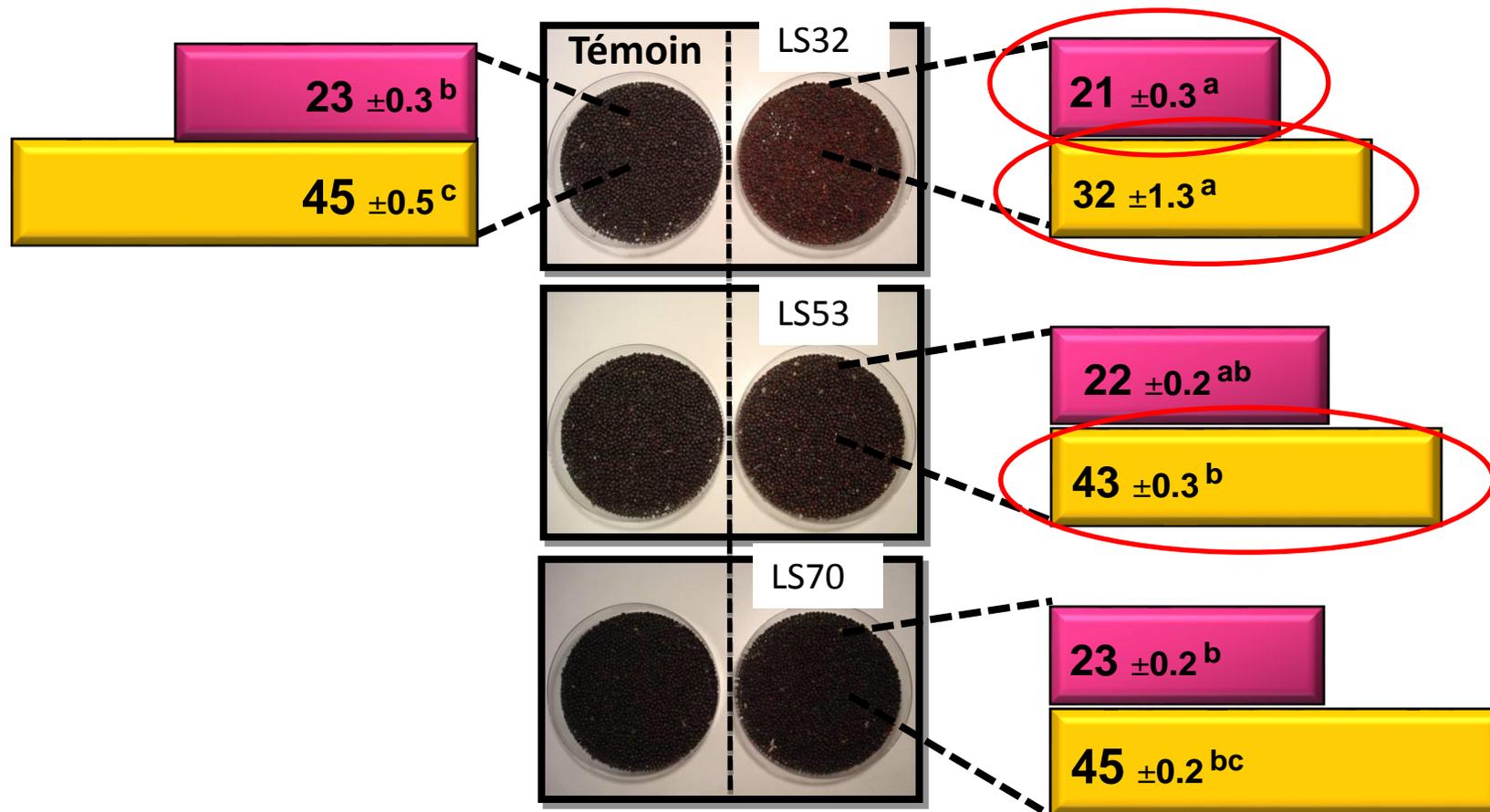
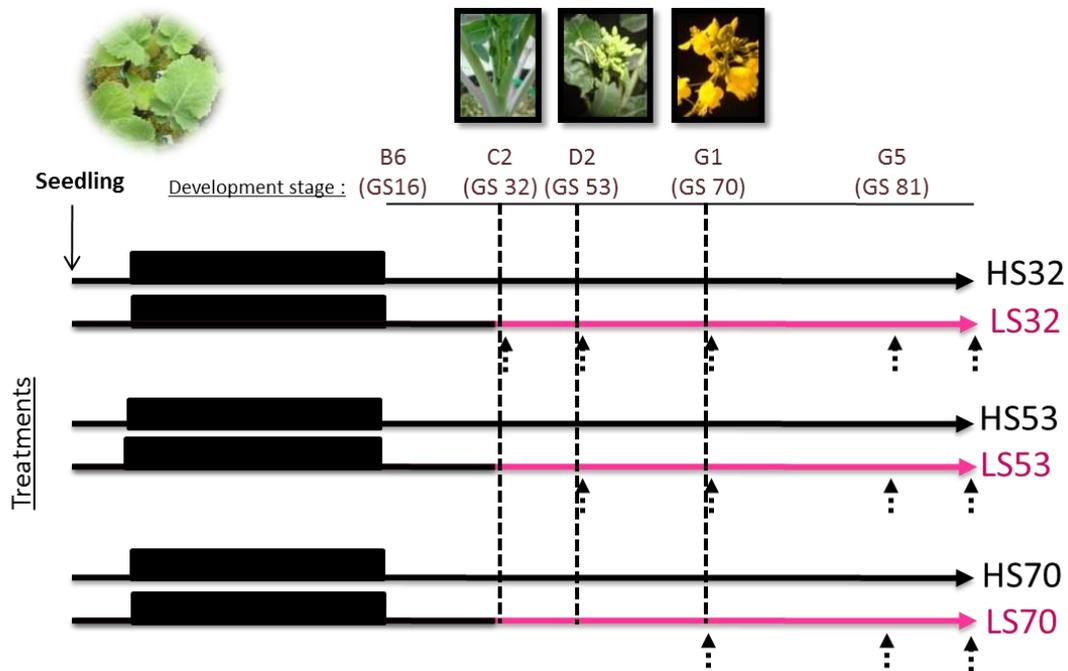


Teneur en protéines (%MS)

Teneur en huile (%MS)



Impact de la limitation en S sur la qualité de la graine



Analyse de la qualité lipidique et protéique

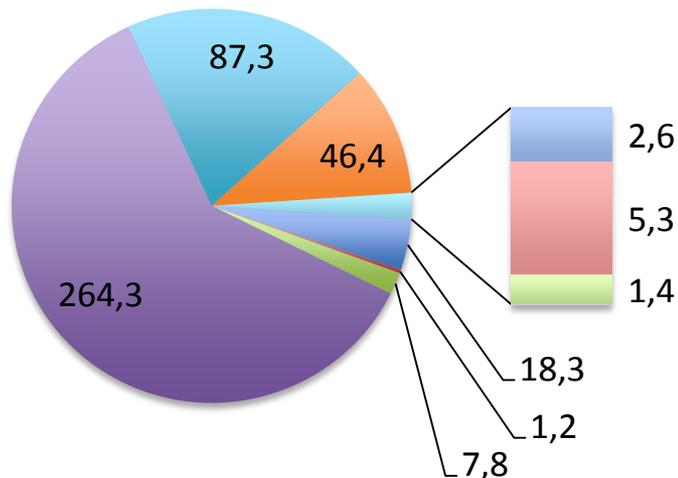
	Rendement	Teneur en S	Teneur en huile	Teneur en protéines
 LS70	→	↘	→	→
 LS53	→	↘	↘	→
 LS32	↘	↘	↘	↘

Impact de la limitation en S sur la qualité lipidique

- Analyse de la qualité lipidique (NIRS) – Résultats en mg.g⁻¹DW

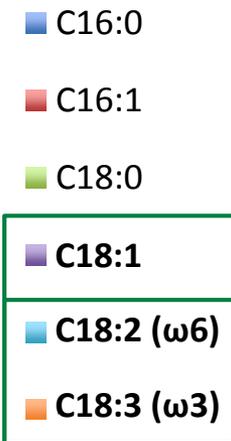
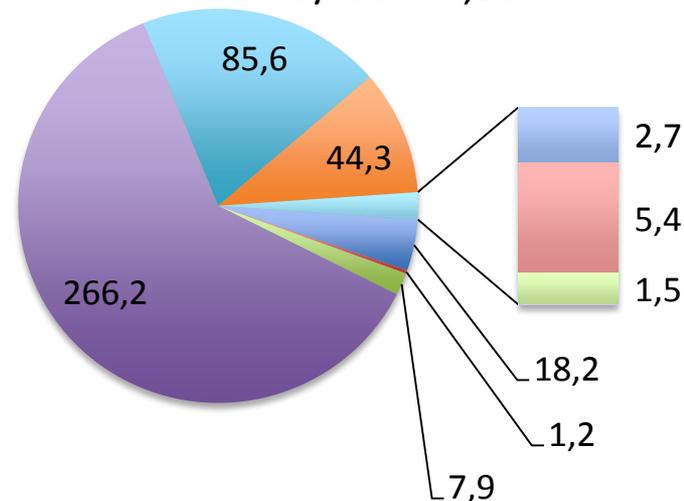
Control

$\omega 6/\omega 3 = 1,88$



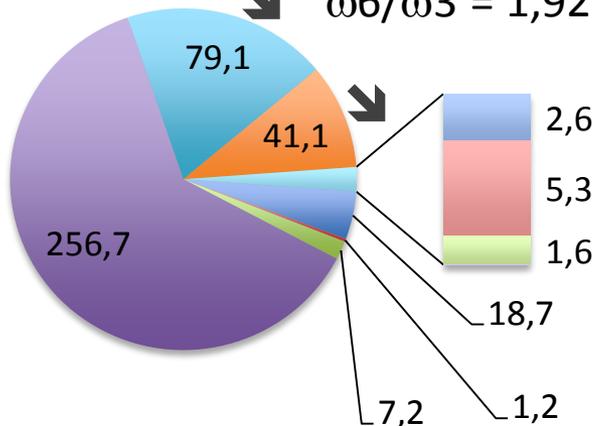
LS70

$\omega 6/\omega 3 = 1,93$



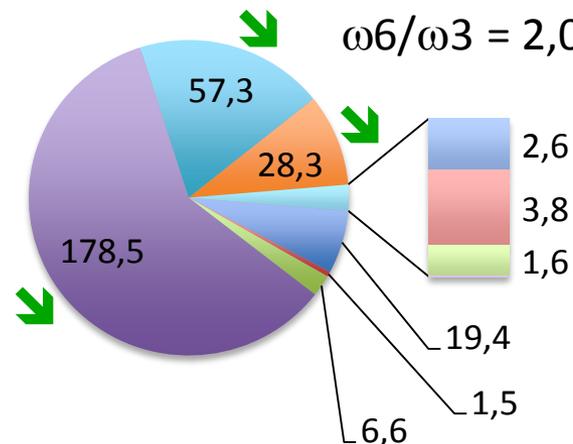
LS53

$\omega 6/\omega 3 = 1,92$



LS32

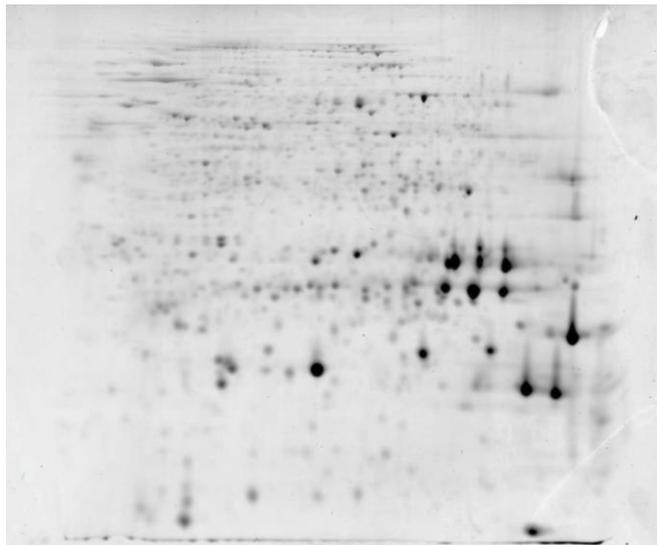
$\omega 6/\omega 3 = 2,02^*$



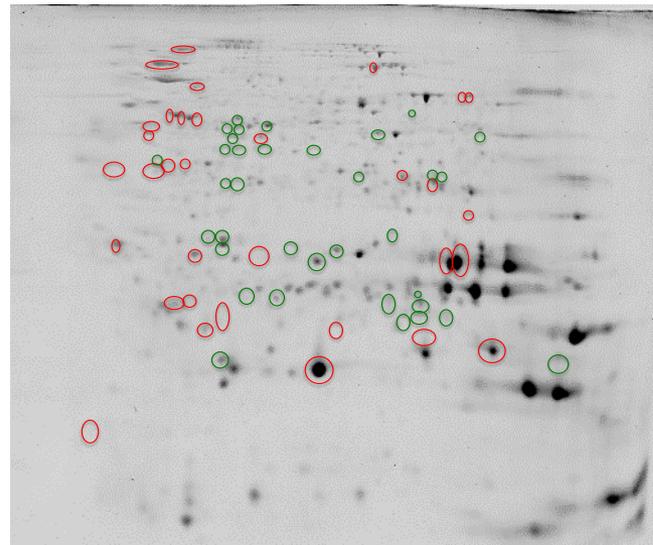
La qualité lipidique est réduite en réponse aux traitements LS53 et LS32

- Étude des modifications protéomiques (2-DE)

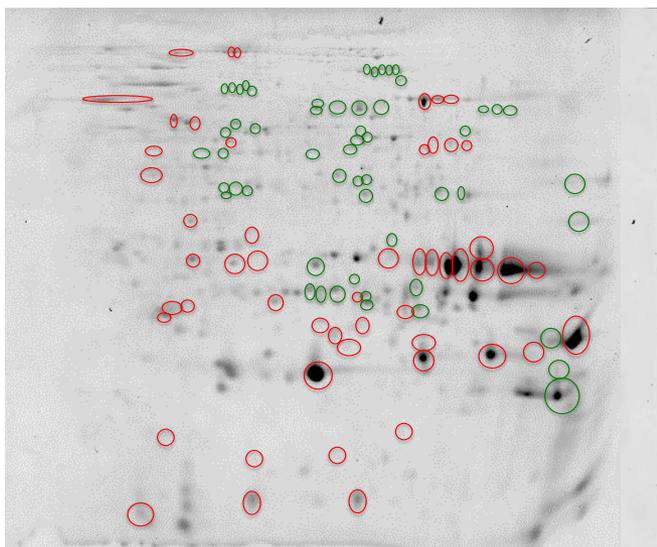
Control



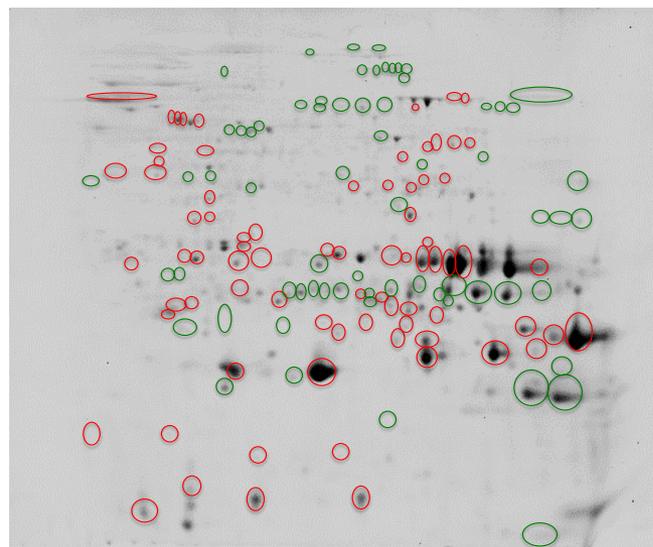
LS70



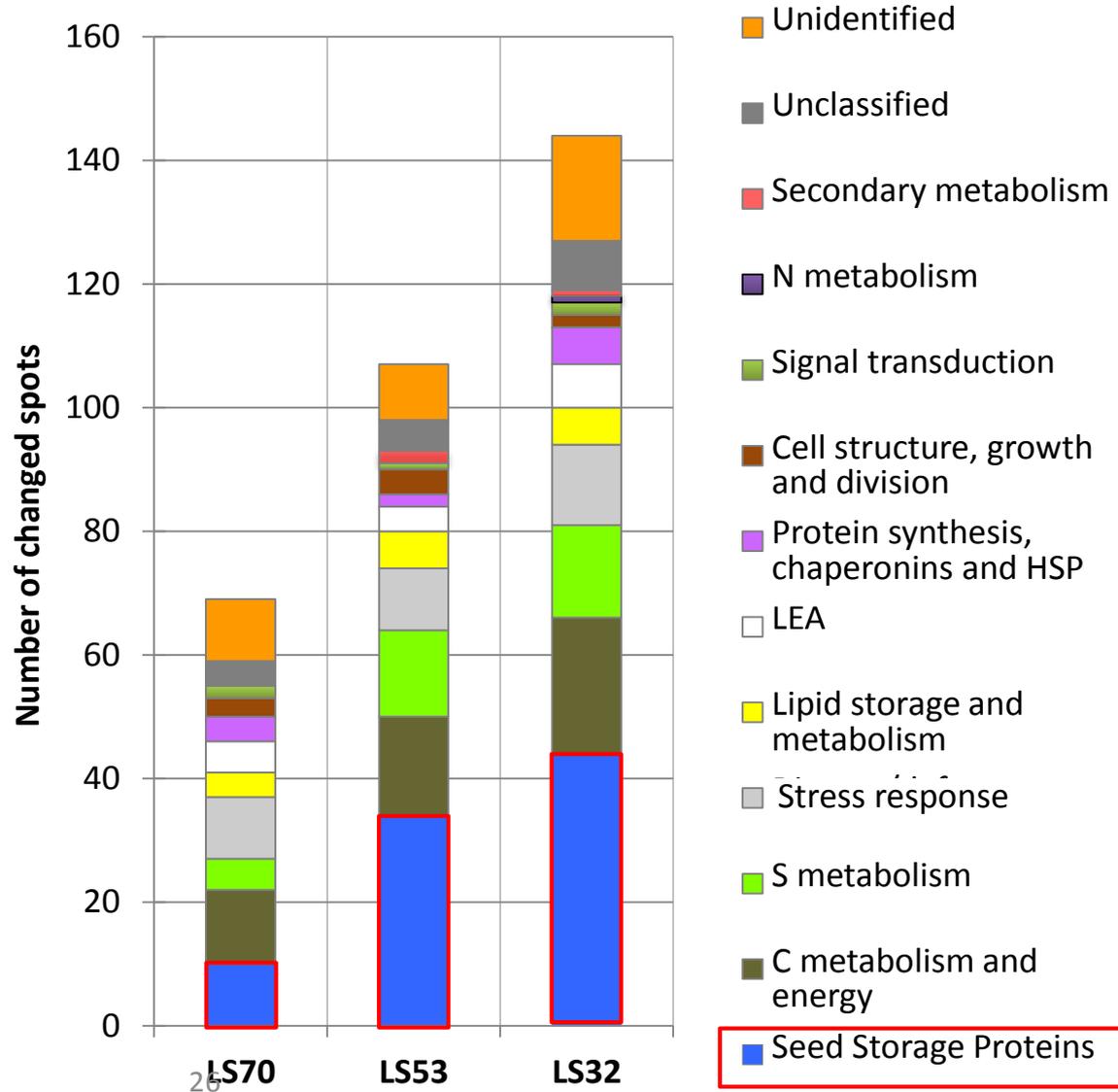
LS53



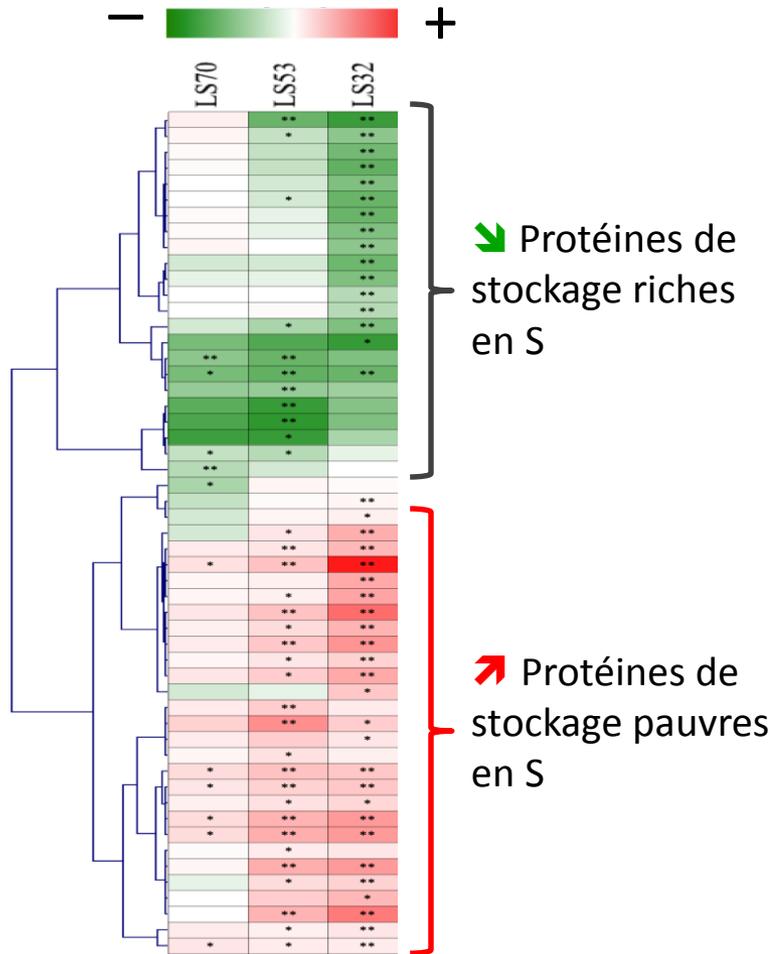
LS32



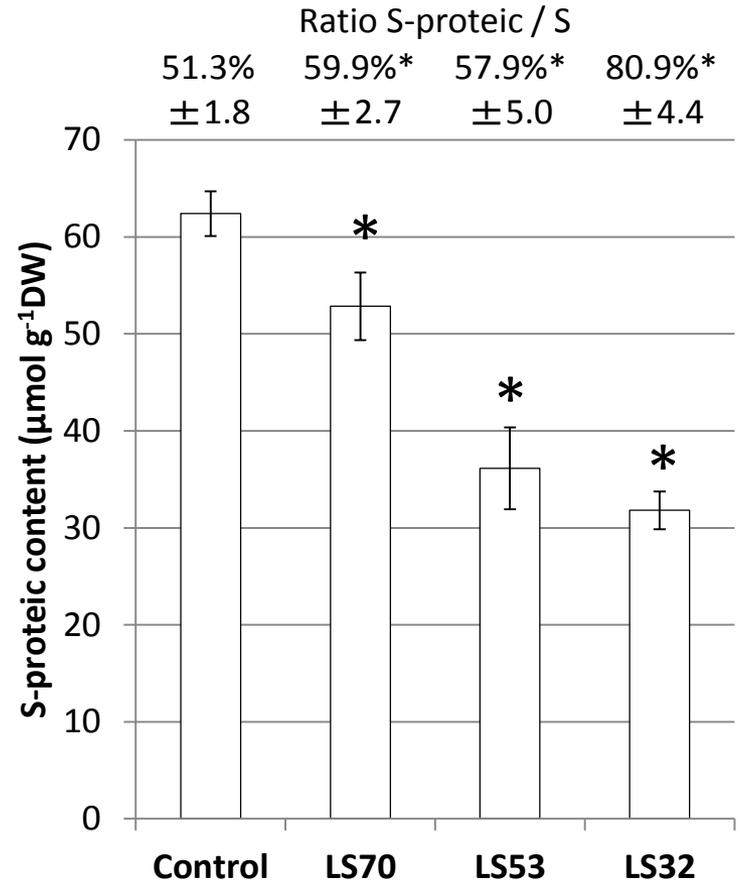
- Étude des modifications protéomiques (2-DE)
 - 208 spots modulés/495
 - LS70<LS53<LS32



- Modification du contenu en protéines de stockage



➔ De l'accumulation de S dans les protéines



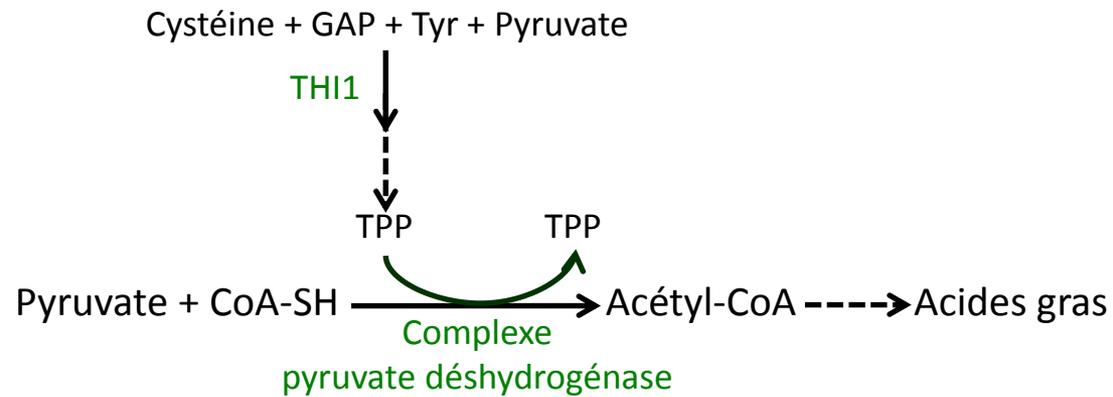
➔ Du contenu en S-protéique

Cette adaptation permet un maintien des teneurs en protéines (LS70, LS53)
 Adaptation insuffisante pour LS32

La qualité protéique est réduite en réponse aux traitements LS70, LS53 et LS32

- Étude des modifications protéomiques (2-DE)

LS53 et LS32 :  Thiazole biosynthetic enzyme
 THI1



- Étude des modifications protéomiques (2-DE)
 - Autres révélations du protéome
 - Le métabolisme C primaire soutient la synthèse en lipides

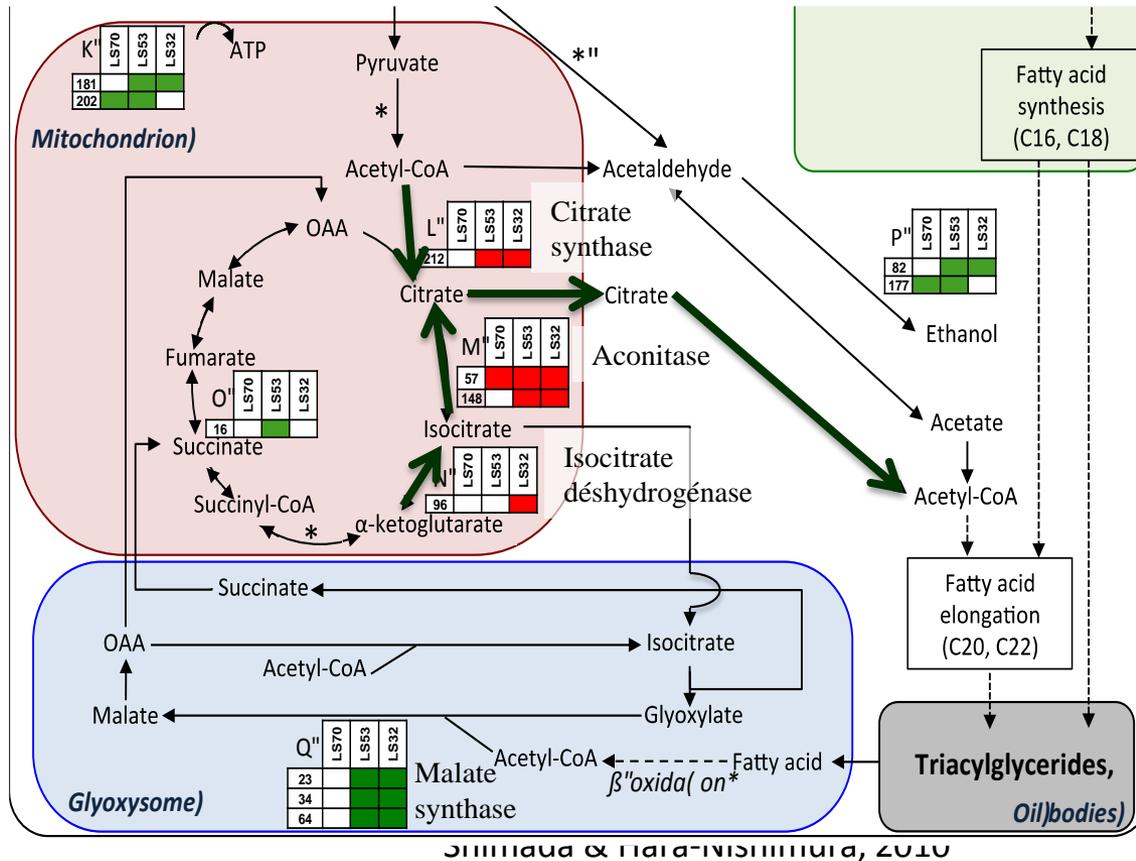


TABLE II

Water content at harvest and germination indexes of *Brassica napus* seeds produced by plants grown under control, LS70, LS53, and LS32 conditions

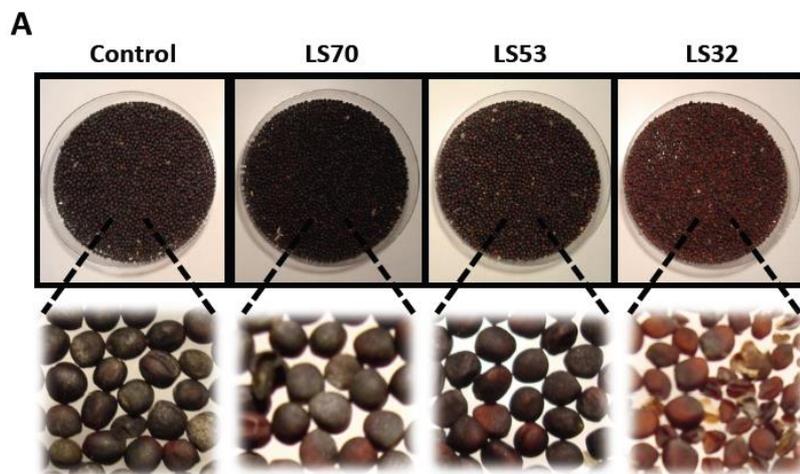
	Water content (%)	Final germination rate (%) ^a	T'5 (h) ^b	T'10 (h) ^b	T'50 (h) ^b	CRG ^c
Control	6 ± 0.1	93.3 ± 2.8	21.2 ± 0.3	22.6 ± 0.2	29.4 ± 1.0	2.37 ± 0.01
LS70	5.9 ± 0.1	92.3 ± 2.3	23.2 ± 0.3	24.2 ± 0.3	28.9 ± 0.9	2.37 ± 0.02
LS53	6 ± 0.2	91.5 ± 2.1	23.1 ± 0.3	24.5 ± 0.3	30.8 ± 1.0	2.32 ± 0.01
LS32	7.5 ± 0.1	40.3 ± 3.5	24.1 ± 0.3	26.3 ± 0.3	36.5 ± 1.2	2.22 ± 0.02

The values are shown as mean ± S.E. (n = 4). Significant differences from the control value are indicated in bold (p < 0.05).

^a Determined at 58 h.

^b Time required in order to achieve 5% (T'5), 10% (T'10), or 50% (T'50) germination, calculated from the Gompertz equation (28).

^c Coefficient of the rate of germination, as calculated by Bewley and Black (11).



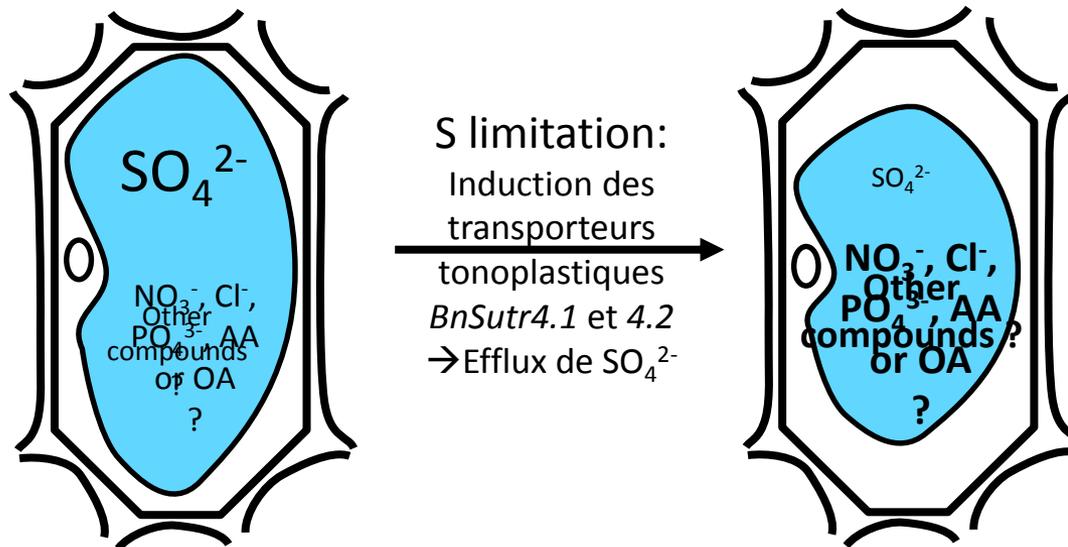
Objectif:

Identifier des indicateurs précoces et spécifiques de la carence en S du colza, utilisables en conditions de plein champ

→ Ajustement de la fertilization S du colza

► Hypothèses:

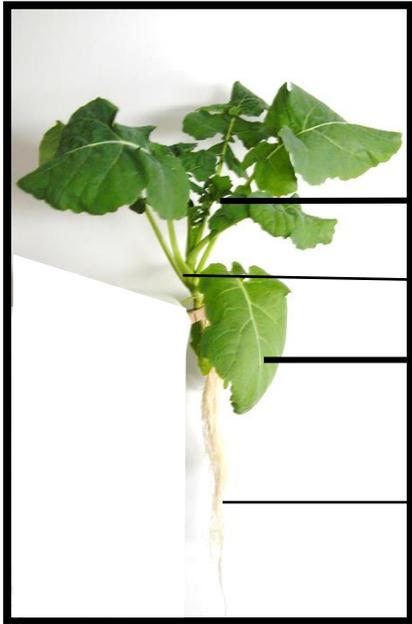
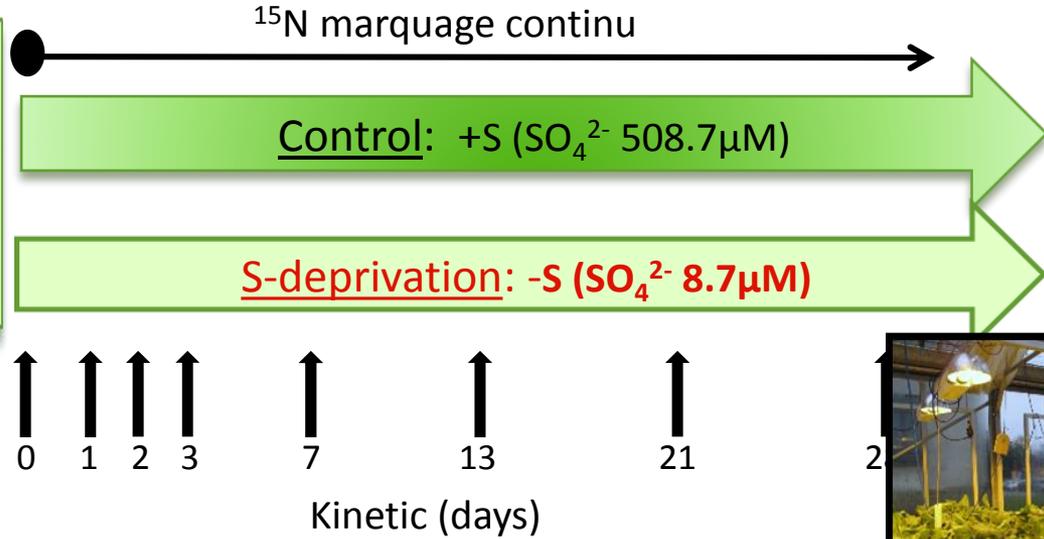
- S-SO₄²⁻ représente entre 0 to 90% of total leaf S: SO₄²⁻ agit comme un osmoticum
- En réponse à la limitation en S:



- En carence en S, existe-t-il des composés qui viennent compenser l'efflux de sulfate?
- Le cas échéant, lesquels et selon quelle cinétique?

Design expérimental

+S (SO_4^{2-} 508.7 μM)
Pre-culture: 4 weeks

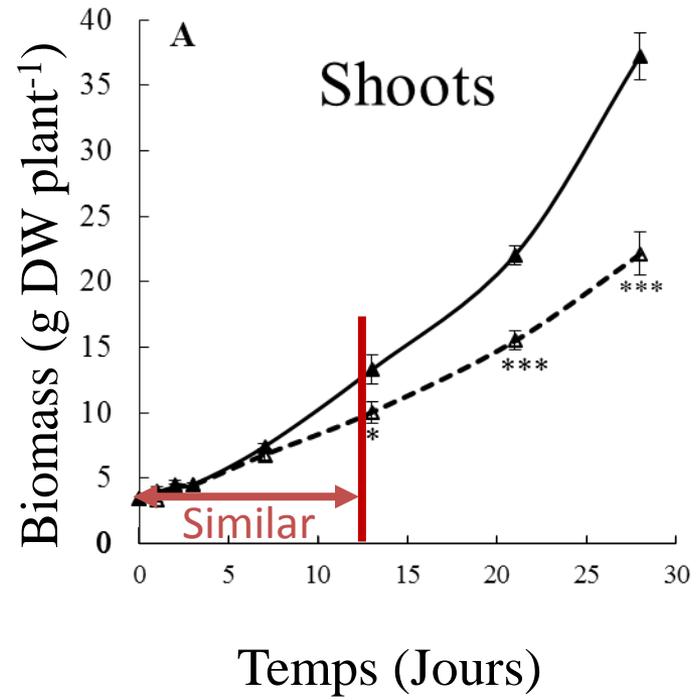


- Feuilles "en emergence"
- Tige et petioles
- Feuilles "émergées"
- Racines

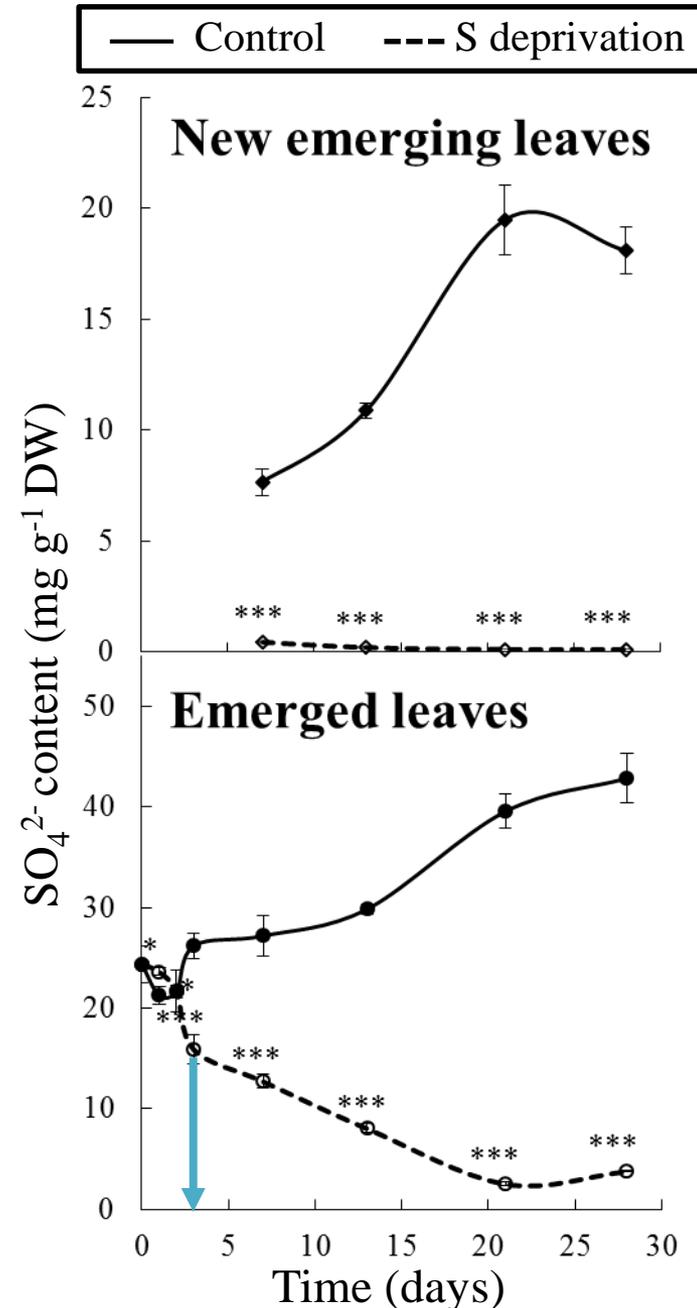
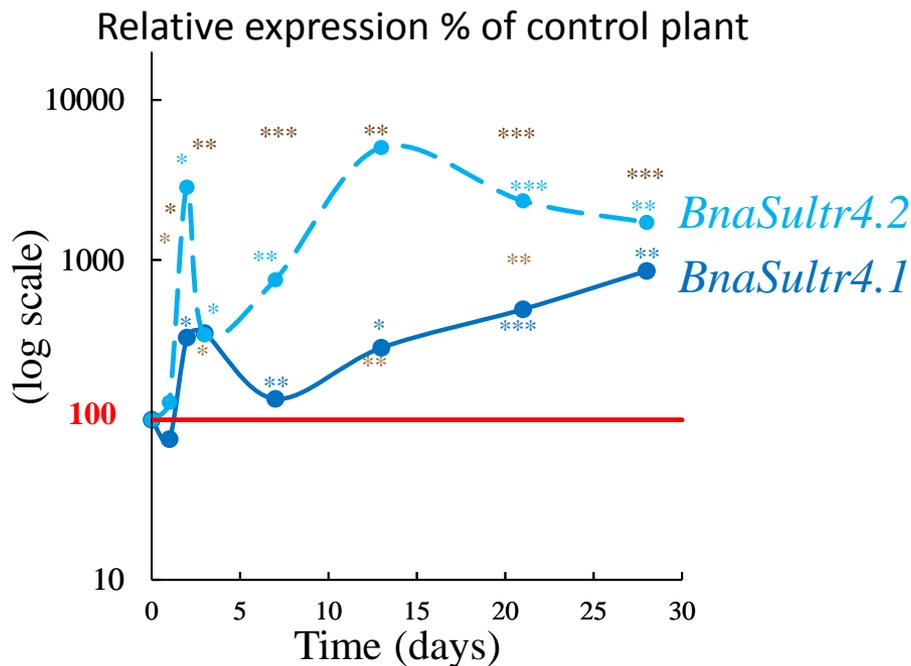
analyses

- Biomasse
- Potentiel Osmotic (PO)
- Ions, AA, OA, sucres
- Total S and N
- ^{15}N labelling
- Gènes transporteurs

► Croissance significativement affectée après 13 jours de limitation en S (----)



- **Les teneurs en SO_4^{2-}** des feuilles chutent rapidement après l'application de la limitation en S
- **Transporteurs vaculaires de SO_4^{2-}** : Up-régulés à partir du premier jour de limitation en S (Abdallah *et al.*, 2010; Parmar *et al.*, 2007)



- En +S, le PO est maintenu entre -0.93 and -1.02 Mpa

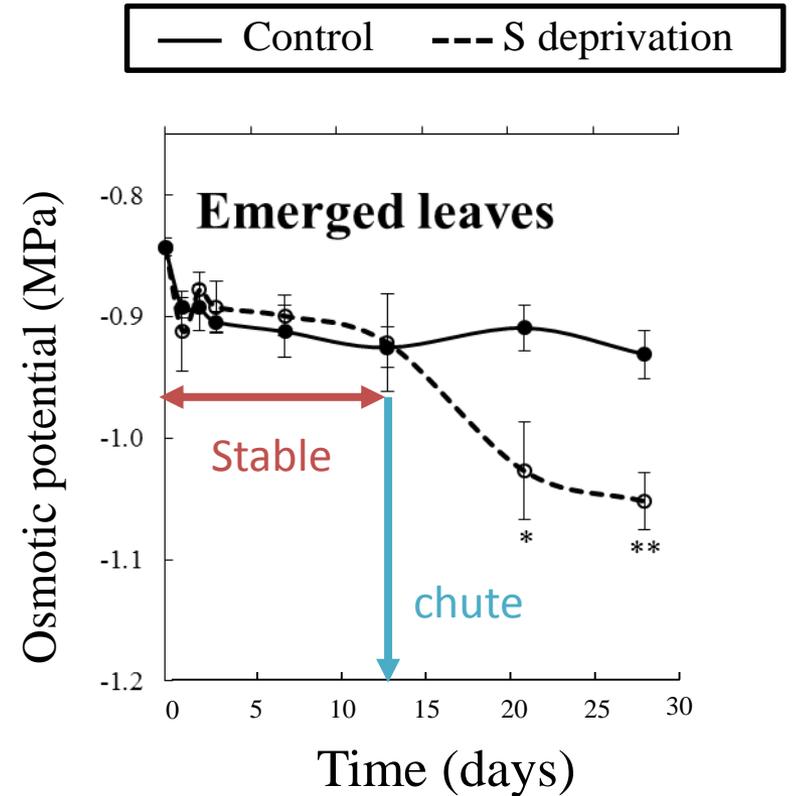
En réponse à une limitation en S :

Maintien du PO:

Compensation osmotique ?

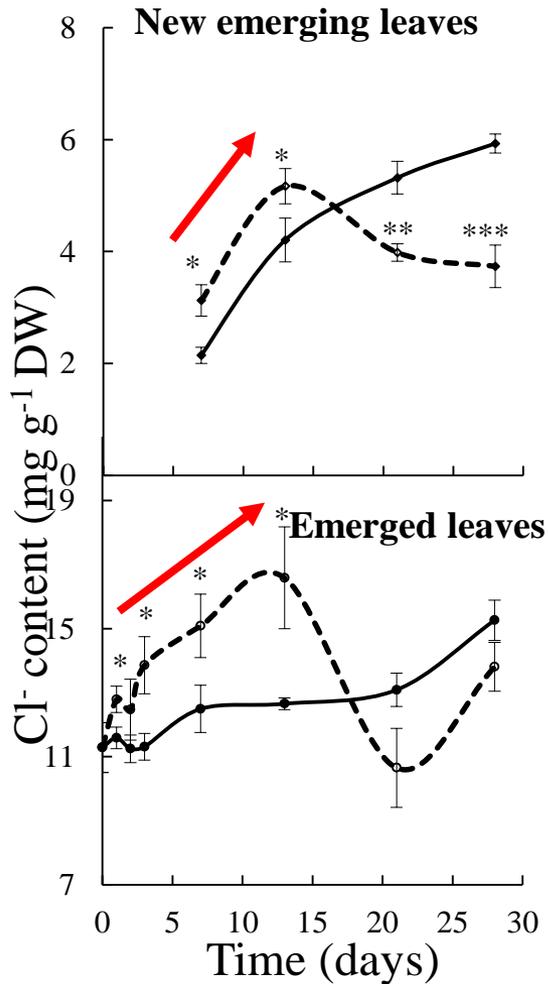
Chute du PO:

Accumulation de solutes ?

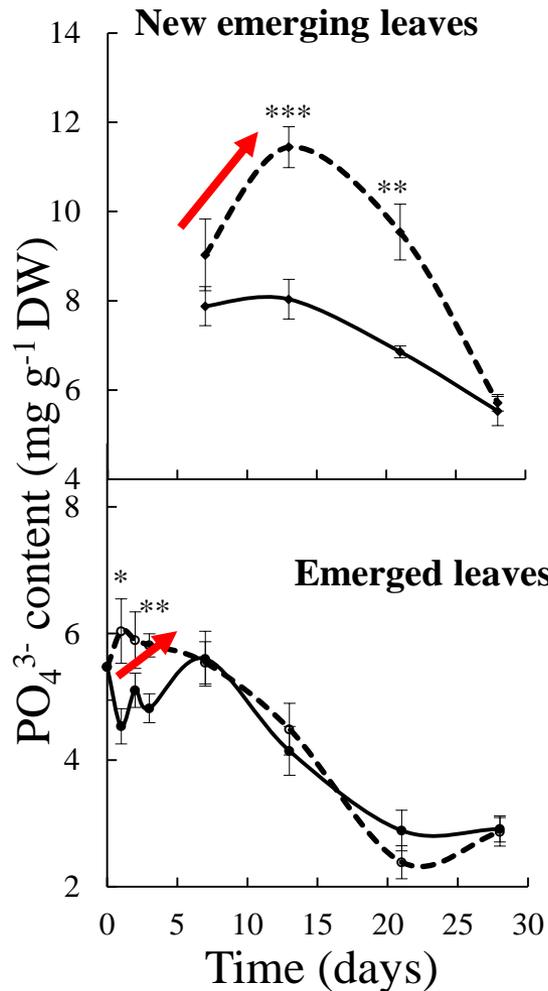


— Control - - - S deprivation

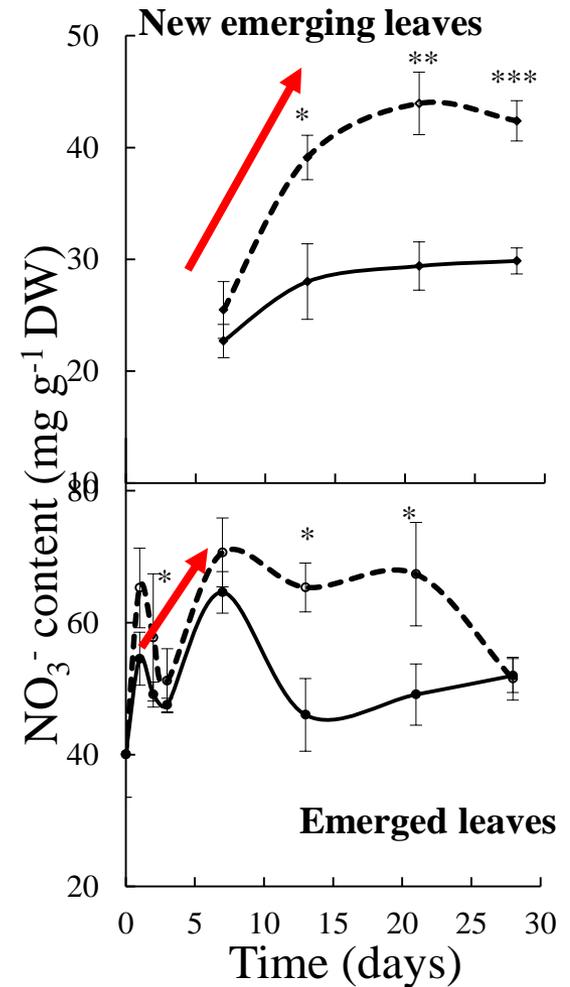
Teneur en Cl⁻



Teneur en PO₄³⁻

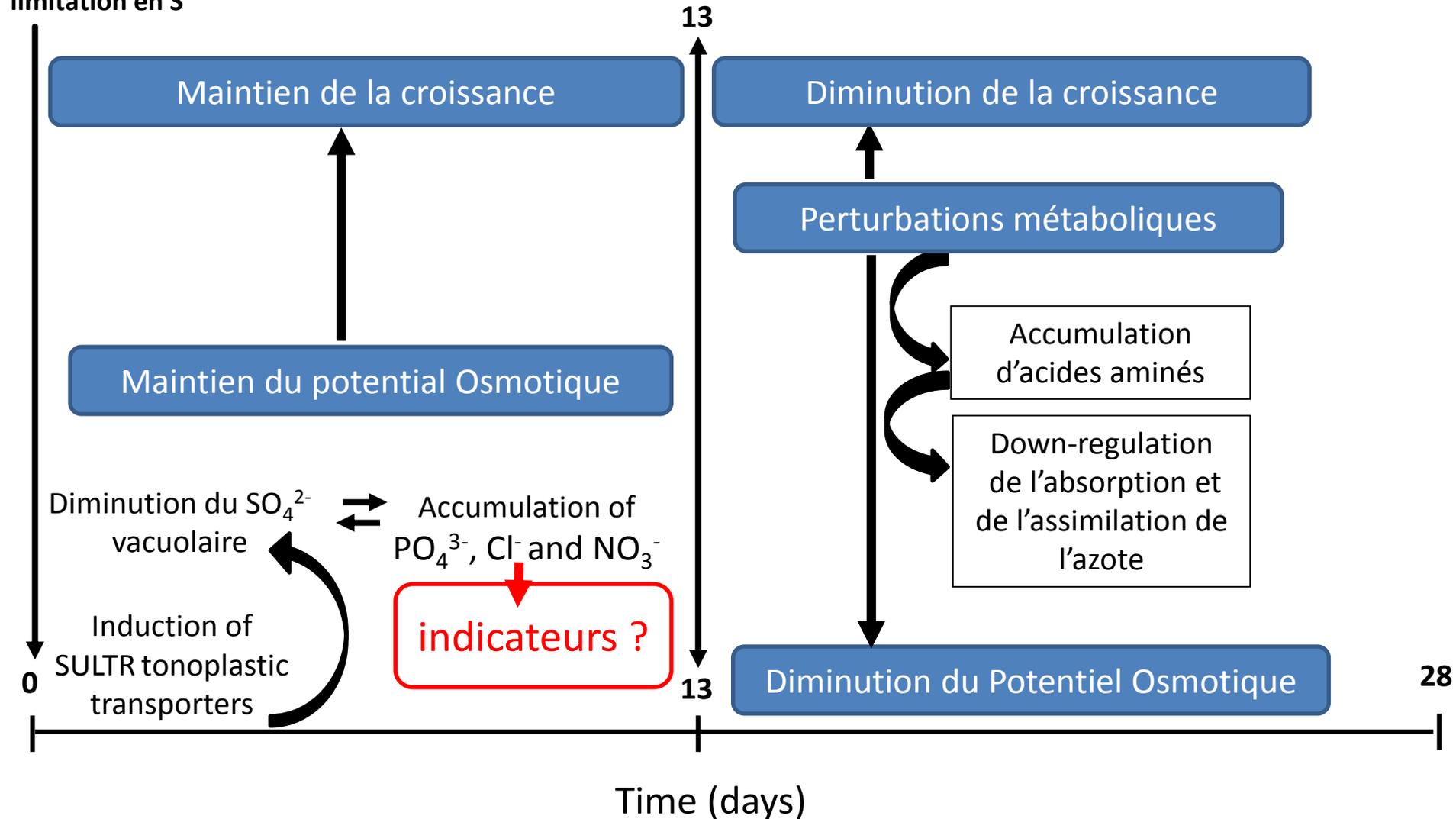


Teneur en NO₃⁻



Au cours de premiers jours de limitations en S, les teneurs en anions augmentent dans les feuilles

limitation en S



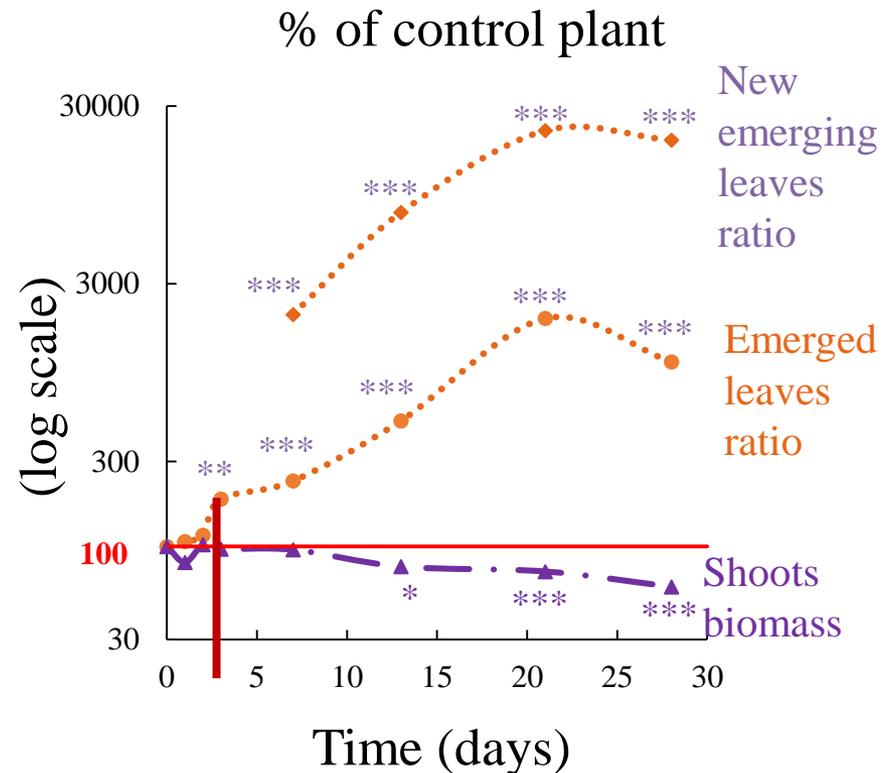
$$\text{Ratio } ([\text{Cl}^-] + [\text{NO}_3^-] + [\text{PO}_4^{3-}]) / [\text{SO}_4^{2-}]$$

► Un indicateur précoce:

Le ratio augmente dès 3 jours de limitation en S

► Autres Avantages:

- Utilise différents ions : minimise l'effet d'autre fertilisation
- Les ions sont facilement mesurables au champ



- ▶ Le ration ionique $([Cl^-]+[NO_3^-]+[PO_4^{3-}]):[SO_4^{2-}]$:

Un nouvel indicateur précoce de la carence en S

- ▶ Récemment publié dans : **Sorin et al, 2015 J. Exp. Bot.**

Journal of Experimental Botany Advance Access published July 2, 2015

Journal of Experimental Botany
doi:10.1093/jxb/erv321



RESEARCH PAPER

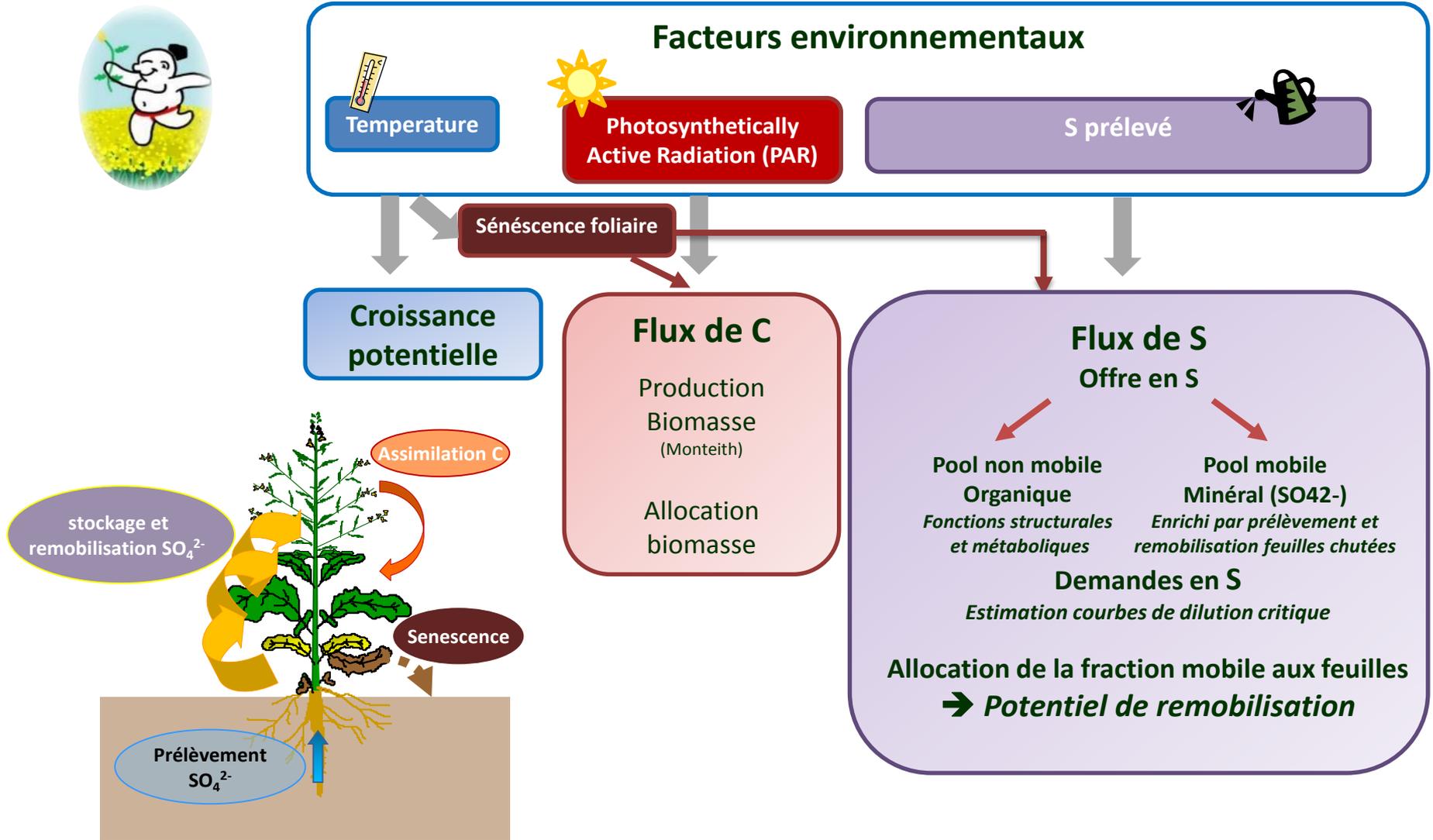
Effect of sulphur deprivation on osmotic potential components and nitrogen metabolism in oilseed rape leaves: identification of a new early indicator

Elise Sorin^{1,2,3,4}, Philippe Etienne^{1,2,3}, Anne Maillard^{1,2,3}, Angel-Mari Zamarreño⁵, José-Maria Garcia-Mina⁵, Mustapha Arkoun⁴, Frank Jamois⁴, Florence Cruz⁴, Jean-Claude Yvin⁴ and Alain Ourry^{1,2,3*}

- ▶ Validé au champ en réponse à différents niveaux de fertilization S

- ▶ Détermination de valeurs “seuil”

- ▶ Méthode colorimétrique: mesure des ions en cours de mise au point



VARIABLES DE SORTIE jusqu'au début de la formation des siliques
 Biomasse, Quantité de S, Fractions S organique et S minéral
 dans les feuilles chutées, feuilles sur la plante, reste de la plante

- Modélisation

Extension de la période de prédiction du modèle SuMoToRI aux stades reproducteurs

Prise en compte de la disponibilité en S dans le sol



- Indicateurs / OAD

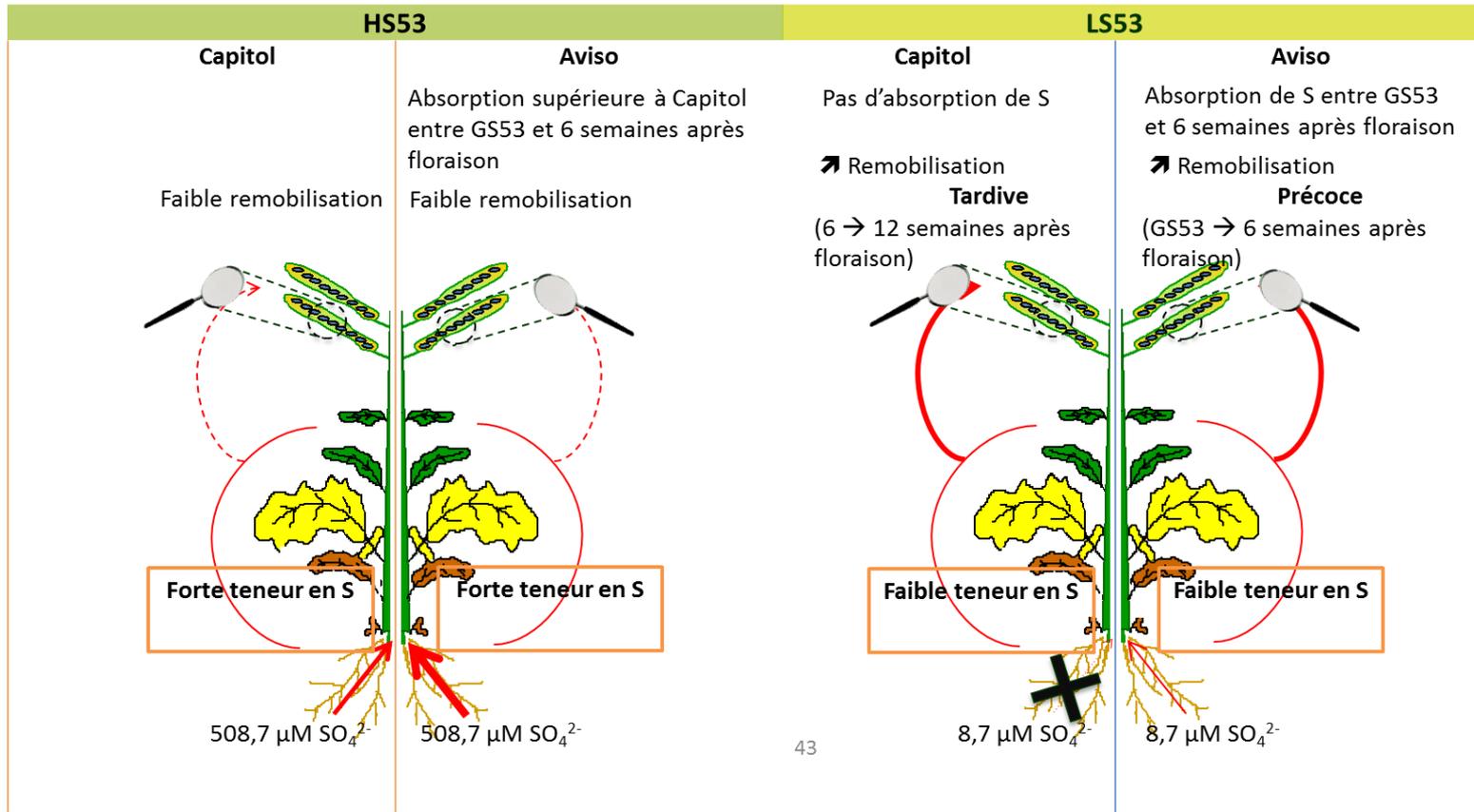
Test de la généricité de l'indicateur ionique

Développement d'autres indicateurs

- Fertilisation S et performance de l'association trèfle/colza



- Exploration de la variabilité génotypique

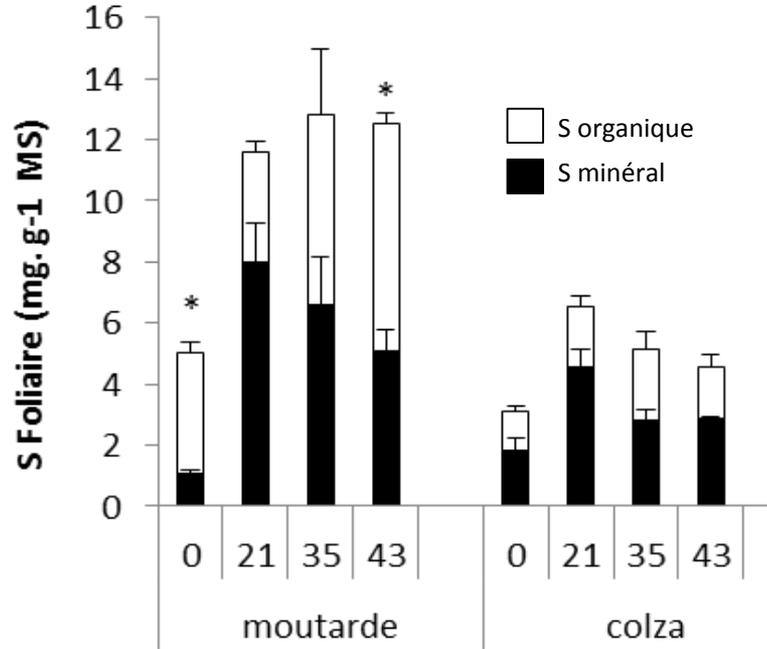


43

- Maitrise des pratiques culturales

POLYGONE : Amélioration de la qualité des huiles et des tourteaux de colza en production, par maitrise des interactions avec le milieu et les conduites.

- Relation Soufre organique, photosynthèse et longévité des feuilles ?



- Gestion du S et qualité de la graine :



JC Avice



J Trouverie



L Dubousset



P D'Hooghe



A Girondé

- Indicateurs



E Sorin



A Maillard



A Ourry



P Etienne

- Plantes associées



T Génard

- Soufre et moutarde



F Le Dily

- Modélisation



S Brunel Muguet