



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

TECHNIQUES ISOTOPIQUES POUR EVALUER LA BIODISPONIBILITE DU Zn

Agroscope

13/04/2015



Comment la disponibilité du Zn est estimée?

Théoriquement (*Becket and White, 1964*)...

- Facteur intensité (mg Zn/L solution)
- Facteur quantité (mg Zn/kg sol)
- Facteur capacité (L/kg sol)

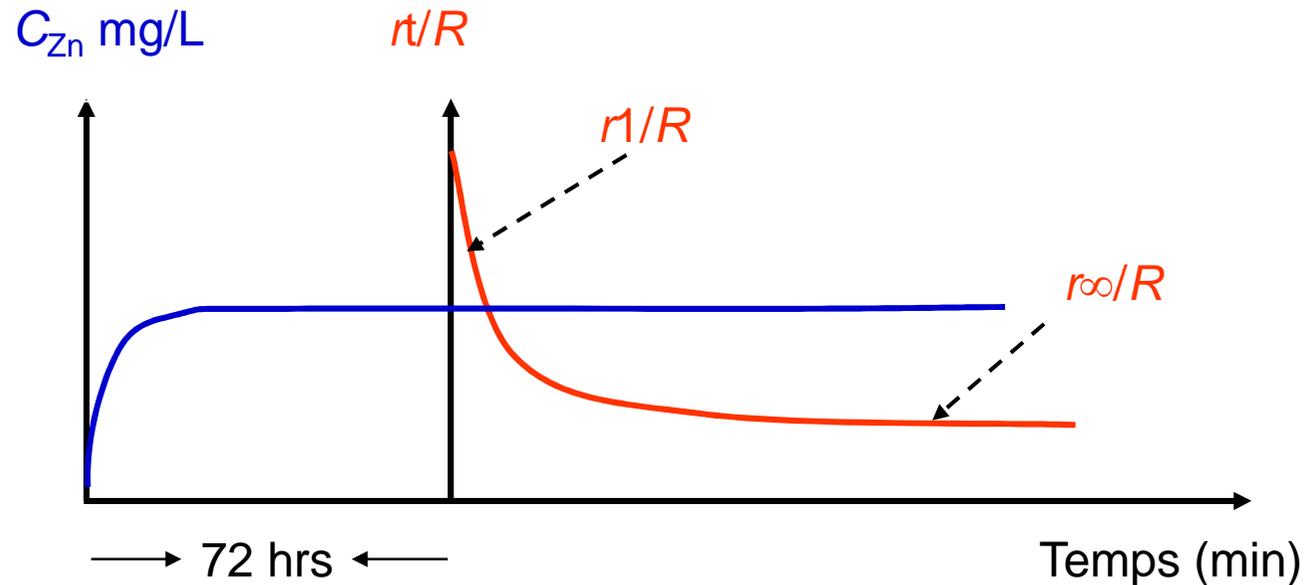
Pratiquement...

- ✓ Méthodes chimiques
 - sels dilués
 - agents chélateurs
 - acides
- ✓ Méthodes physico-chimiques
- ✓ Dilution isotopique (E & L values)



Détermination du Zn Isotopiquement Echangeable dans un Système Sol-Solution à l'Etat Stationnaire (valeur- E)

Sinaj et al, 1999, SSAJ



$$r_t/R = r_1/R * [t + (r_1/R)^{1/n}]^{-n} + r_{\infty}/R$$

$$(r_t/10 * C_{Zn}) \text{ solution} = (R/Et) \text{ system}$$

$$Et = 10 * C_{Zn} * R/r_t$$

$$r_{\infty}/R = 10 * C_{Zn} / Zn_{HNO3}$$

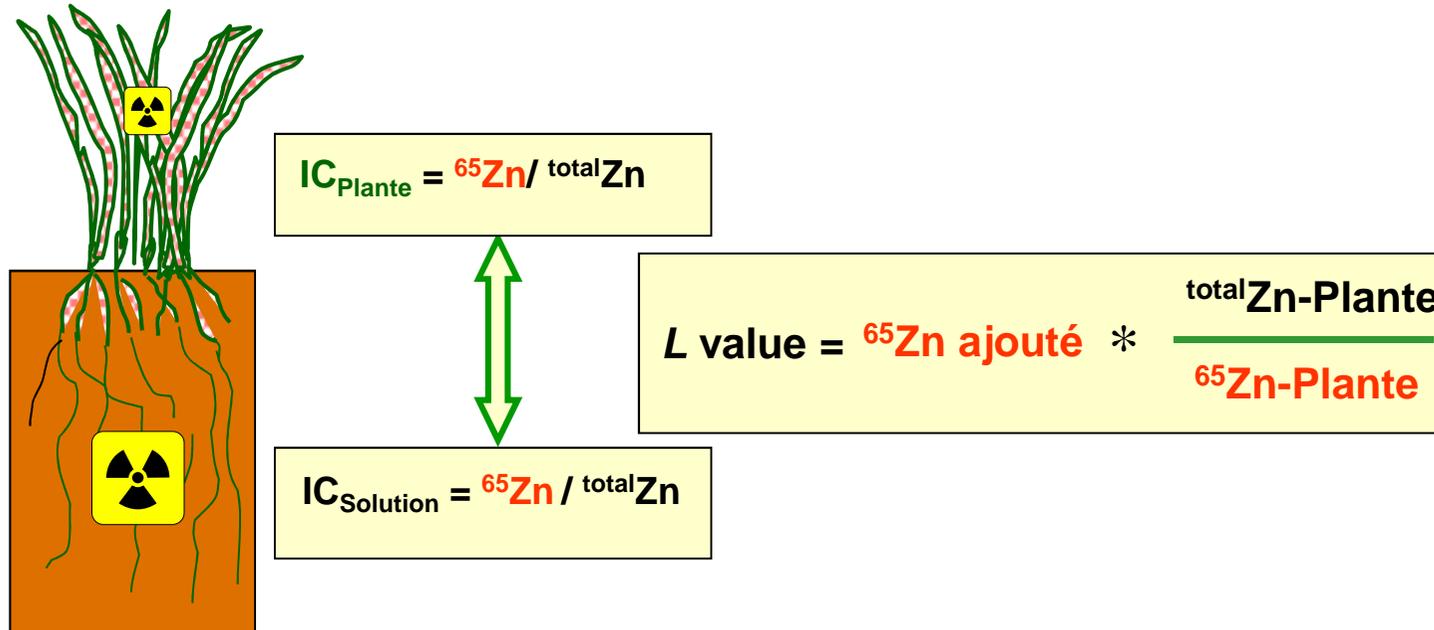
$$C_{Zn} = \frac{r_{\infty}/R}{Zn_{HNO3}}$$



Détermination du Zn Isotopiquement Echangeable dans une Expérience en Pot (valeur-L)

Tiller et al., 1972, AJSR

Plante marquée avec ^{65}Zn

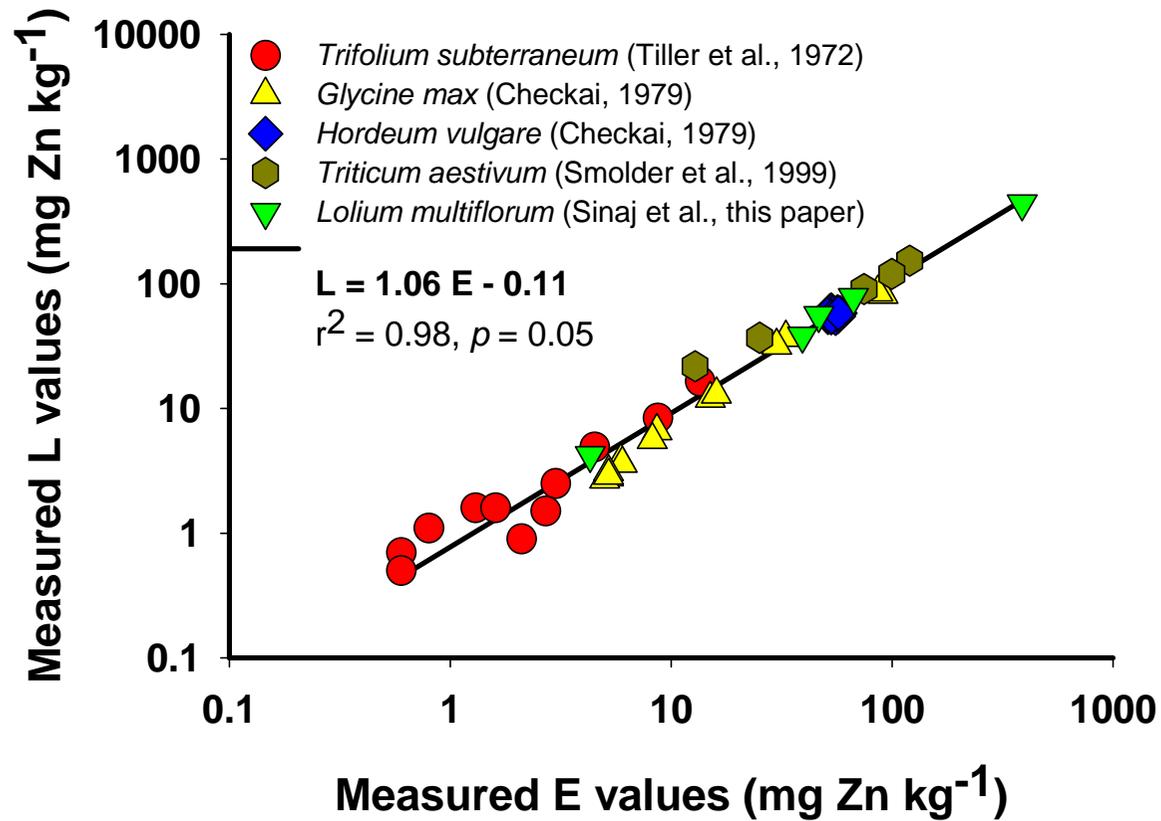


Zn disponible du sol marqué avec ^{65}Zn



Zn Isotopiquement Echangeable: Source Principale du Zn pour les Plantes

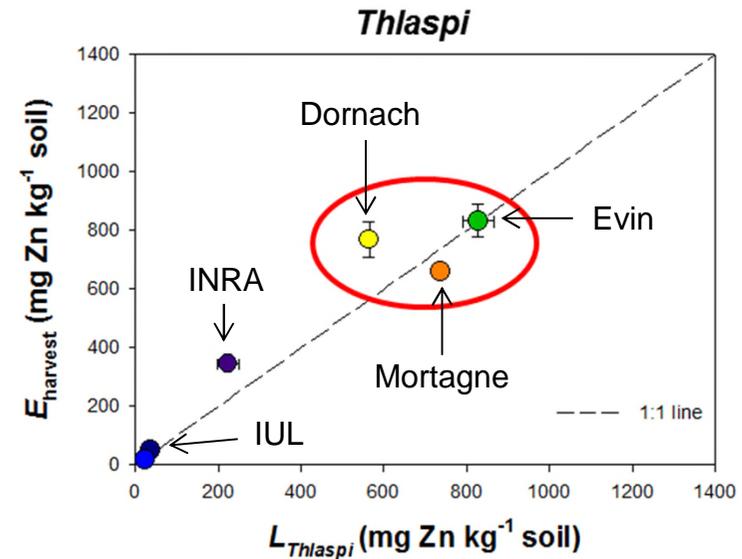
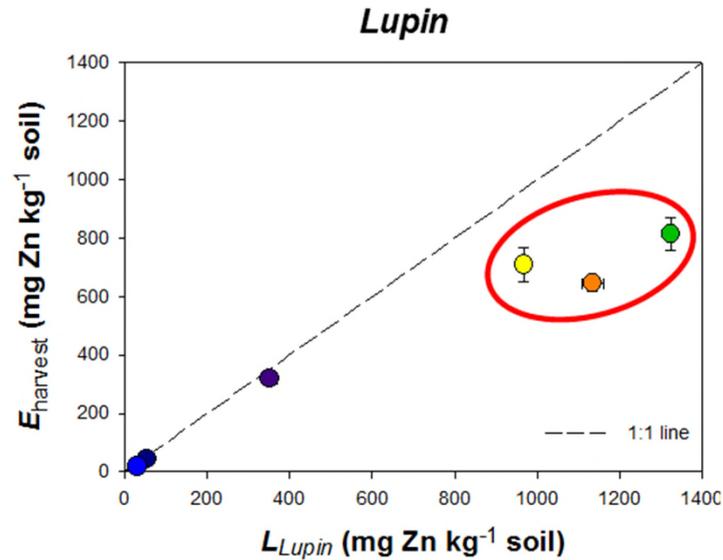
Sinaj et al., 2004, P&S





Valeurs *L* & *E*: *Lupin* & *Thlaspi*

Diesing et al., 2008, EJSS

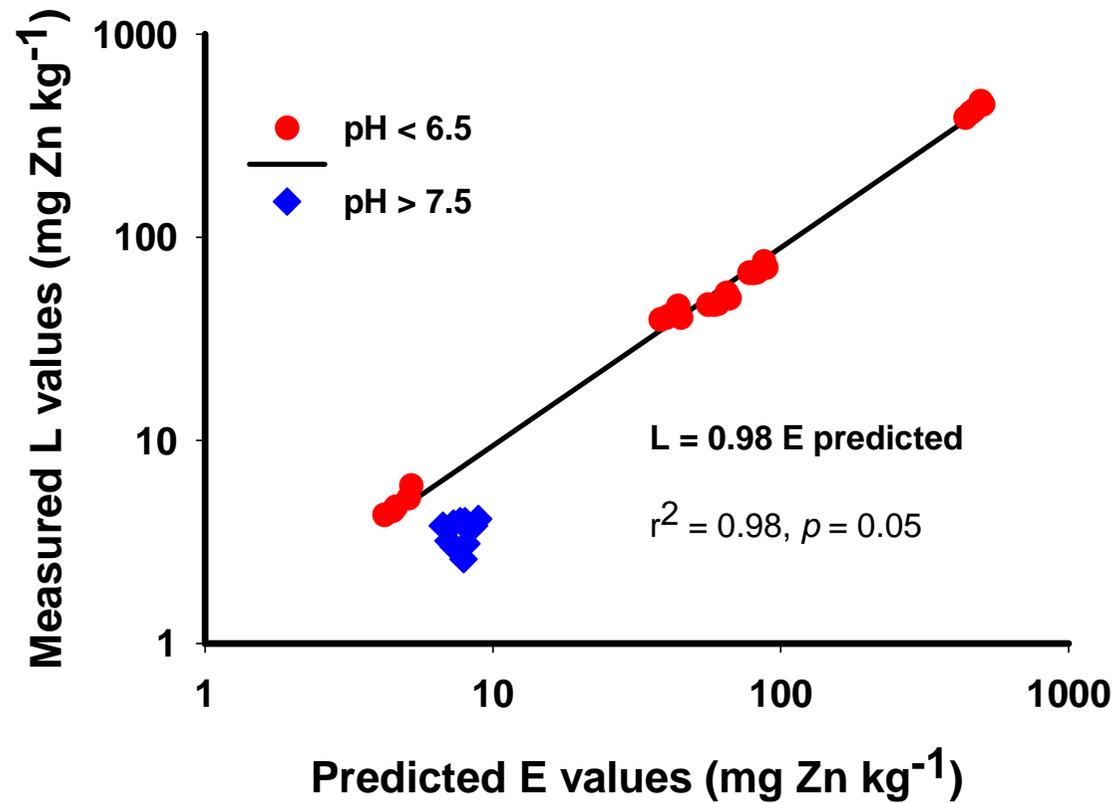


- *Lupin* prélève au-delà du Zn-IE dans les sols pollués
- *Thlaspi* prélève que du Zn-IE: $\ln(L) = 0.13 + 0.97 * \ln(E_{\text{pool1}} + E_{\text{pool2}})$, $r^2 = 0.99$



Valeurs L mesurées expérimentalement & valeurs E extrapolées des expériences IEK à court-terme

Sinaj et al., 2004, P&S





Valeurs-*E* estimées par les extractions chimiques ($L95d = a * x + b$)

Sinaj et al., 2004, P&S

x	a	b	r²
Zn_{EDTA}†	0.95	4.2	0.99***
Zn_{DTPA}‡	1.45	-3.1	0.99***
Zn_{KCl}#	2.09	5.4	0.99***

† Lakanen and Erviö (1971); ‡ Lindsay and Norvell (1978); # Davis (1995)

Nombre de sols: 7



DTPA & EDTA: extraient ni la totalité et ni uniquement le Zn disponible dans les sols

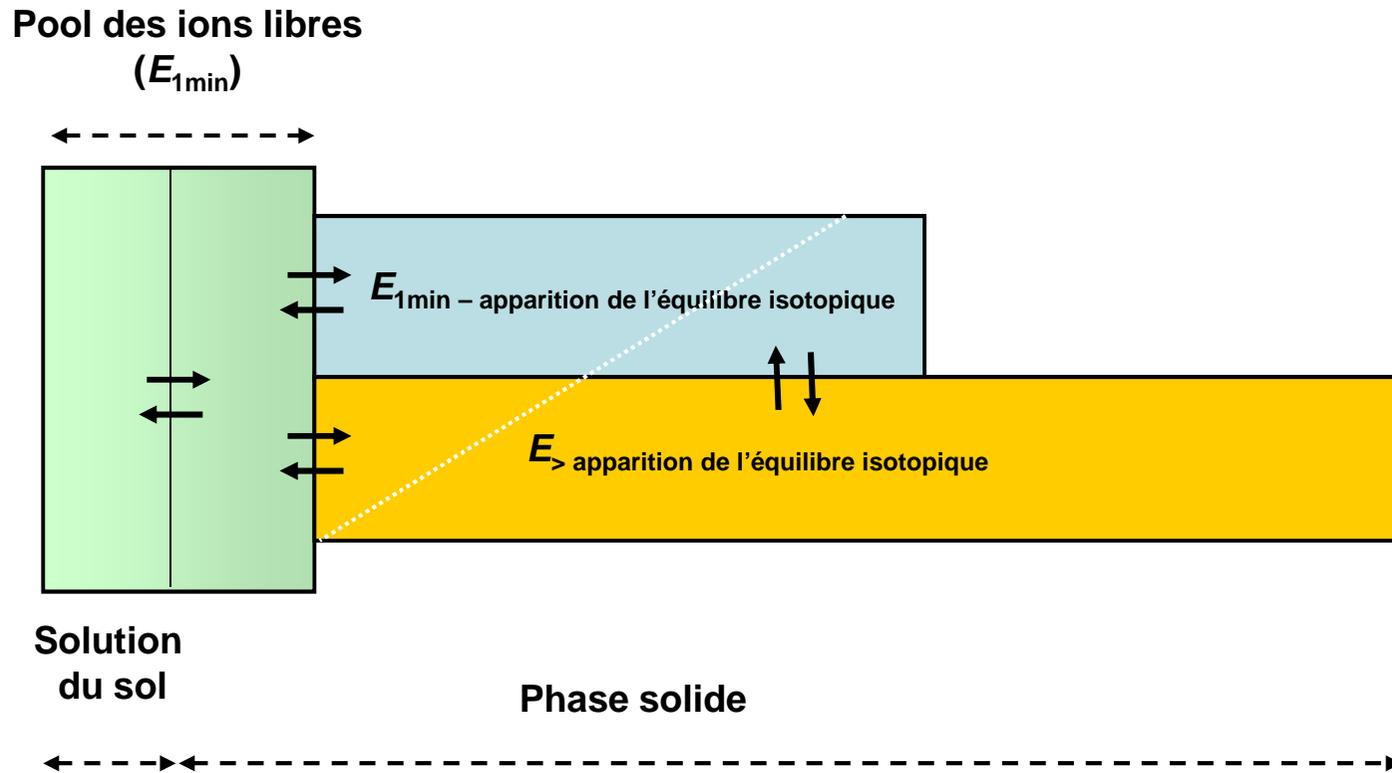
Sinaj et al., 2004, P&S

Type de sol	pH	Zn _{HNO₃}	IC _{Plant-95d}	IC _{DTPA-95d}	IC _{EDTA-95d}
	H ₂ O	mg kg ⁻¹	_____ MBq μg ⁻¹ Zn _____		
Eutrochrept	7.9	42.2	659.7 c	311.8 b	196.6 a
Eutrochrept	7.6	67.5	503.5 c	276.1 b	200.6 a
Dystochrept	5.6	207.1	29.5 c	12.5 a	19.2 b
Hapludalf	6.4	987.4	4.7 c	1.6 a	2.9 b



Zinc disponible du sol déduit des études isotopiques

Sinaj et al., 2004, P&S
Diesing et al., 2008, EJSS





Zn dans la solution du sol & quantités de Zn isotopiquement échangeables en 1min, modérément échangeables & lentement ou pas du tout échangeables dans six sols contaminés

Diesing et al., 2008, EJSS

Sols	C_{Zn}	E_{pool1}	E_{pool2}	E_{pool3}
	mg Zn litre ⁻¹	mg Zn kg ⁻¹ sol		
INRA	0.50	51	167 (1min-7jrs)	463
IUL-BE	0.02	6	29 (1min-7jrs)	128
IUL-LP	0.38	10	13 (1min-14jrs)	65
Dornach	0.15	181	368 (1min-1jr)	1138
Evin	12.40	697	305 (1min-14jrs)	645
Mortagne	29.90	612	174 (1min-7jrs)	521

- ♦ $\ln(C_{Zn}) = 4.8 - 3.1 * pH + 1.86 * \ln(Zn_{total})$, $r^2 = 0.97$
- ♦ Sols pollués avec amendements organiques (INRA & IUL): 3-12% du Zn-tot ➔ Pool1 et 68-80% ➔ Pool3
- ♦ Evin & Mortagne smelter sols: 42-47% du Zn-tot ➔ Pool1 & 40% ➔ Pool3
- ♦ Dornach smelter sol: résultats intermédiaires



CONCLUSIONS

- **Le Zn isotopiquement échangeable est la principale source de Zn pour les plantes dans les sols acides et neutres pollués et non pollués.**
- **La quantité de Zn isotopiquement échangeable peut être prédite dans les sols acides et neutres à partir des expériences cinétiques à court terme, alors que plus de recherche est nécessaire pour les sols alcalins.**
- **Les techniques isotopiques peuvent être utilisées avec succès pour évaluer la capacité des extractants chimiques à estimer la biodisponibilité du zinc dans les sols pollués et non pollués.**
- **Le Zn du sol extrait par les extractants chimiques ne représente ni la totalité et ni uniquement le Zn disponible pour les plantes.**



MERCI JCF!