

comifer



11^{èmes}

RENCONTRES

de la fertilisation raisonnée et de l'analyse

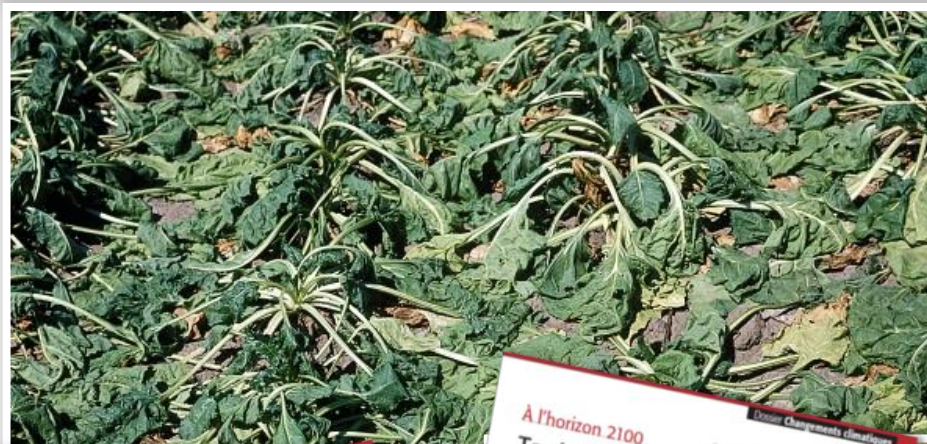
Potassium et Magnésium pour une meilleure tolérance au stress hydrique

Olivier Goujard, K+S KALI France

Rencontres COMIFER-GEMAS, Poitiers le 21/11/2013



Le manque d'eau conduit au stress hydrique – qui peut dans certains cas être catastrophique



Betteraves sucrières
le 29/07/2003 à
Kornsberg (DE)



Maïs le 18/07/2012 à Reynold (USA, Indiana)



Blé d'hiver le 01/06/2011 à Harber (DE)

Simulation climatique printanière

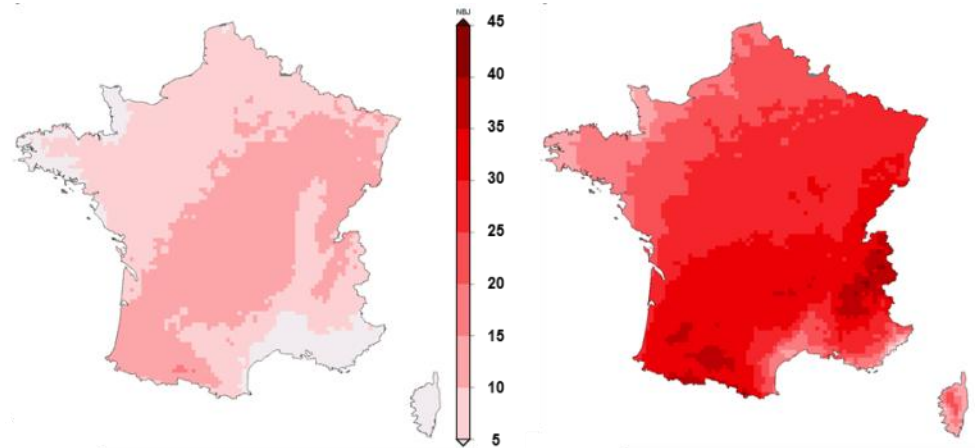
Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Météo-France/SCAMPEI - France CNRM : modèle Aladin de Météo-France

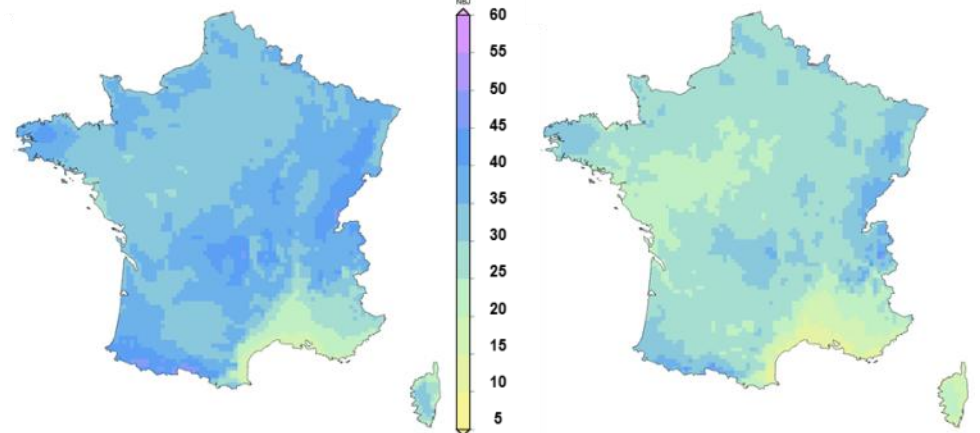
Référence (années 1970)

Horizon lointain (années 2085)

Températures: Nombre de jours anormalement chauds au printemps (température maximale supérieure de plus de 5 C à la normale)

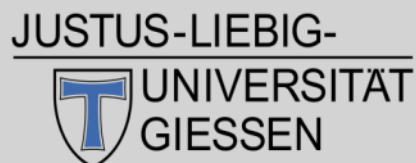


Pluviométrie: Nombre de jours de pluie au printemps



Source: www.drias-climat.fr

Justus-Liebig-Universität
Gießen



Nutrition des plantes

Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg



**Minéralogie de l'argile
Efficience de l'eau**



Sabancı Üniversitesi
Istanbul/Türkei

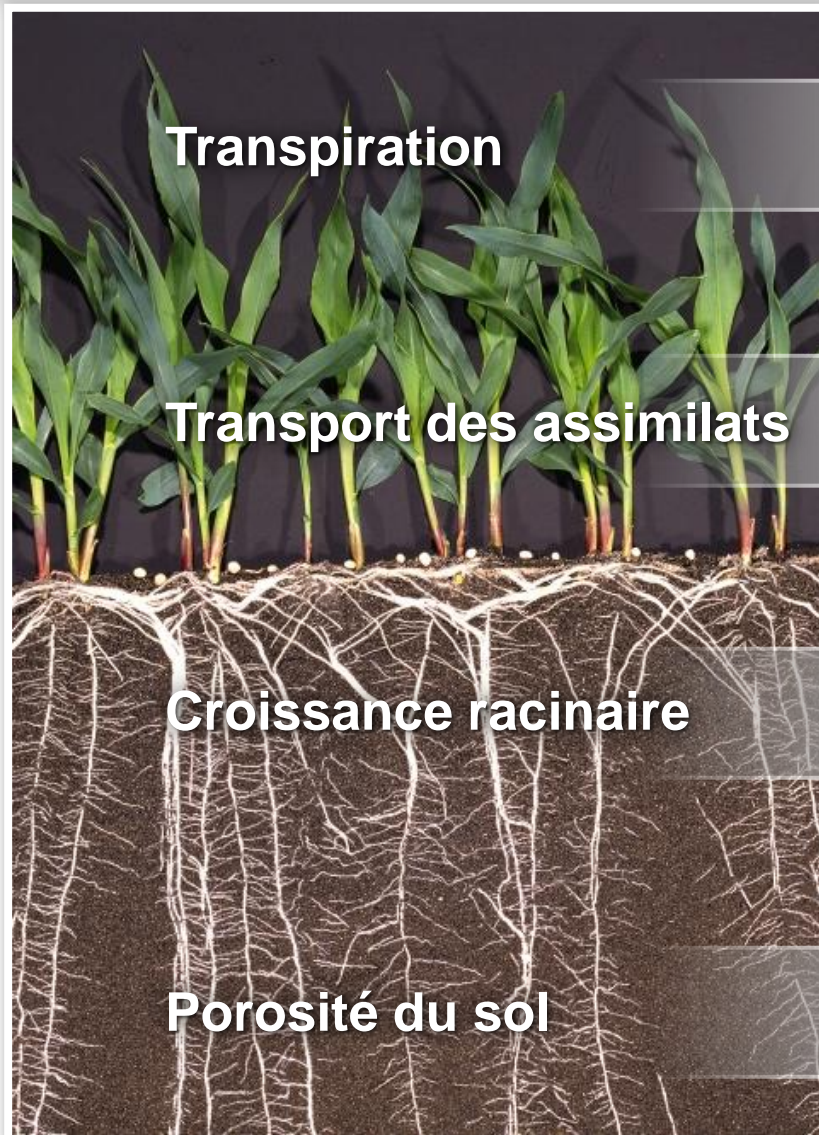
Sabancı
Üniversitesi

**Magnésium dans les
plantes**

Christian-Albrechts-
Universität Kiel



Mécanique du sol



Transpiration

K

Régulation hydrique des
plantes

Transport des assimilats

K + Mg

Formation des racines
et rendement

Croissance racinaire

Mg

Les racines explorent un
plus grand volume

Porosité du sol

K

Volume de stockage plus
important dans le sol



K

Régulation hydrique des
plantes

K + Mg

Formation des racines
et rendement

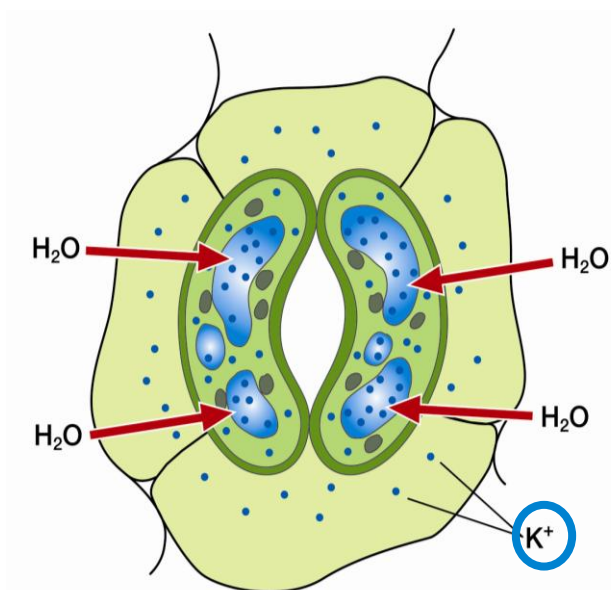
Mg

Les racines explorent un
plus grand volume

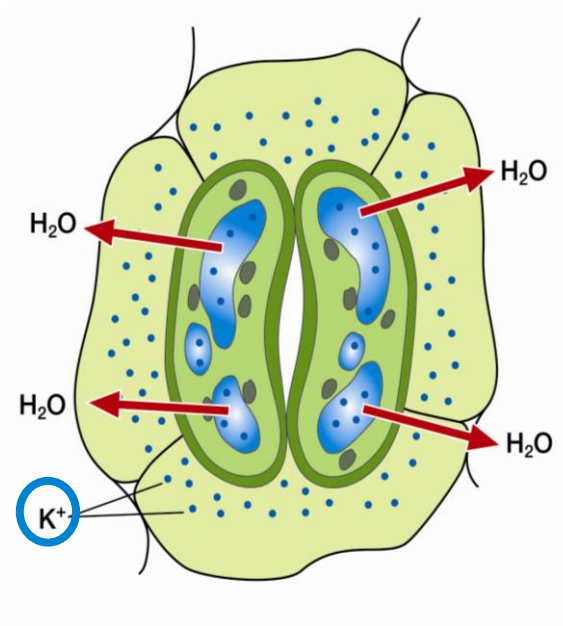
K

Volume de stockage plus
important dans le sol

Ouverture de la stomate

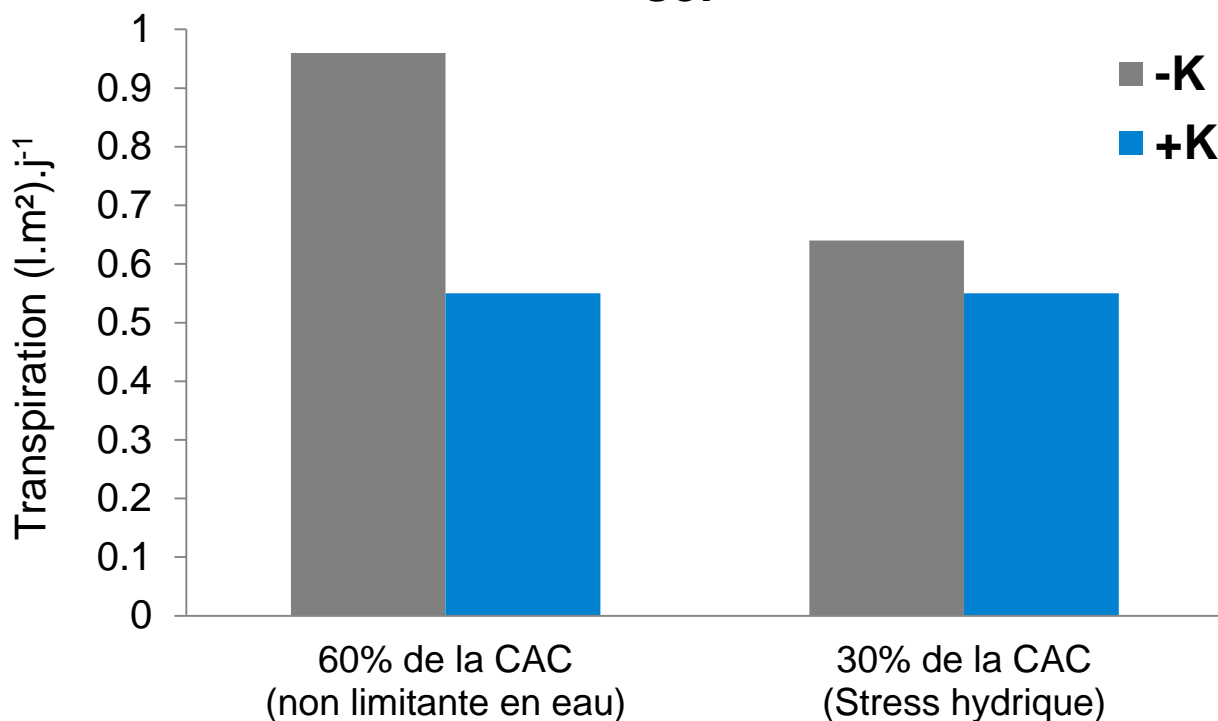


Fermeture de la stomate



➡ Carence en K \Rightarrow Fonction restreinte des stomates

Effet d'un apport de potassium sur la transpiration du colza selon l'humidité du sol



Carence en K ⇒ Pertes d'eau incontrôlée par la transpiration

Source: Projet de recherche K+S KALI GmbH et Université de Gießen: A.Fritz, 2009



Transpiration

K

Régulation hydrique des
plantes

Transport des assimilats

K + Mg

Formation des racines
et rendement

Croissance racinaire

Mg

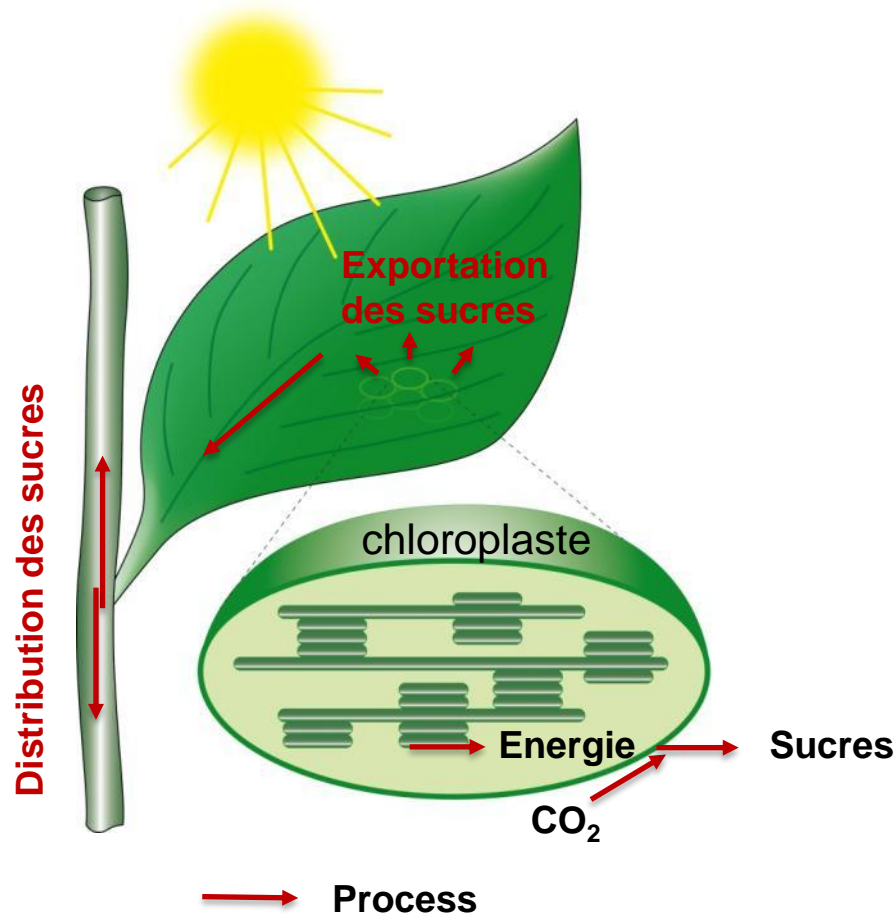
Les racines explorent un
plus grand volume

Porosité du sol

K

Volume de stockage plus
important dans le sol

+K +Mg



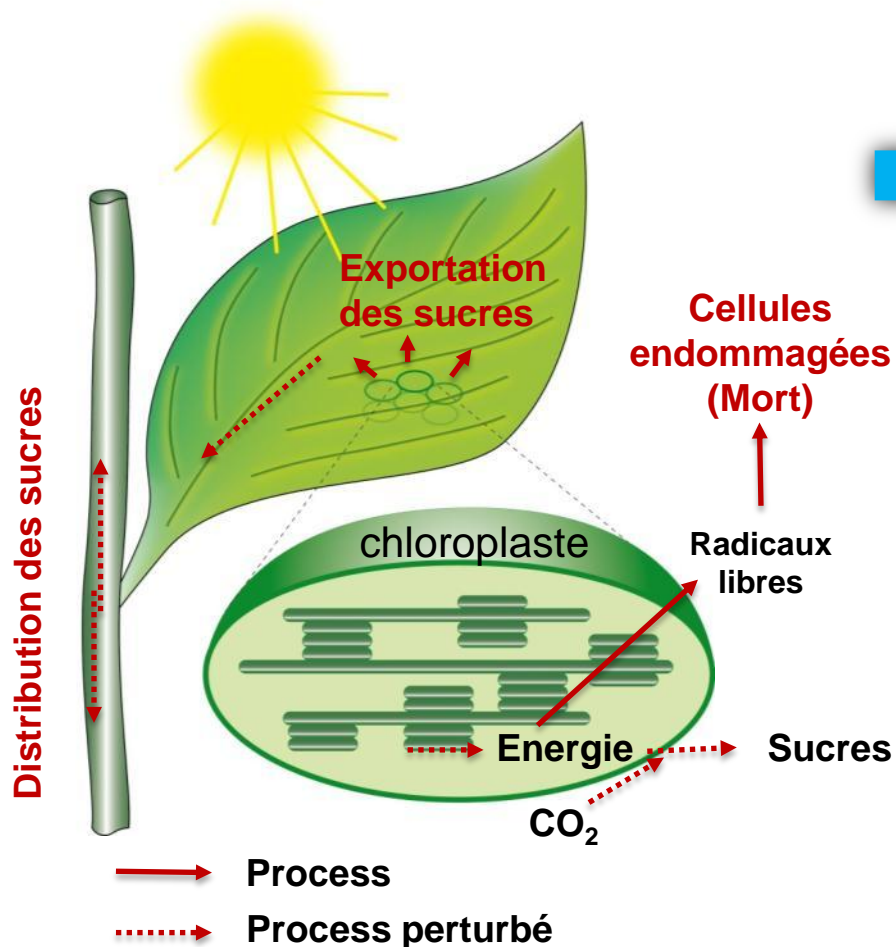
Rôles du Mg:

- atome central de la chlorophylle
- Régulation du pH des chloroplastes pour fixation du CO₂

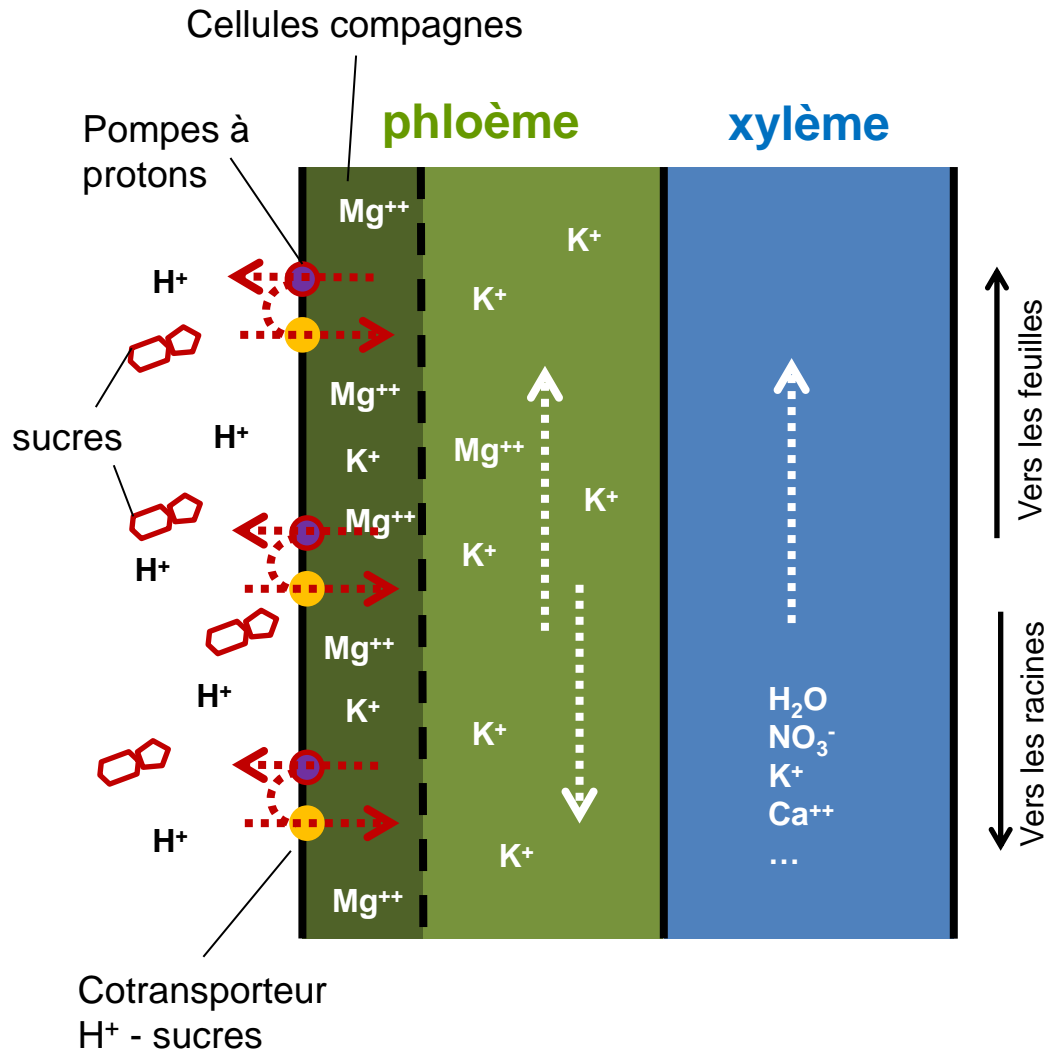
Rôles du K:

- Régulation du pH pour formation d'ATP

-K -Mg



- ➔ Une carence en K et Mg
- ⇒ Diminution de la synthèse des sucres
- ⇒ Moindre distribution vers le phloème



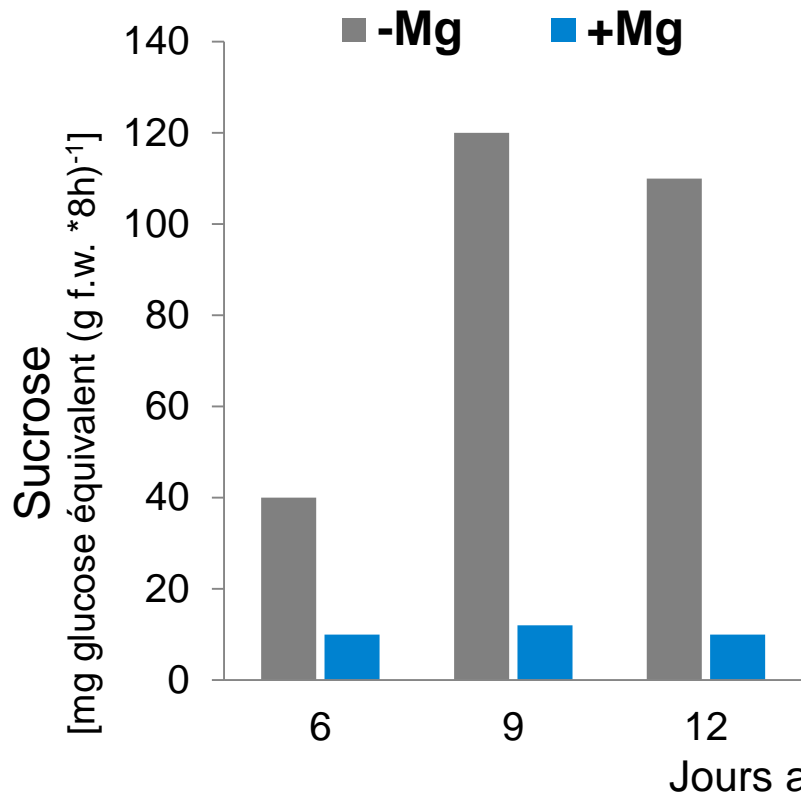
Le potassium intervient:

- Au maintien d'un pH élevé dans le phloème
- À la construction du potentiel osmotique nécessaire à la circulation de la sève (mass flow)

Le magnésium:

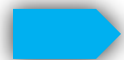
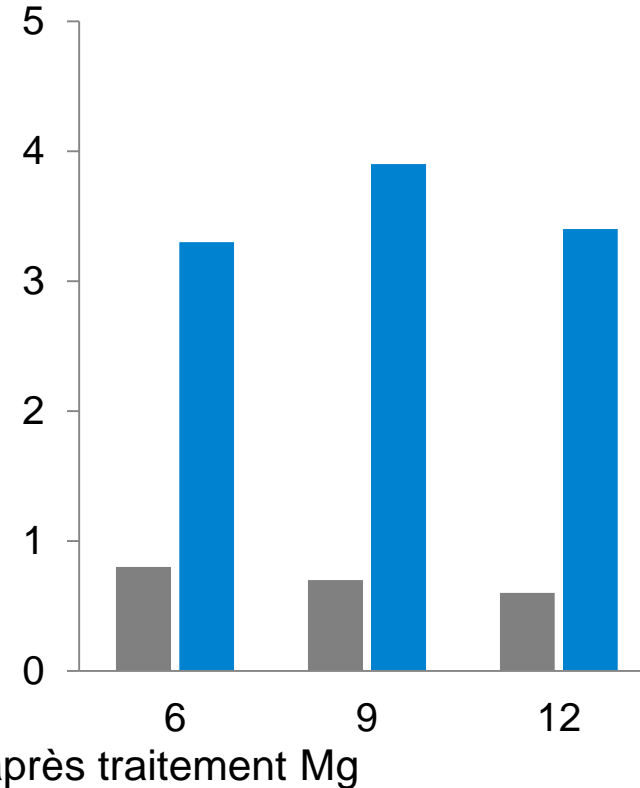
- Nécessaire au bon fonctionnement des pompes à protons (MgATP)

Sucres dans les feuilles sources

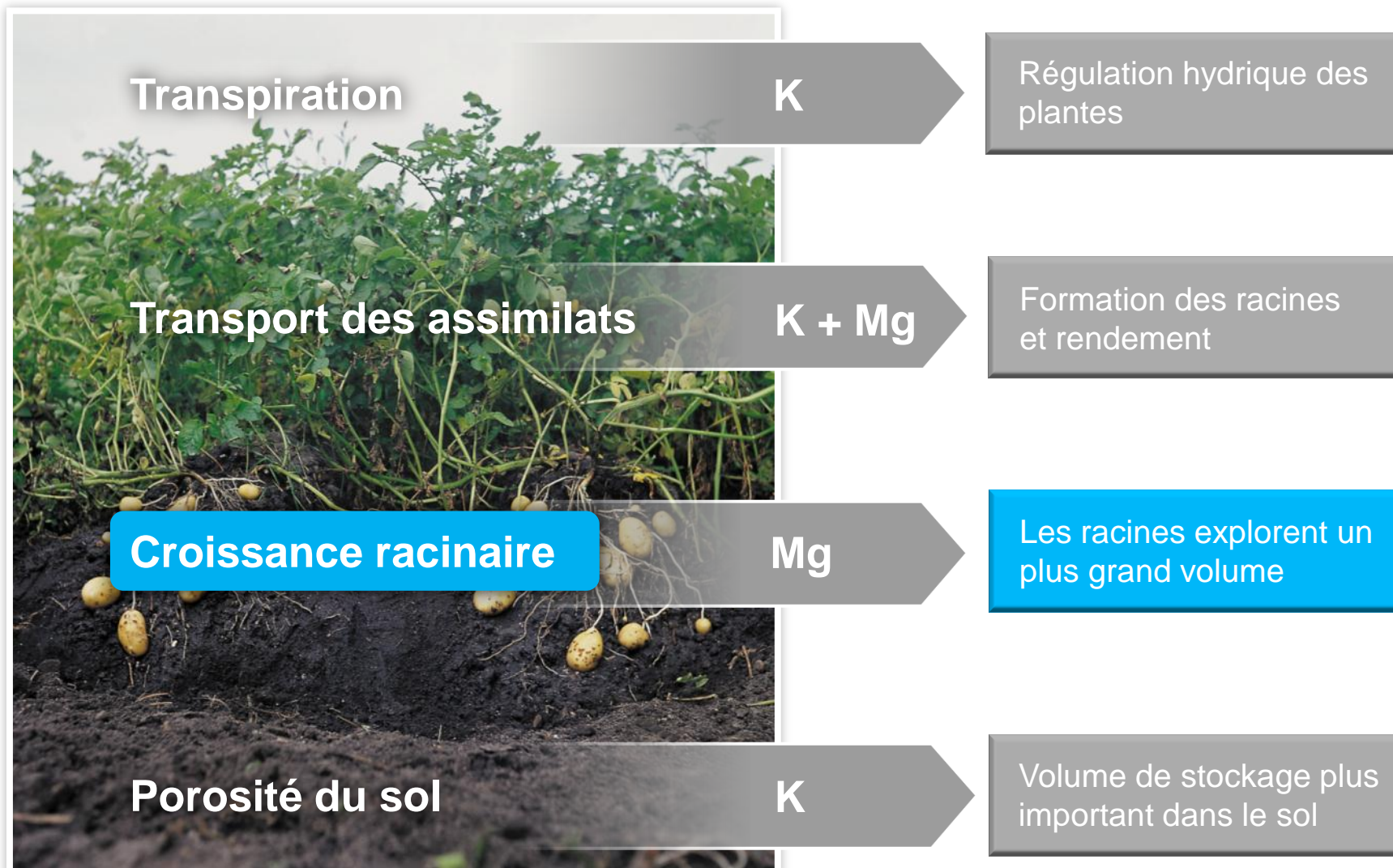


Sucres dans le phloème

Source: Cakmak, Université de Sabanci Istanbul



Une carence en Mg induit un arrêt des transferts des sucres dans le phloème



K et Mg favorisent le transfert des sucres vers les racines



Part des sucres dans la partie aérienne



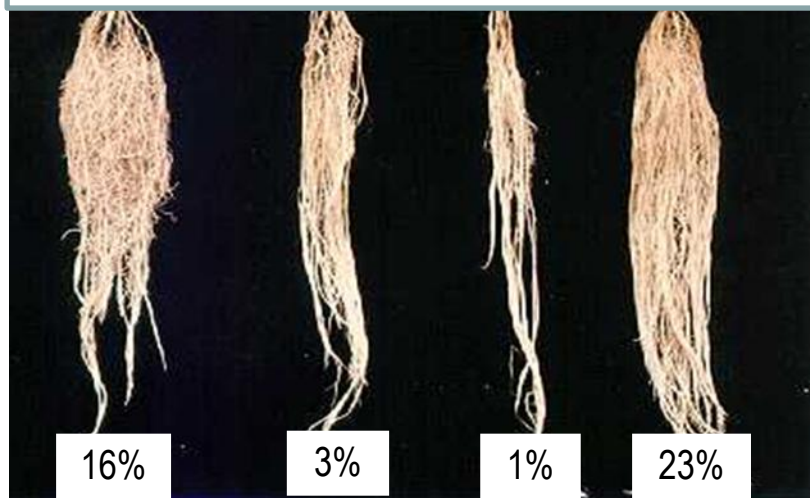
Témoin

-K

-Mg

-P

Part des sucres dans la partie racinaire



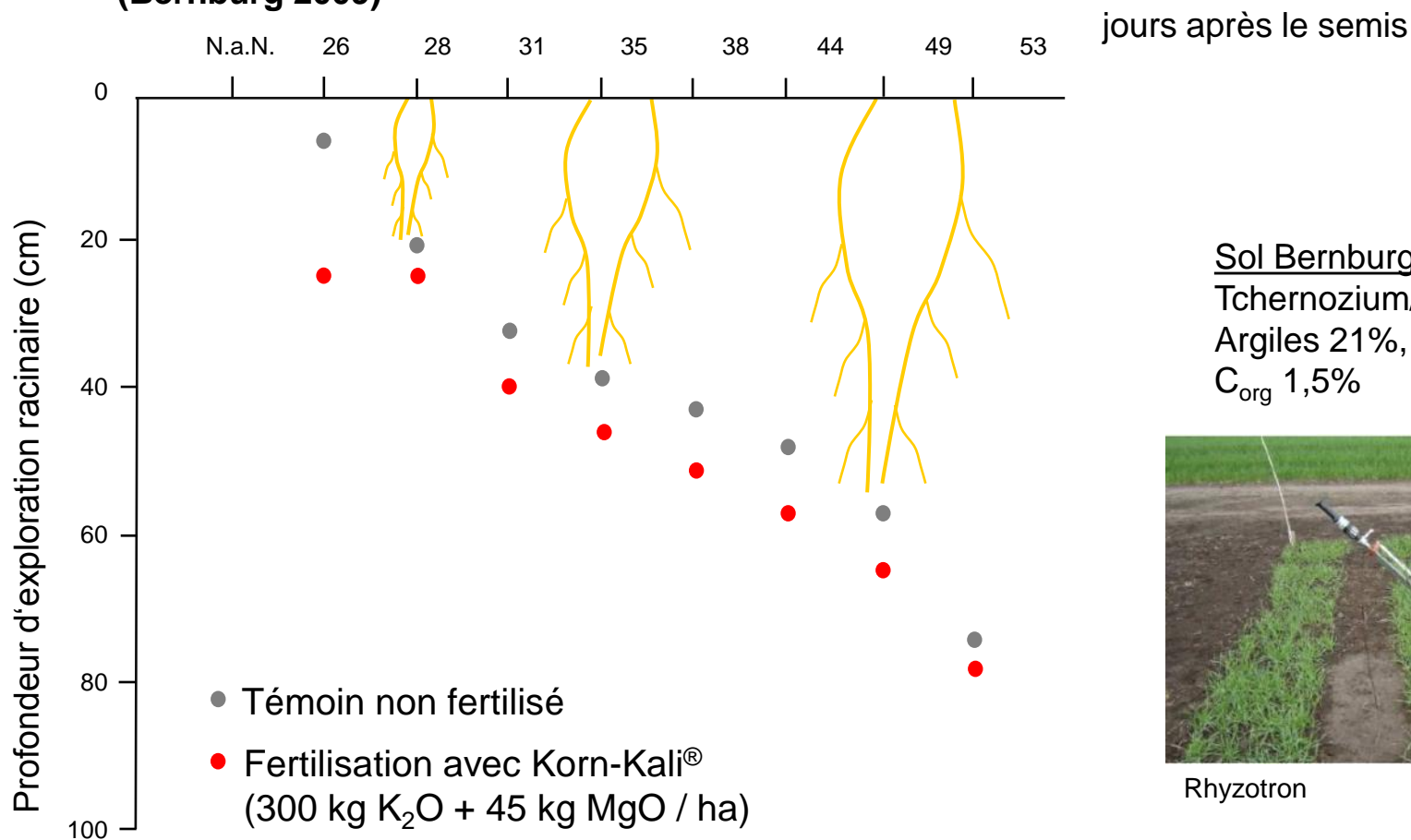
Potassium et Magnésium permettent le transfert des sucres vers les racines et donc leur croissance

Source: Cakmak, Université de Sabanci Istanbul

K et Mg favorisent la croissance racinaire – Pour une zone d'exploration plus grande dans le sol



Effet d'un apport de fertilisant K-Mg sur l'enracinement de la betterave sucrière (Bernburg 2009)



Sol Bernburg:
Tchernoziem/Loess (Ut4)
Argiles 21%, Limons 73%
C_{org} 1,5%



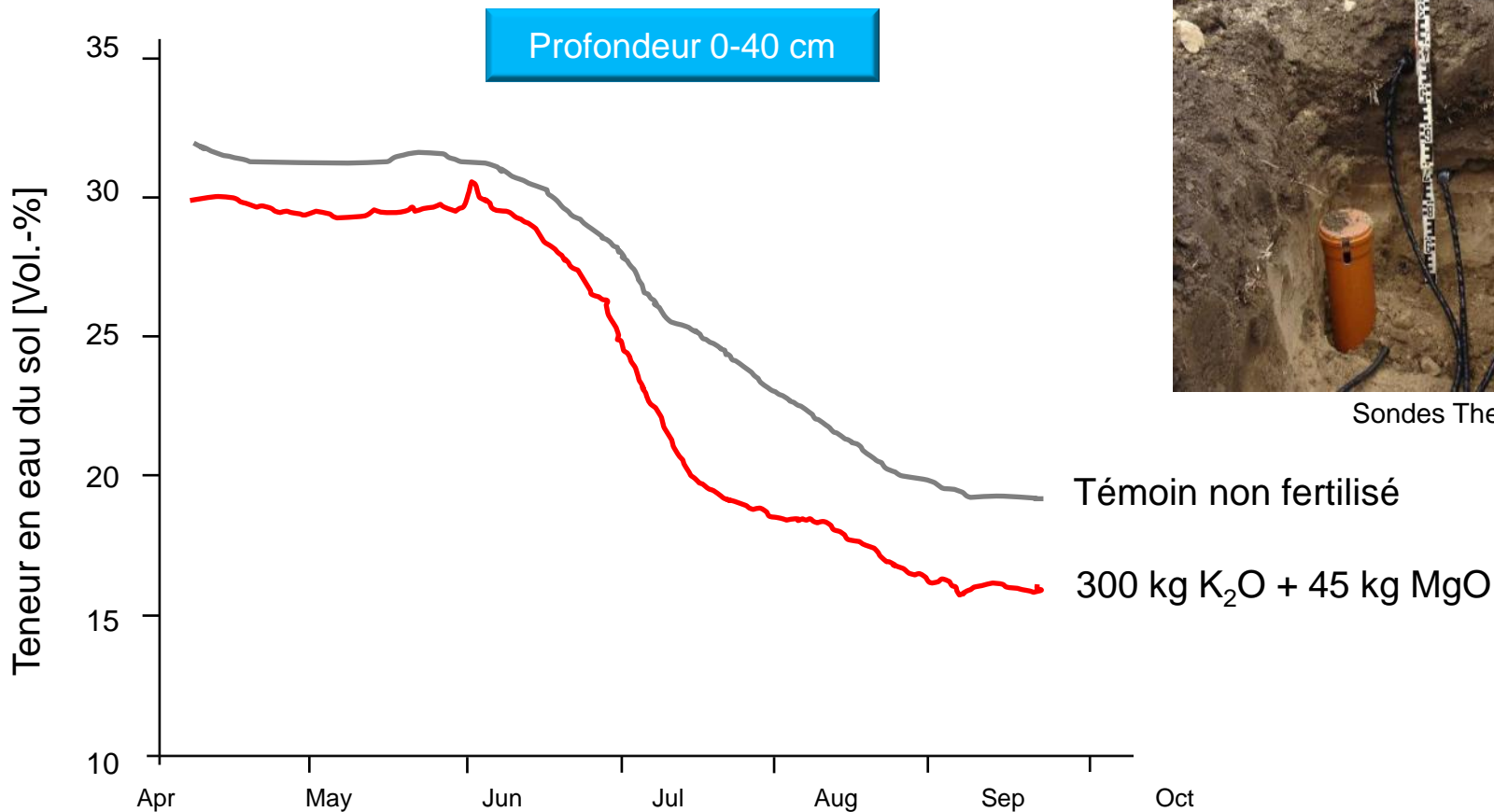
Rhizotron

Source: Projet de recherche K+S KALI GmbH avec l'université de Halle-Wittenberg; Damm et al., 2012

K et Mg favorisent la croissance racinaire – Pour une meilleure absorption de l'eau du sol



Effet d'un apport de fertilisant K-Mg sur la teneur en eau résiduelle du sol (Bernburg 2009)



Source: Projet de recherche K+S KALI GmbH avec l'université de Halle-Wittenberg; Damm et al., 2012



Transpiration

K

Régulation hydrique des
plantes

Transport des assimilats

K + Mg

Formation des racines
et rendement

Croissance racinaire

Mg

Les racines explorent un
plus grand volume

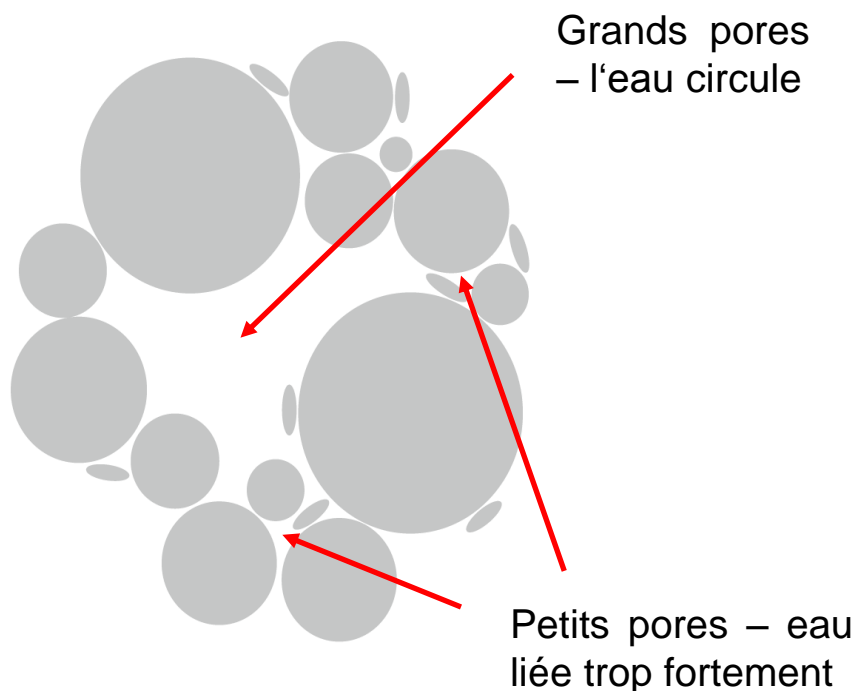
Porosité du sol

K

Volume de stockage plus
important dans le sol

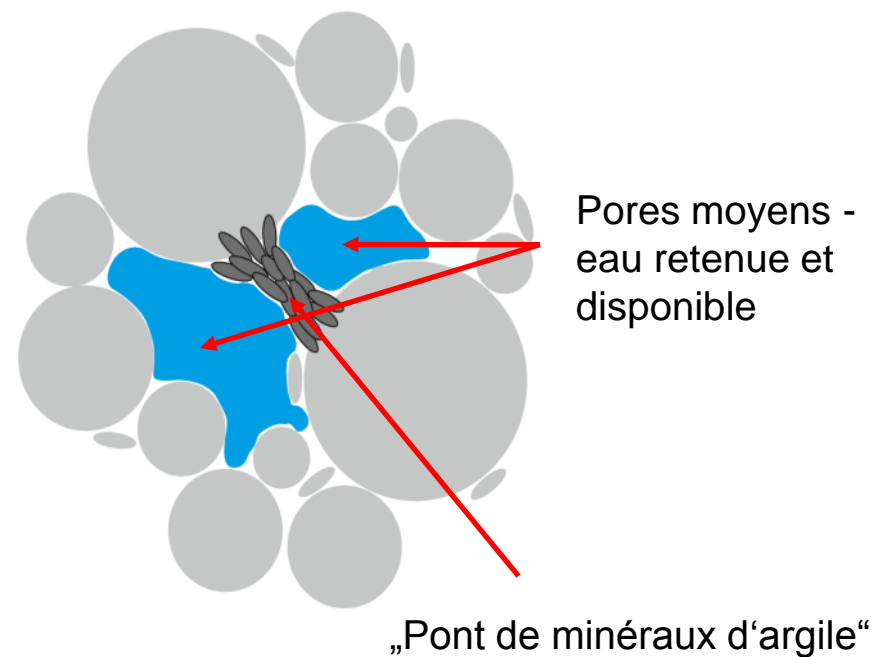
-K

La RU du sol est fonction de la porosité et surtout de la proportion en pores de taille moyenne pouvant retenir l'eau.



+K

Le potassium participe à la formation de ponts entre les colloïdes du sols créant ainsi une plus forte proportion de pores moyens.

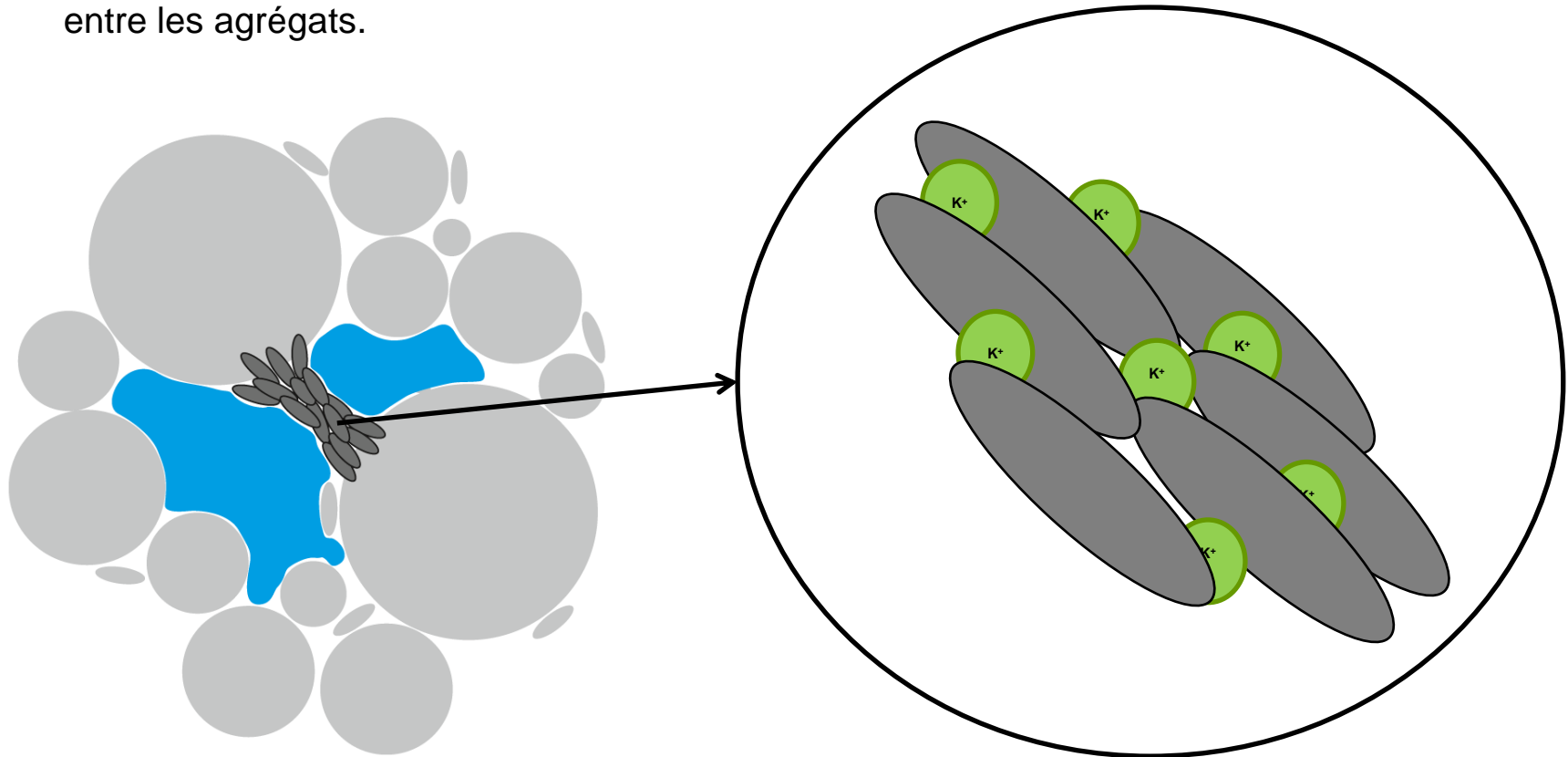


Source: Holthusen et al. 2011

Le potassium intervient sur la structure du sol et plus particulièrement sur la porosité

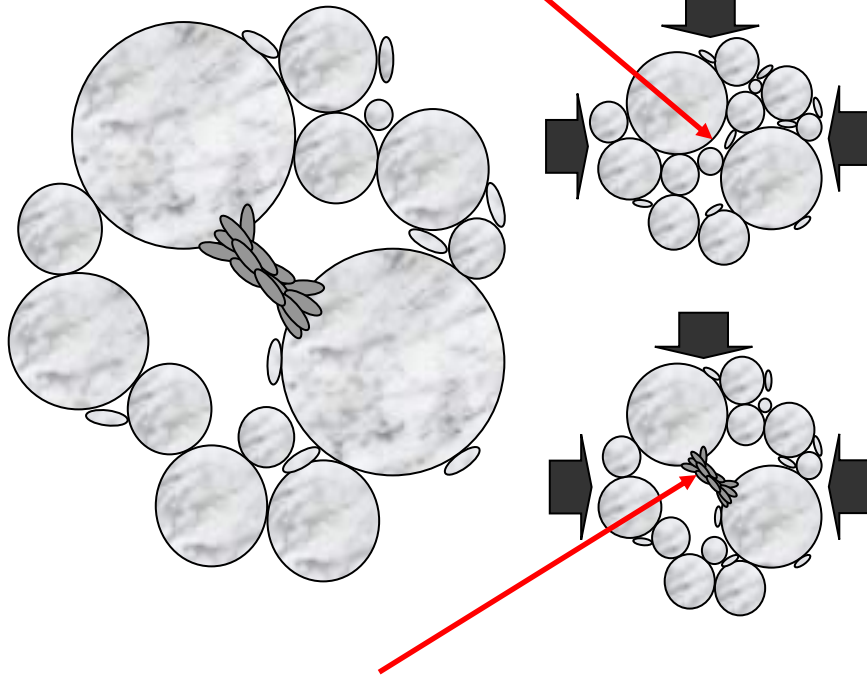


Le potassium agit comme un liant entre les minéraux d'argile qui forment des ponts entre les agrégats.



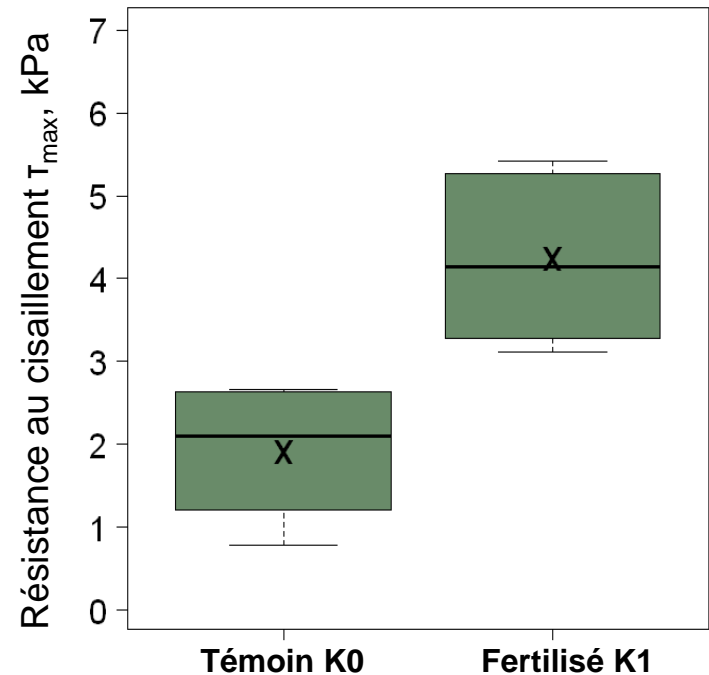
Source: d'après Feeser et al. (2001)

Compaction \Rightarrow diminution du volume au niveau des grands pores.



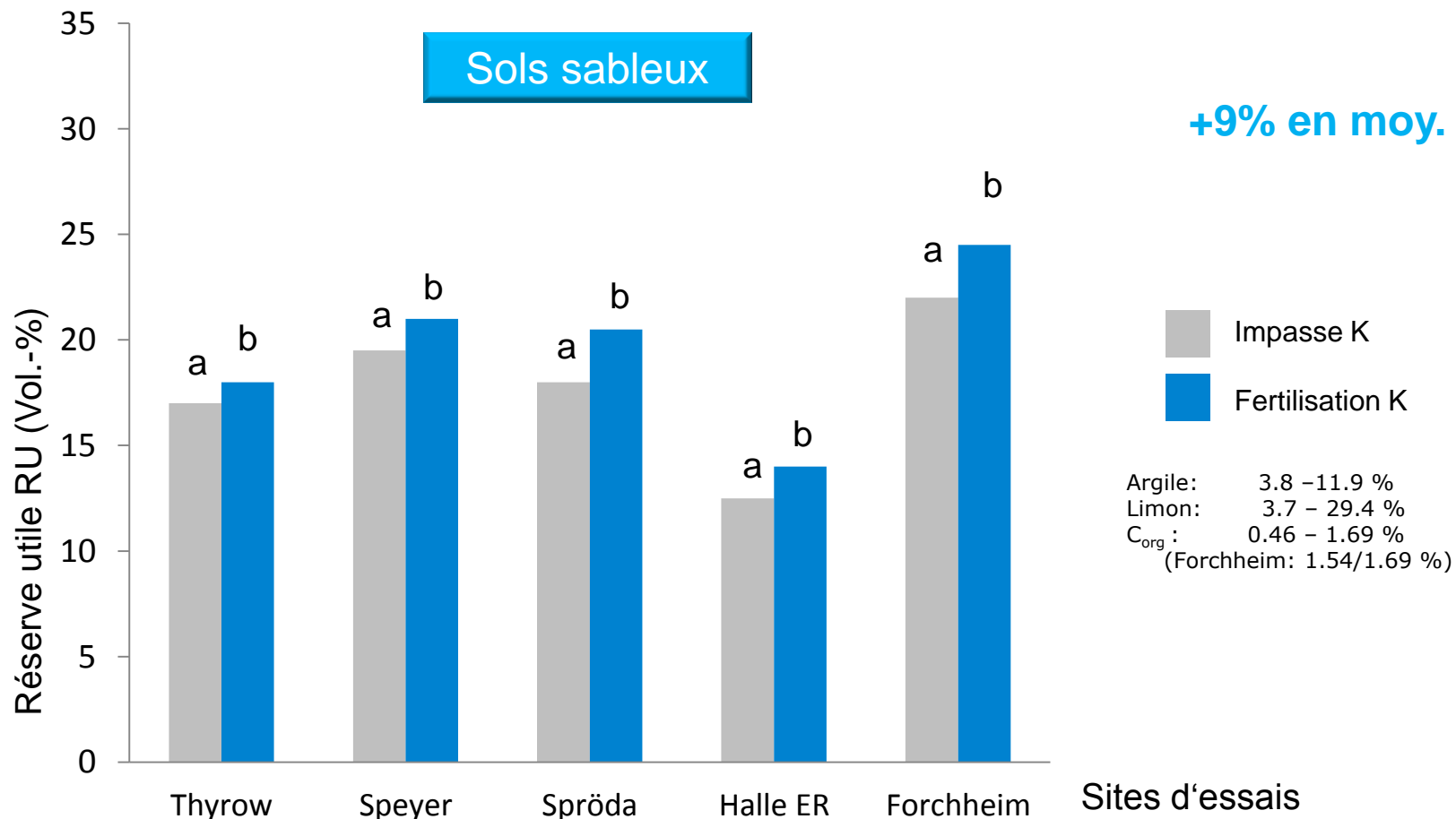
Les ponts de minéraux d'argile permettent à la structure du sol de mieux résister à la compaction.

Résistance au cisaillement Test par rhéomètre



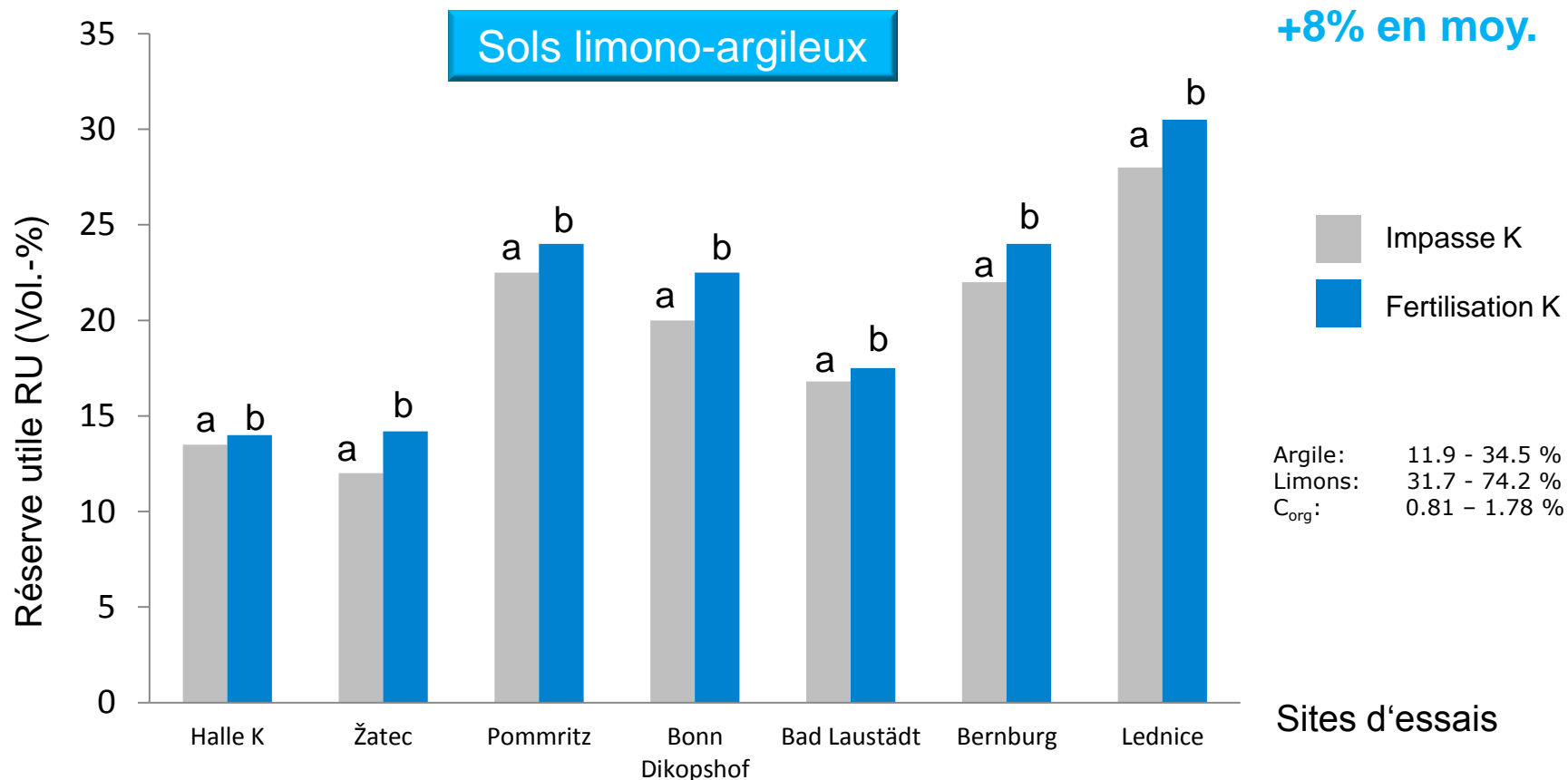
Source: Holthusen et al. 2011

Influence de la teneur du sol en K sur la réserve utile en eau dans différents sols



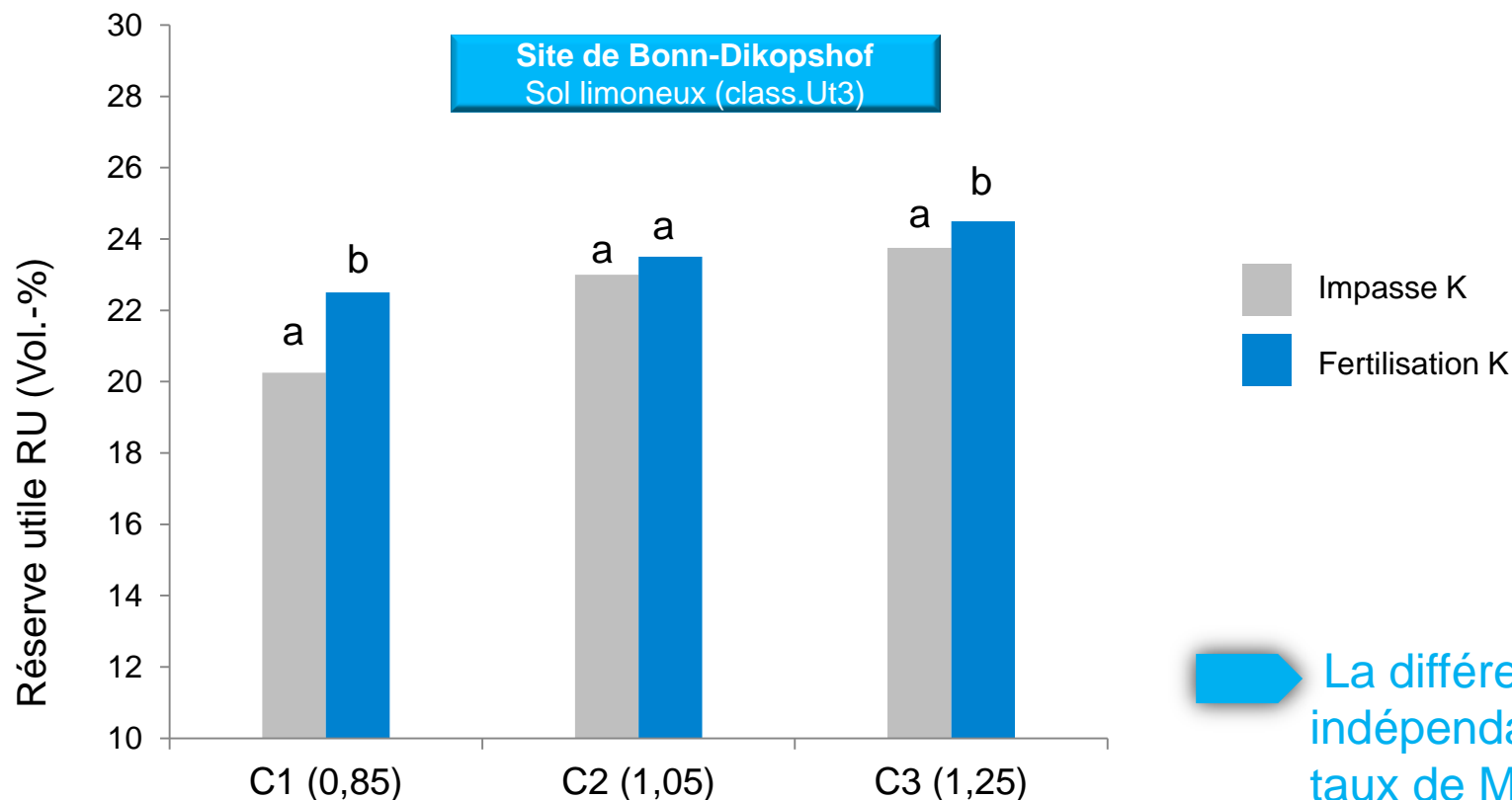
Source: Projet de recherche K+S KALI GmbH avec l'université de Halle-Wittenberg; Damm et al., 2012

Influence de la teneur du sol en K sur la réserve utile en eau dans différents sols



Source: Projet de recherche K+S KALI GmbH avec l'université de Halle-Wittenberg; Damm et al., 2012

Influence de la teneur en K du sol sur la réserve utile en eau pour différents taux de Matière Organique (MO)



Source: Projet de recherche K+S KALI GmbH avec l'université de Halle-Wittenberg; Damm et al., 2012

Evaluation de l'efficacité d'utilisation de l'eau pour une betterave sucrière dans l'essai de Bernburg en 2009

	Témoin	300 kg K ₂ O + 45 kg MgO	Différence
Rendement de la culture (au 3/10/09)			
Racines (t.ha ⁻¹)	54.21	57.04	+5.2%
Sucre (t.ha ⁻¹)	9.7	11.18	+15.3%
Mesures hydriques pendant la période végétative (Avr-Oct)			
Quantité d'eau dans le sol (Million l.ha ⁻¹)	17,08	15,97	-6,4%
Evapotranspiration (Million l.ha ⁻¹)	13,44	12,43	-7,5%
Consommation en eau de la culture (Million l.ha ⁻¹)	3,63	3,54	-2,6%
Efficacité d'utilisation de l'eau			
Racines (l.kg ⁻¹ MF)	67	62	-7,5%
Sucre (l.kg ⁻¹)	375	321	-14%

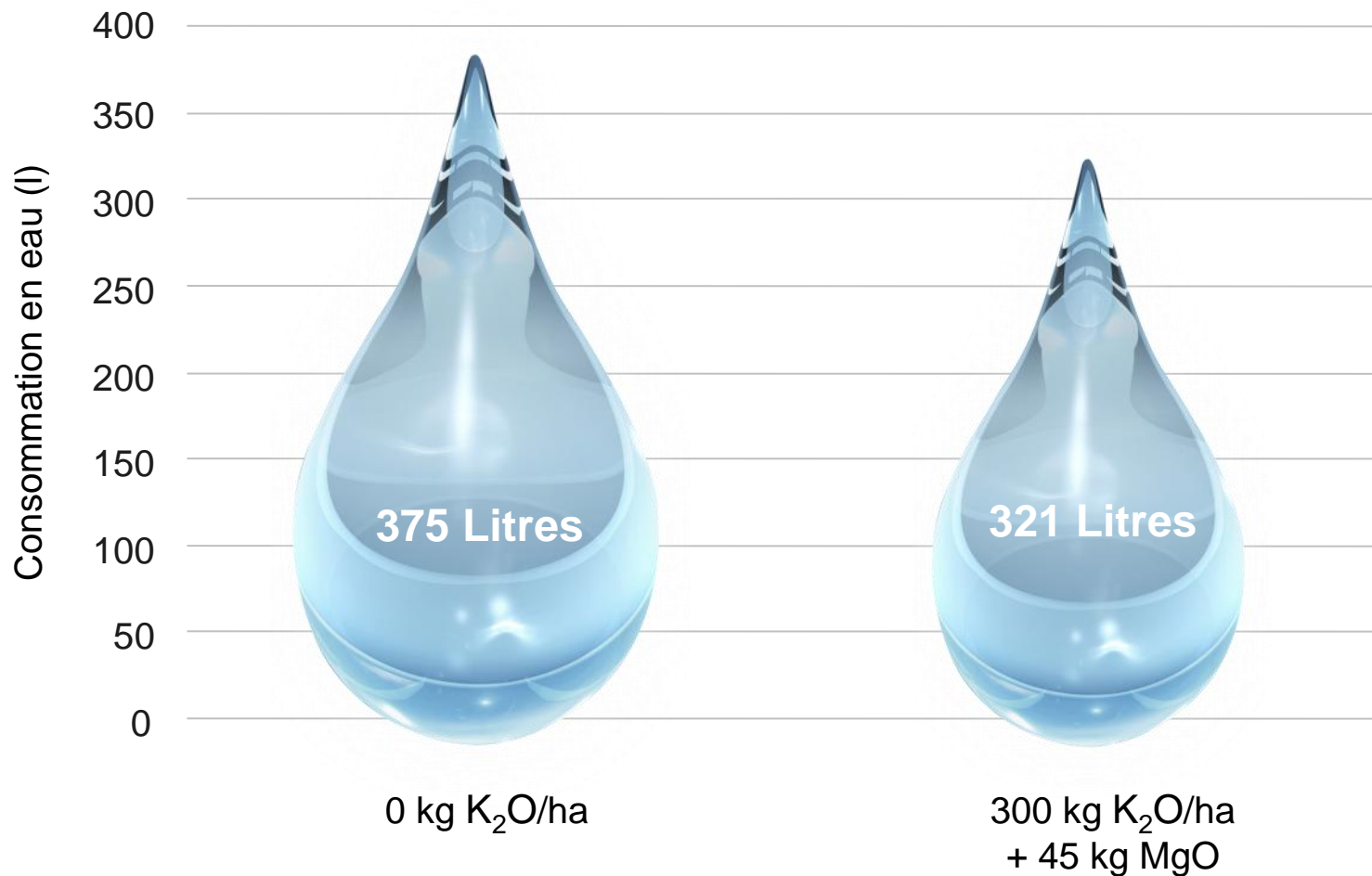
Source: Projet de recherche K+S KALI GmbH avec l'université de Halle-Wittenberg; Damm et al., 2012

K+Mg améliorent l'efficacité d'utilisation de l'eau

- Cas de l'essai de Bernburg -



Consommation en eau pour la production d'1 kg de sucre



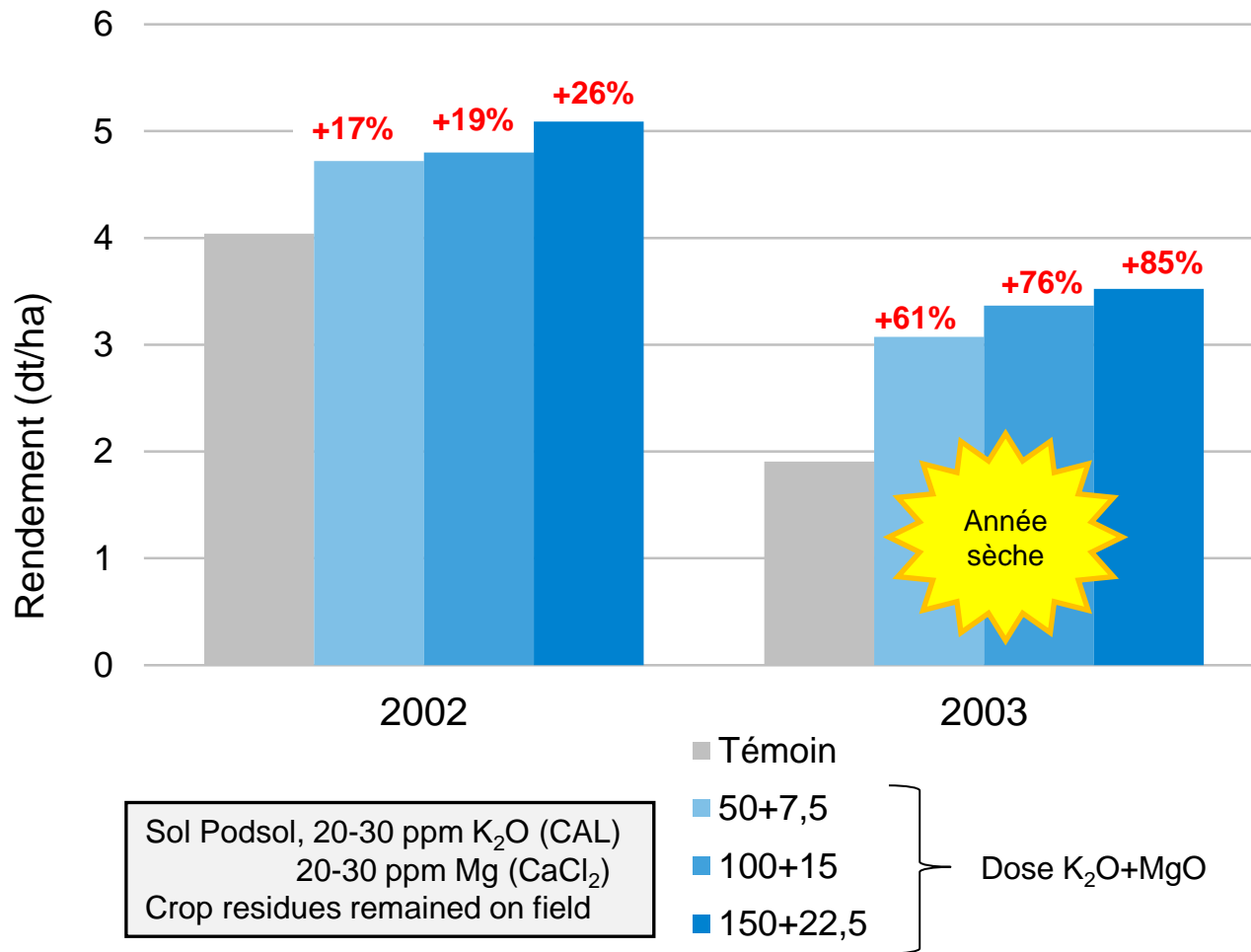
Source: Projet de recherche K+S KALI GmbH avec l'université de Halle-Wittenberg; Damm et al., 2012

L'augmentation de rendement liée à l'apport de K+Mg sera plus important en année sèche

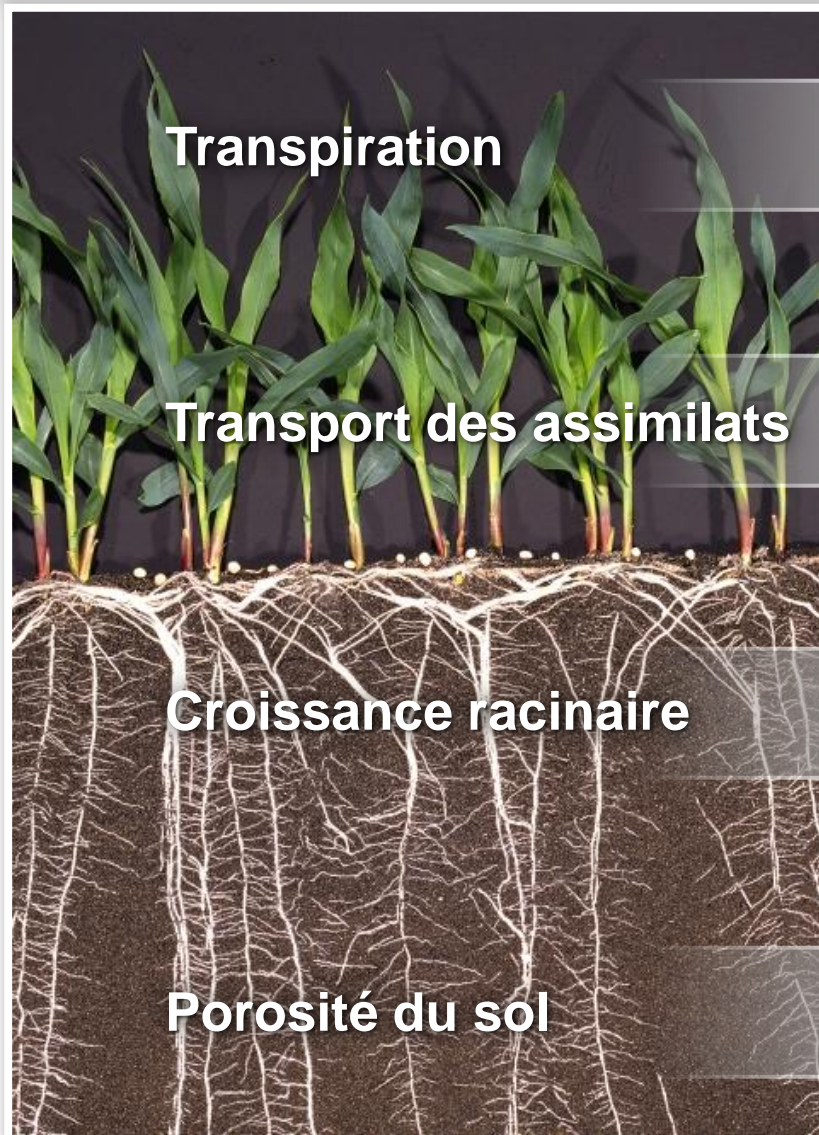


Effet d'une dose croissante de K sur le rendement en orge de printemps

Essai K+S KALI – Langwedel 2002-2003



Potassium et Magnésium économisent l'eau – Quatre fonctions clés



K

K + Mg

Mg

K

Potassium et
magnésium
minimisent le
risque de chute
de rendement en
année sèche

Augmenter sa capacité de résistance au stress hydrique en apportant K+Mg - un investissement rentable



Quand en année sèche, l'eau vient à manquer et n'est pas utilisée efficacement...



... ce qui conduit à un stress hydrique ayant des conséquences sur le rendement.

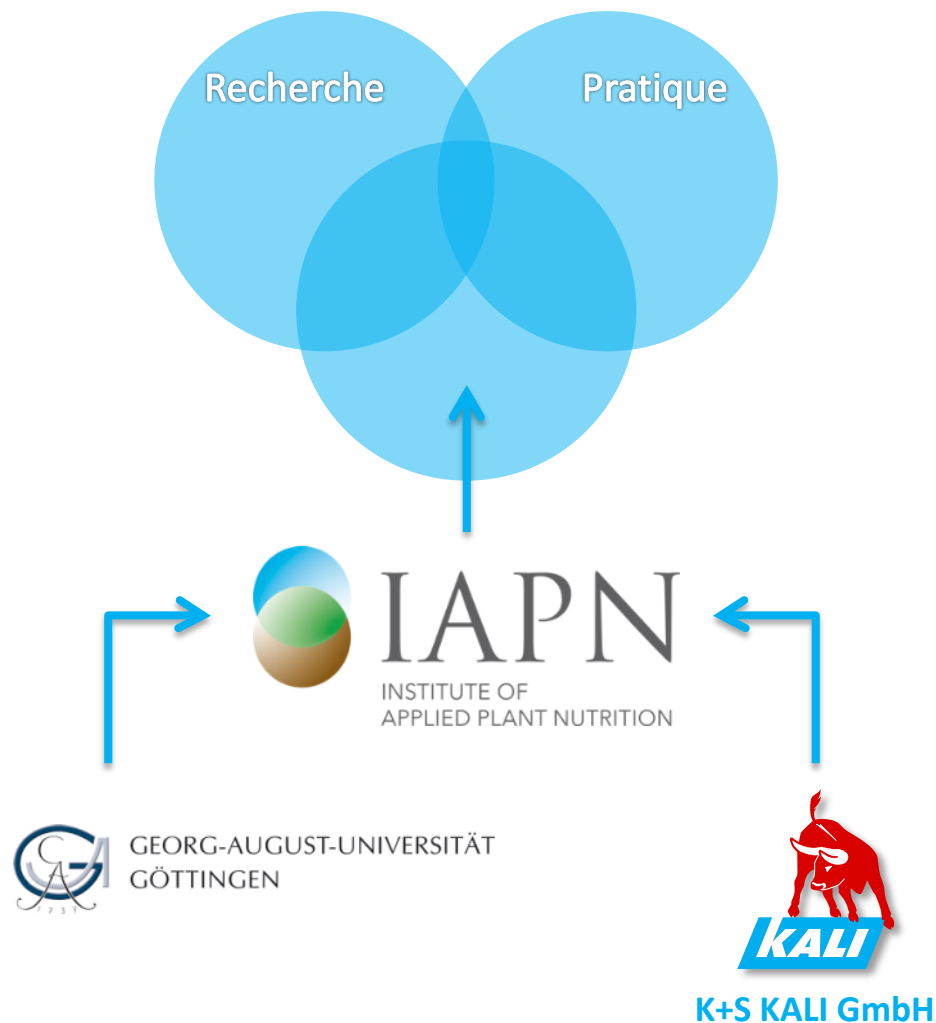


... on active l'irrigation



Les deux ont un coût !





IAPN:

- Renforcement de la recherche fondamentale et appliquée dans la nutrition des plantes
- Revisiter des questions de recherche afin de promouvoir le transfert de connaissances en utilisation pratique
- Domaine de recherche : l'efficacité de l'utilisation de l'eau

En France:

- Soutien d'une thèse sur le maïs et stress hydrique (INRA-Bordeaux Science Agro)

