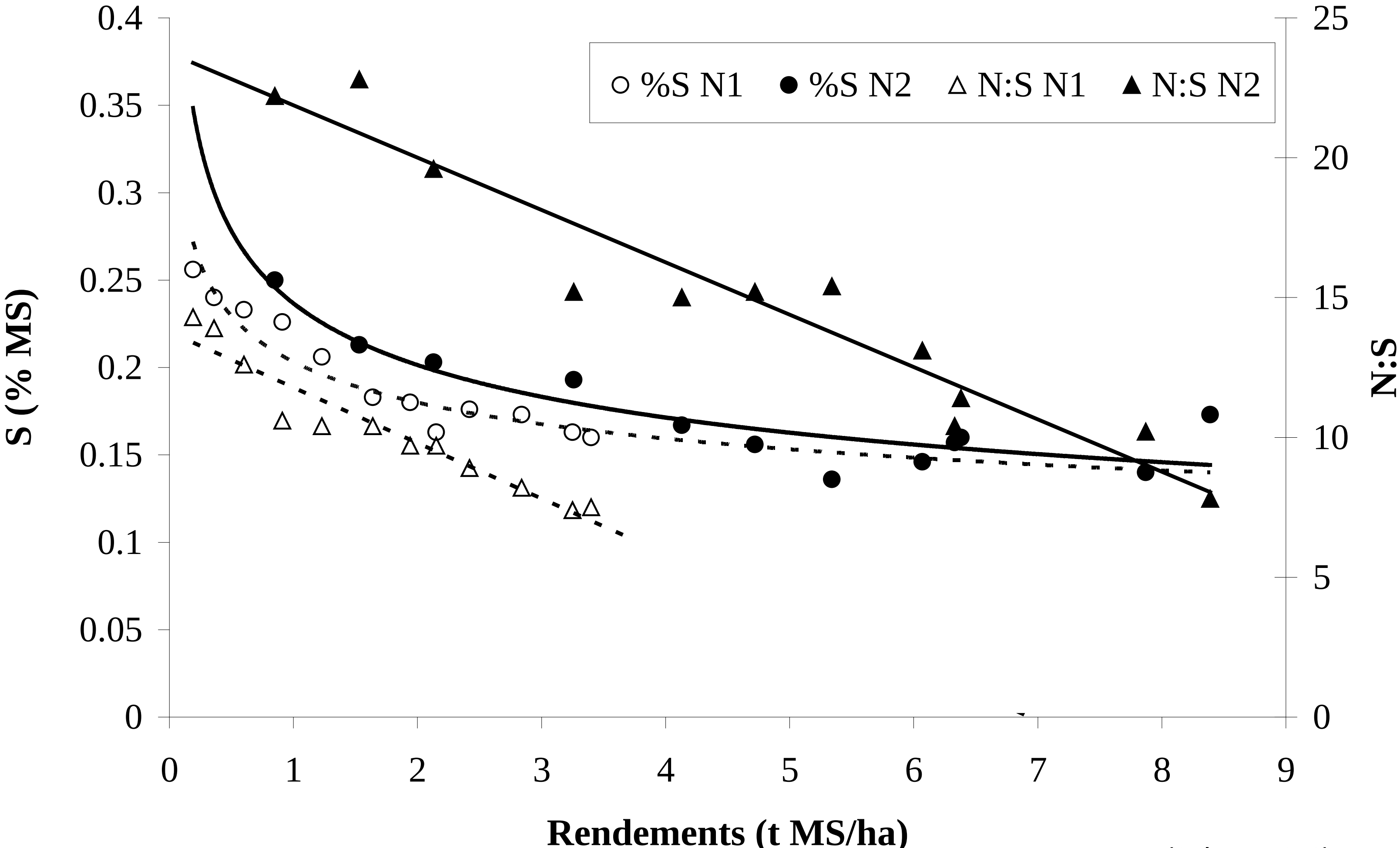
Indicateur de déficience à l'aide d'analyses du végétal

Généralement indicateur : teneur ou ratio fixe

Date	**Espèce**	**Type d'essai**	**Seuils critiques**				
			S tot (*% MS)*	*S-SO$_4$* (*% MS)*	*S-SO$_4$/Stot*	*Ntot/Stot*	*Norg/Sorg*
(1971)[1]	*Lp*	*Serre*	0,17-0,20^{+}				
(1975)[2]	*Lp*	*Serre*	0,2			20/1-14/1^{-}	
(1976)[3]	*Lm*	*Serre*	0,2-0,25^{+}	0,03^{+}		20/1	15,3-15,5^{+}
(1986)[4]	*Lm*	*Champs*	0,2^{-}		0,3^{+}		
(1988)[5]	*Tr*	*Serre*				20/1-25/1^{-}	
(1989)[6]	*Lp*	*Champs*				15/1	
(1989)[7]	*Lp*	*Champs*	0,2^{+}				
(1993)[8]	*Lp et Tr*	*Champs*	0,28-0,35				
(1994)[9]	*Lm*	*Champs*				$^{-}$ varie en fonction du temps (coupes)	
(1998)[10]	*Lp*	*Champs*	>0,2^{-}	>0,032^{-}	0,33^{+}	<15/1^{-}	

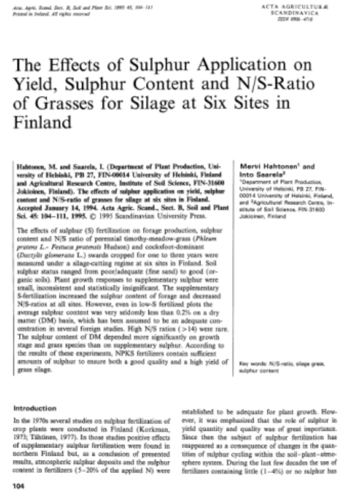
Légende : **1-** Jones *et al*., 1971. **2-** Bolton *et al*., 1975. **3-** Eppendorfer, 1976. **4-** Keer *et al*., 1986. **5-** Hern *et al*., 1988. **6-** Murphy & O'Donnell, 1989. **7-** Klessa *et al*., 1989. **8-** Nguyen & Goh, 1993. **9-** Morris *et al*., 1994. **10-** Chiy & Philips, 1998. **Lm** : Lolium multiflorum, **Lp** : Lolium perenne, **Tr** : Trifolium repens ; **+** indique que l'auteur trouve cet indice assez fiable, **-** indique que l'auteur trouve cet indice moins fiable.

Mais…



(Salette, 1978)

Source : essais en champs et conditions contrôlées + données de la littérature



The Effects of Sulphur Application on Yield, Sulphur Content and N/S-Ratio of Grasses for Silage at Six Sites in Finland

The effect of sulphur application on the efficiency of nitrogen use in two contrasting grassland soils

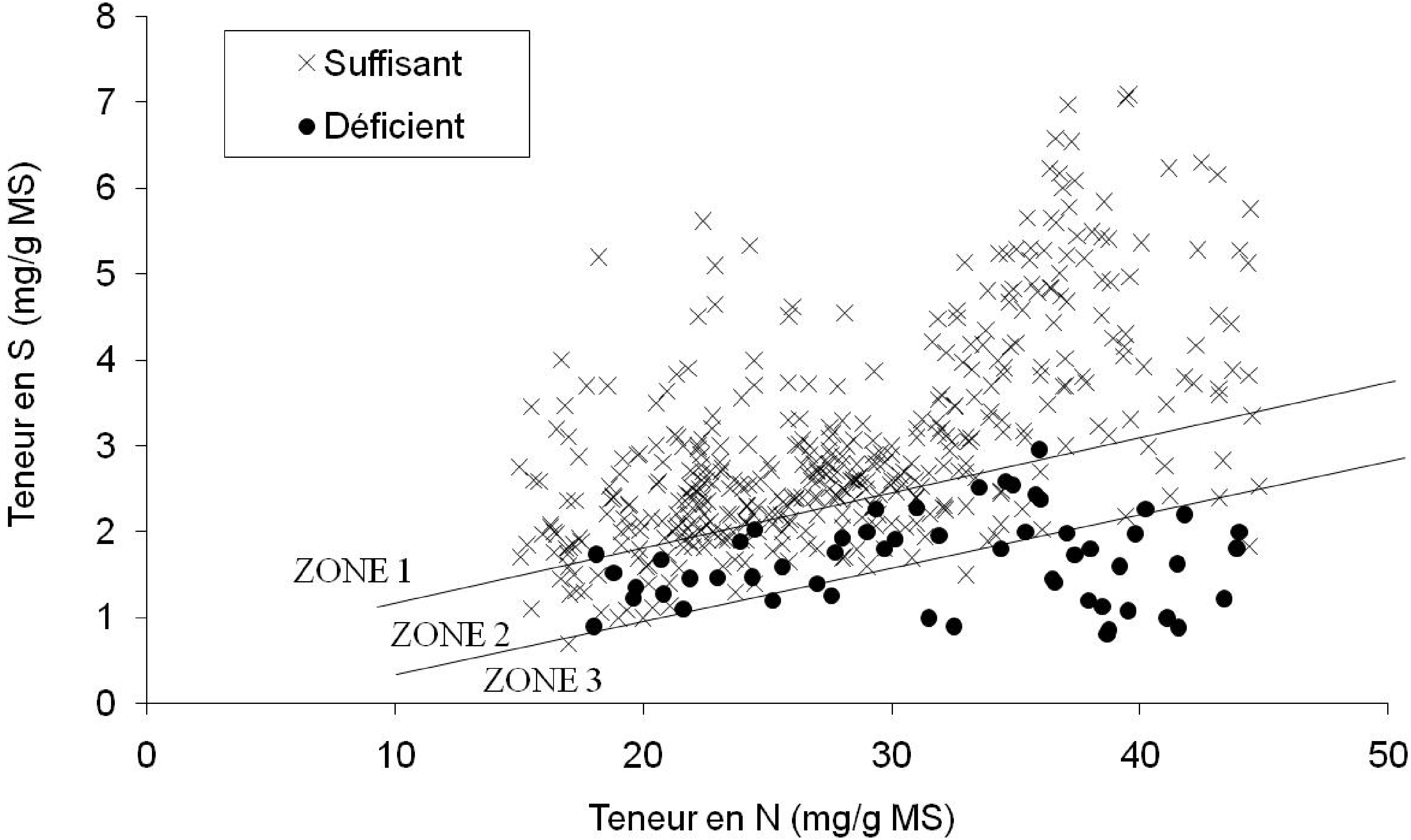
L. BROWN*, D. SCHOLEFIELD, E. C. JEWKES, N. PREEDY, K. WADGE AND M. BUTLER

SUMMARY

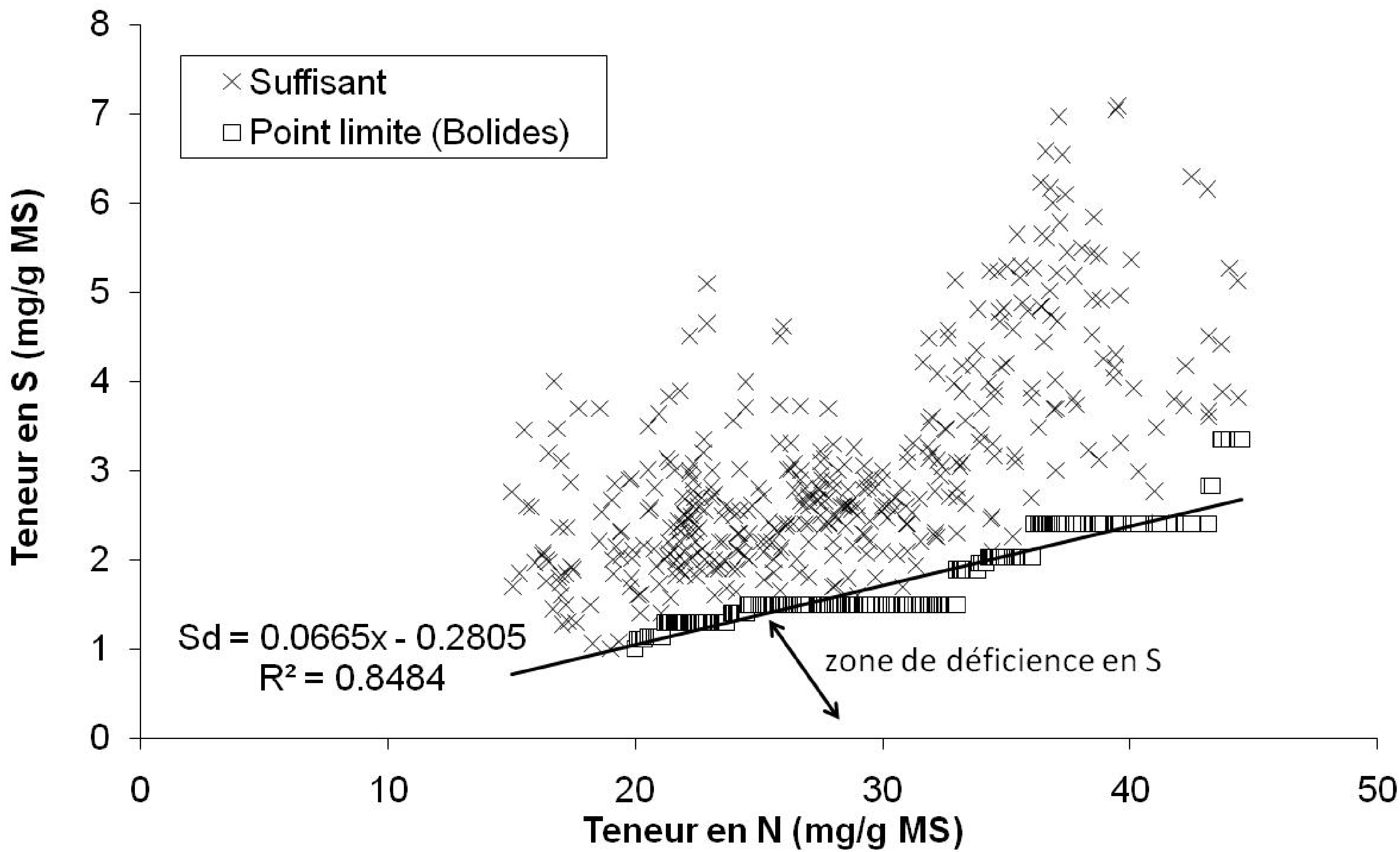
Après tri (rendement, teneur en N et % trèfle; Duru et Thélier huché, 1997) : Déficient : 59, suffisant : 816

Source	Type of experiment and origin[a]	Number of site	Sward species	Number of data	
				Def	Suf
Bolton et al., 1976	Pot experiment	/	Lp[1]	7	38
Brown et al., 2000	Field (UK)	2	Lp	2	9
Eppendorfer, 1976	Pot experiment	/	Lm[2]	7	80
Hahtonen and Saarela, 1995	Field (Fin)	6[a]	Pp[3], Dg[4] and Fp[5]	0	80
Kowalenko, 2004	Field (Can)	1[b]	Dg, Lp, Fa[6], Tp[7] and Tr[8]	3	15
Mathot et al., 2005	Pot experiment	/	Lp	12	79
Mathot et al., 2008	Field (Bel)	8	Lp and Lm	14	366
Mertens, 2005	Field (Bel)	2	Lp	2	49
Morris et al., 1994	Field (USA)	1	Lm	0	54
Murphy et al., 2002	Field (Irl)	1[b]	Lp and Tr	2	4
Stevens and Watson, 1986	Field (N-Irl	20[c]	n.c.	10	42
Total				59	816

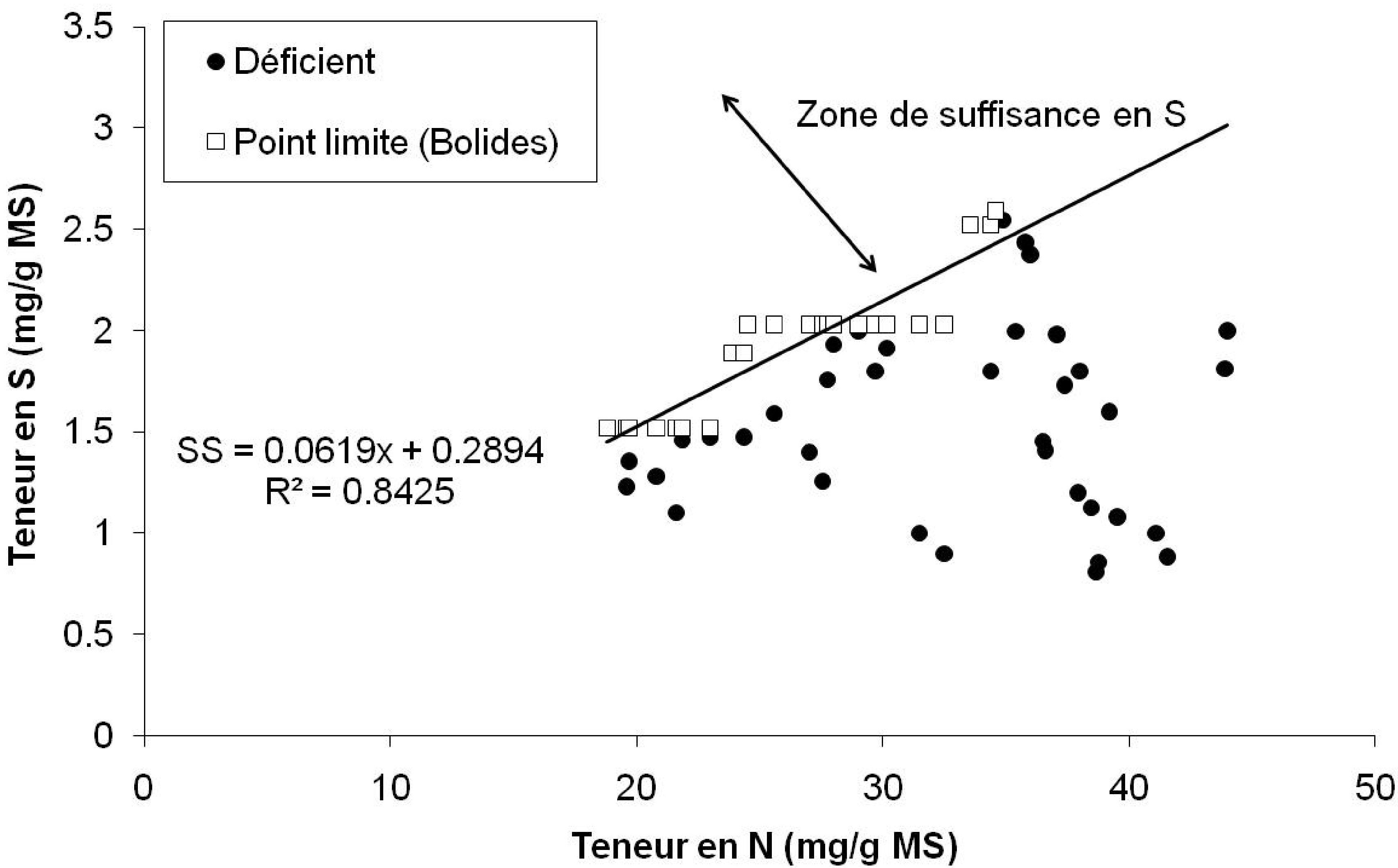
Principe : diviser en 3 zones



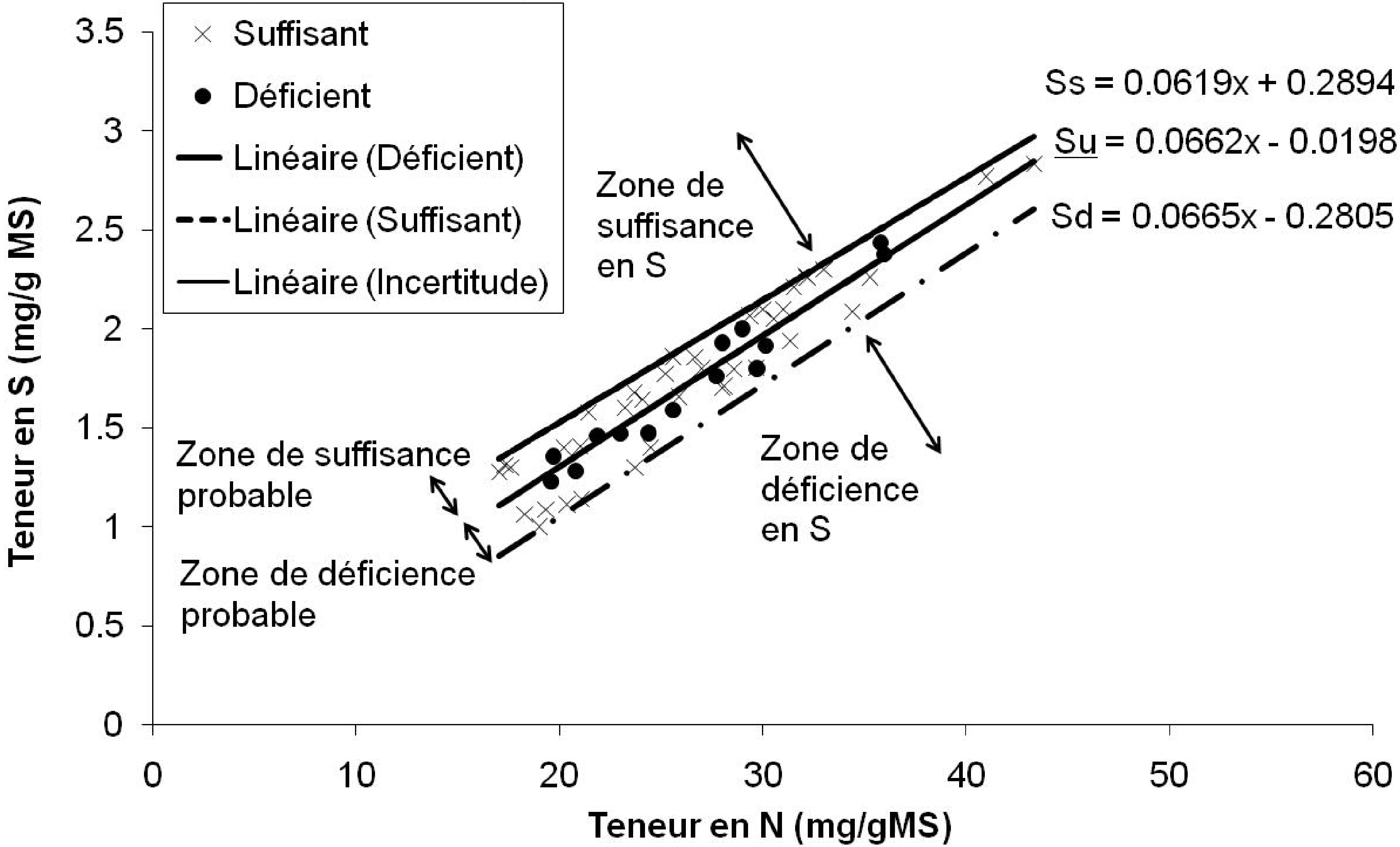
Boundary lines (Schnug et al., 1996) sur suffisant => en dessous =



Boundary lines (Schnug et al., 1996) sur déficient =>au dessous =



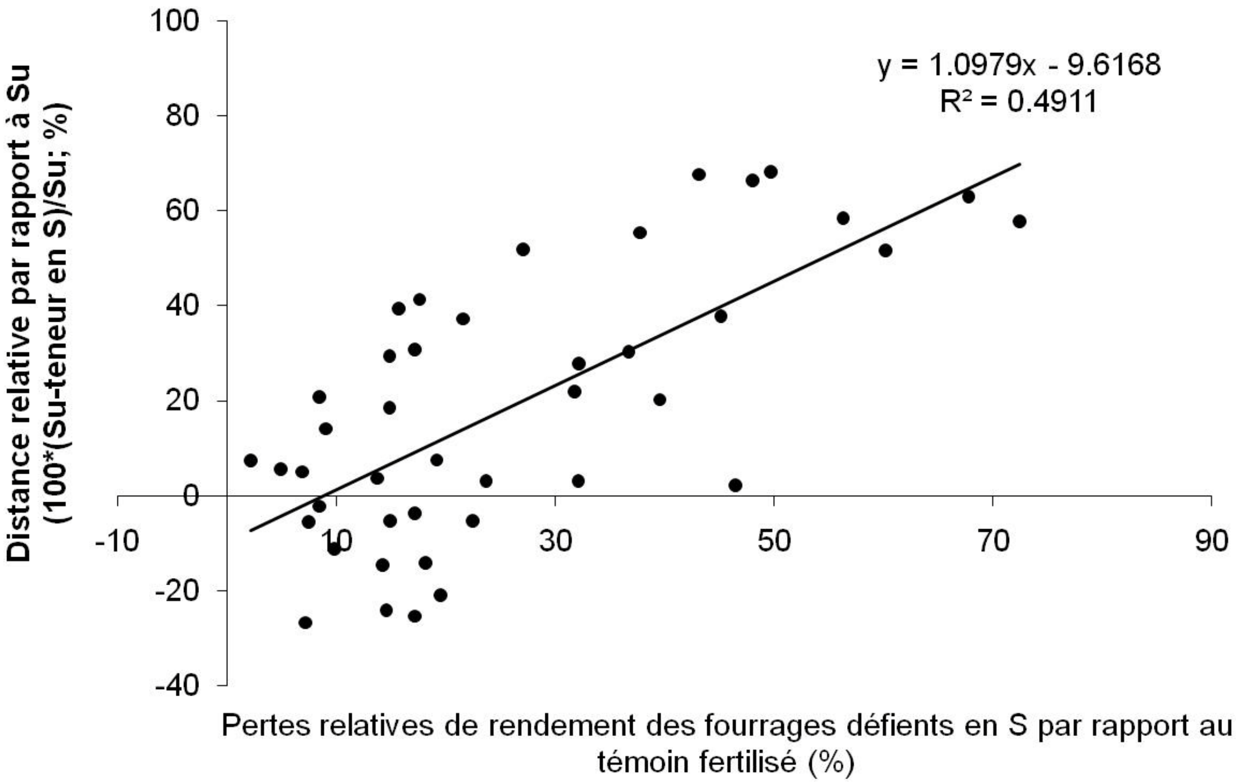
Au milieu = incertitude => Analyses discriminante (Dagnelie, 1975 et Systat, 1998) => Ligne de séparation des déficients et suffisants



=> 3 équations et 5 zones

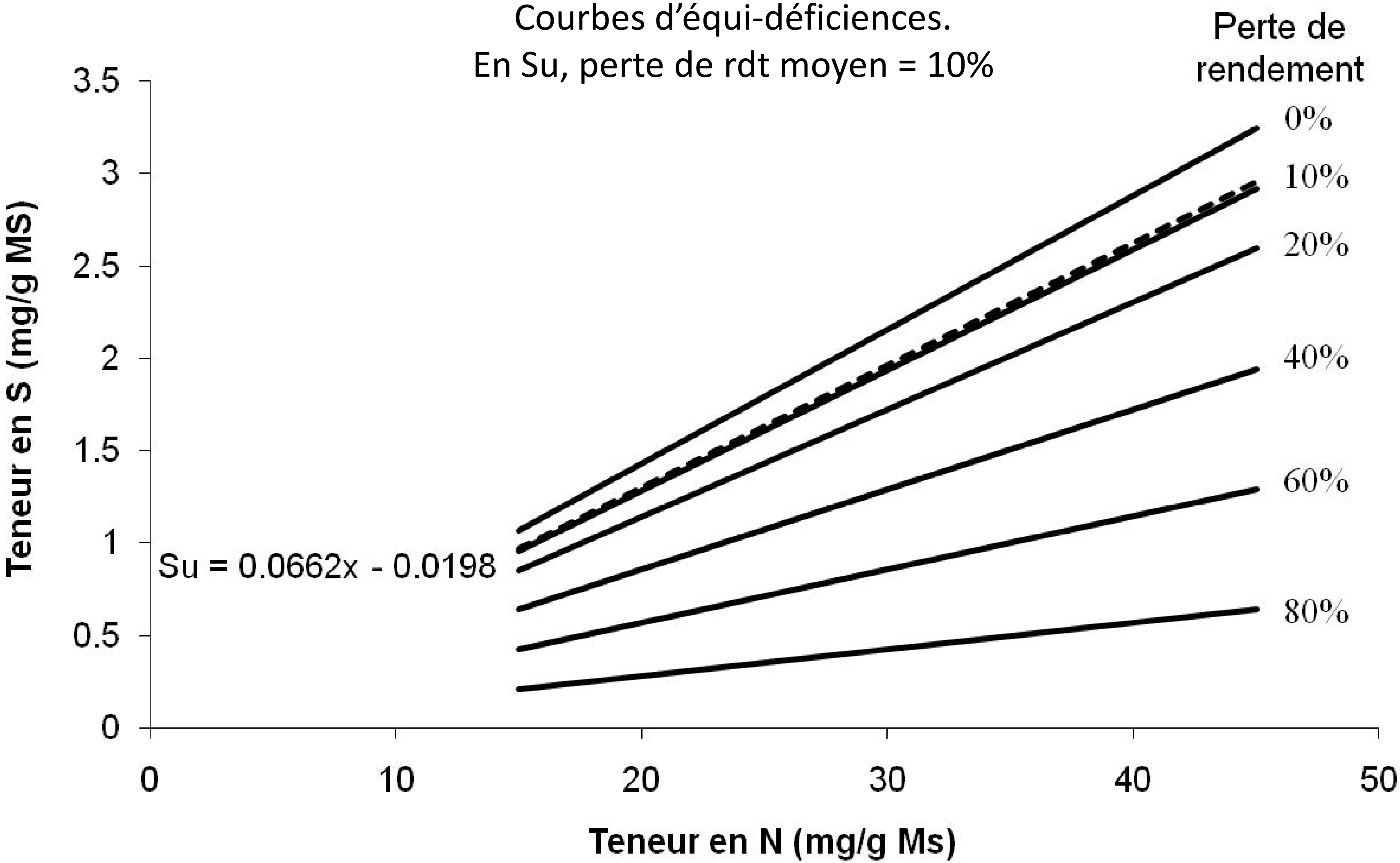
Table 2
Critical linear relationships for diagnosing sulphur nutritional status of grasses.

Zones	Diagnostic	Critical relationships	Equation determination
1. Sufficiency	S > Ss, certainly sufficient	Ss = 0.0619 × N + 0.2894	Boundary line 2
2. Uncertainty	Ss > S > Su, probably sufficient	Su = 0.0662 × N−0.0198	Discriminant analysis
	Su > S > Sd, probably deficient		
3. Deficiency	Sd > S, Certainly deficient	Sd = 0.0665 × N−0.2805	Boundary line 1



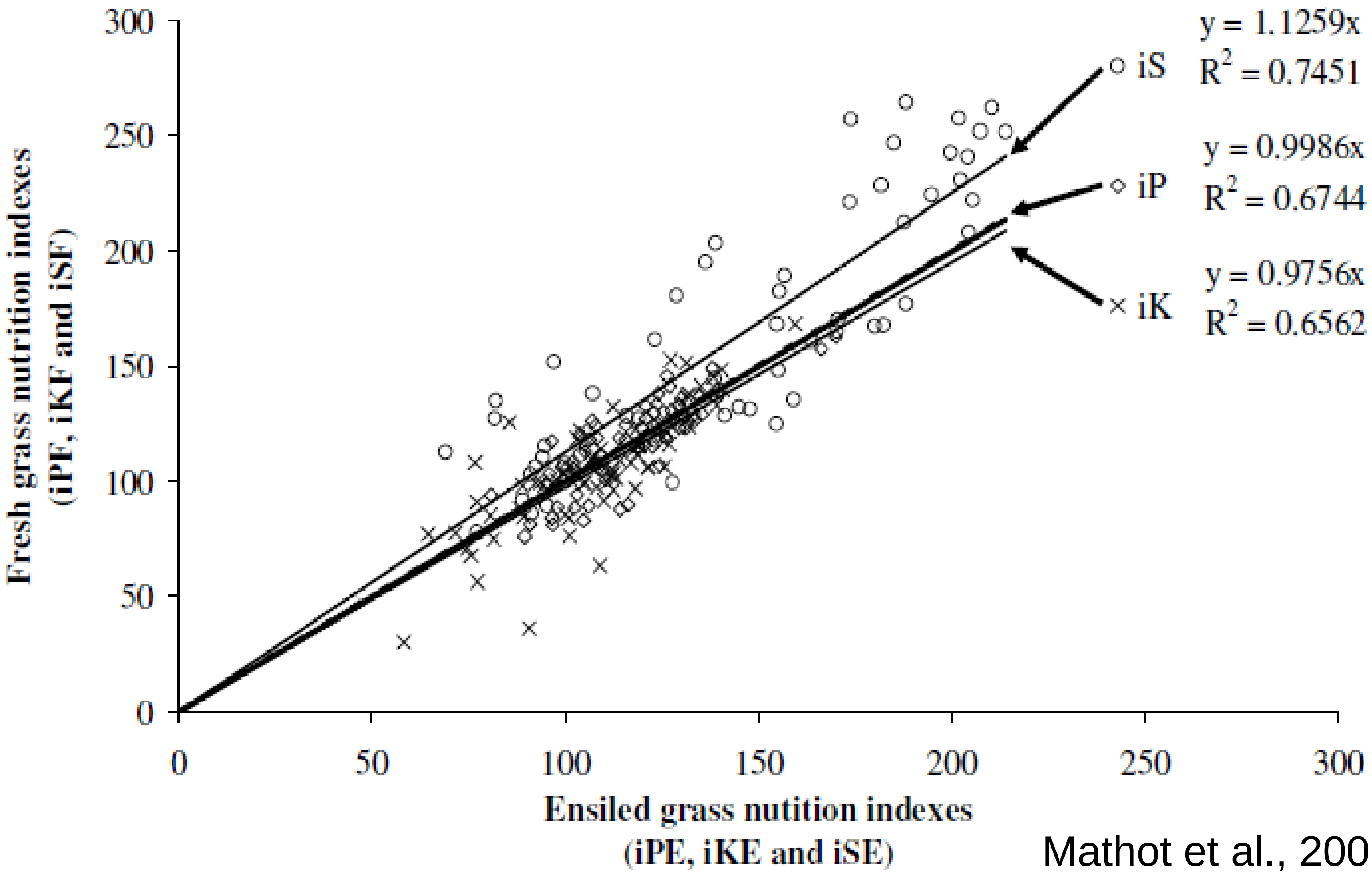
Mathot, non publié

Courbes d'équi-déficiences.
En Su, perte de rdt moyen = 10%



Mathot, non publié

Et si herbe ensilée?



Mathot et al., 2009



Conclusions




- Validation
- Rapide, large échelle
- Attention aux quelques conditions d’utilisation (rendement, % trèfle, stress…)
- Applicable sur les fourrages conservés (Mathot et al., 2009)
- Mise en œuvre pour des aperçus à l’échelle régionale (voir poster)