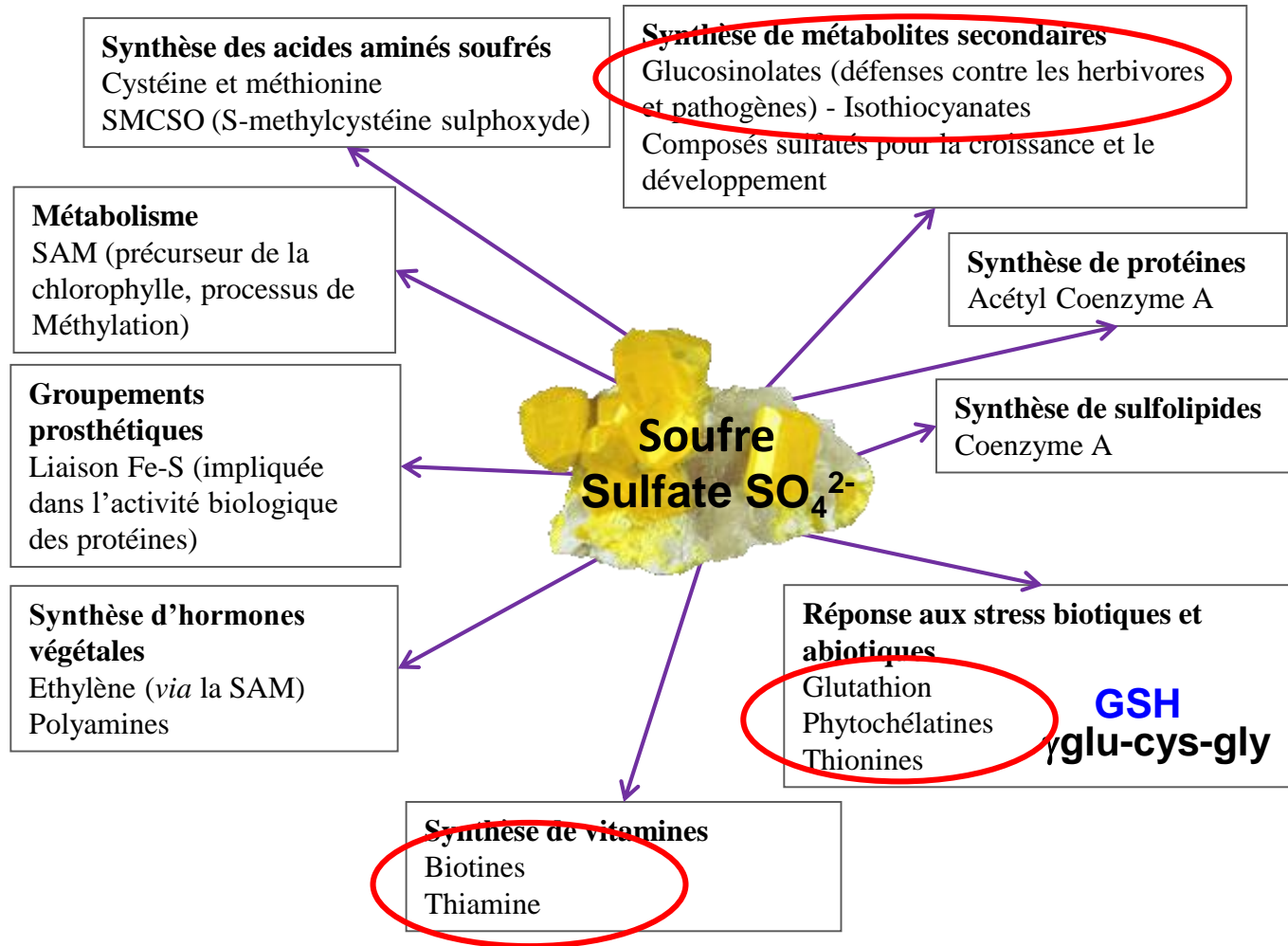


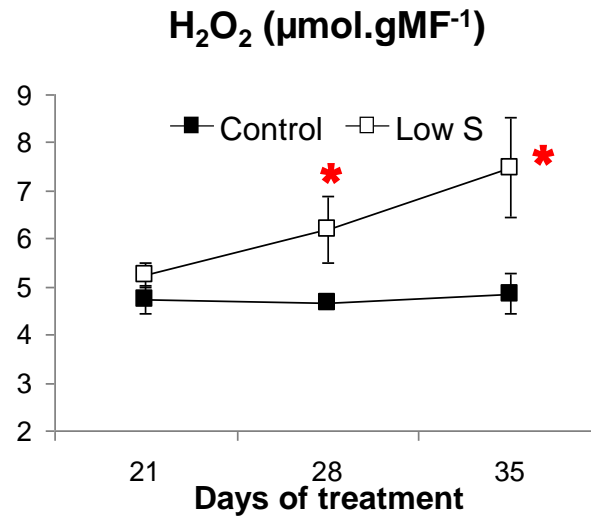
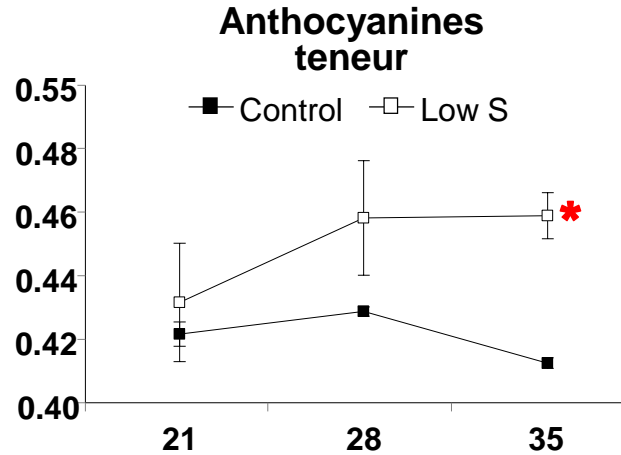
# Les différentes molécules soufrées retrouvées chez les végétaux supérieurs



# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Symptômes de stress chez une jeune feuille...

Low S

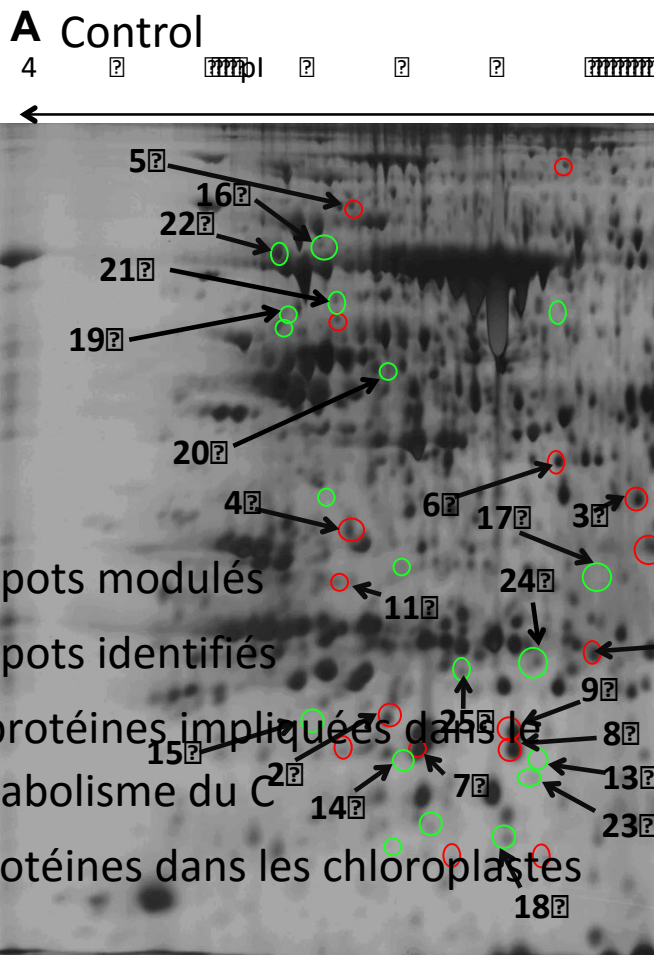


➔ Stress oxydatif en réponse à une carence en S ?

# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ **2-DE (electrophorese 2D)**  
**Pour analyse du proteome**  
**de la jeune feuille**

Spot No.	Normalized spot volume (Mean±SE x1E+06)		Fold change	Exp. pl / Mr	Theo. pl / Mr	PM	Score	SC (%)	Protein name / Species / NCBI Accession number
	Control	Low S							
1	11.16 ±0.07	7.85 ±0.29	-1.42	6.5 / 24	8.5 / 59.1	4	29	7	Glutathione S-transferase / <i>Brassica oleracea</i> / gi 171921127
2	12.49 ±0.39	9.55 ±0.35	-1.31	5.6 / 21	5.8 / 26.3	6	159	11	Photosystem I light-harvesting chlorophyll a / b-binding protein / <i>Nicotiana tabacum</i> / gi 493723
3	14.93 ±0.09	10.83 ±1.04	-1.38	6.7 / 33	8.7 / 41.1	5	204	17	FN2 (Ferredoxin-NADP(+)-Oxidoreductase 2) / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 145323954
4	9.39 ±0.63	5.21 ±0.37	-1.8	5.5 / 31	5.8 / 36.6	3	188	10	TH1; protein homodimerization / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 15239735
5	1.70 ±0.06	1.31 ±0.08	-1.3	5.5 / 65	5.3 / 55.2	8	346	25	Mitochondrial chaperonin (HSP60) / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 2924773
6	7.51 ±0.27	5.88 ±0.35	-1.27	6.4 / 35	8.5 / 42.3	13	516	39	Chloroplast malate dehydrogenase / <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>Pekinensis</i> / gi 15667274
7	14.43 ±0.99	9.59 ±1.02	-1.51	5.8 / 19	6.8 / 21.8	3	112	17	Germin-like protein / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 1755154
8	19.15 ±0.65	13.37 ±1.45	-1.43	6.2 / 19	6.8 / 21.8	3	94	17	Germin-like protein / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 1755154
9	23.59 ±1.66	17.53 ±1.05	-1.35	6.2 / 20	6.8 / 21.8	3	102	17	Germin-like protein / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 1755154
10	28.44 ±0.85	19.68 ±2.49	-1.45	5.2 / 36	6.2 / 27.5	14	619	55	Chain B, The Transient Complex Of Poplar Plastocyanin With Turnip Cytochrome F Determined With Paramagnetic Nmr / <i>Brassica rapa</i> / gi 67463833
11	2.90 ±0.20	2.14 ±0.17	-1.36	5.3 / 26.3	5.4 / 26.3	4	192	13	AT2G37660 / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 227204455
12	9.24 ±1.30	5.96 ±0.37	-1.55	6.8 / 35	8.5 / 53.3	7	415	31	Mitochondrial malate dehydrogenase (NAD) / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 18404382
13	1.08 ±0.18	12.47 ±3.78	11.51	6.3 / 19	8.4 / 22.2	3	60	8	Water-soluble chlorophyll binding protein / <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> / gi 27530883
14	2.61 ±0.40	13.75 ±2.89	5.27	5.7 / 18	7.8 / 22.7	3	132	16	Water-soluble chlorophyll binding protein / <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> / gi 27530881
15	1.27 ±1.88	11.77 ±1.55	3.08	5.3 / 20	4.7 / 23.3	4	368	6	Lipasin inhibitor polypeptide / <i>Brassica oleracea</i> / gi 841208
16	1.07 ±0.09	3.11 ±0.84	2.92	5.4 / 59	5.7 / 55.3	9	409	18	ATP synthase CF1 alpha subunit / <i>Brassica napus</i> / gi 26240756
17	2.97 ±0.43	23.36 ±1.06	7.86	6.6 / 29	6.5 / 28.8	7	17	17	GLUCONATE (BETA CARBONIC ANHYDRASE 4); carbonate dehydratase / zinc ion binding / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 15220853
18	6.53 ±0.32	9.69 ±0.63	1.49	6.1 / 17	6.7 / 21.8	3	75	18	Cu-Zn Superoxide dismutase / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 3273753
19	0.97 ±0.15	2.22 ±0.25	2.29	5.2 / 49	5.4 / 47.6	6	35	35	Purified myosinase-binding protein 3 / <i>Brassica rapa</i> ssp. <i>Pekinensis</i> / gi 33285912
20	1.19 ±0.13	2.73 ±0.30	2.3	5.7 / 43	6.3 / 49.9	4	49	8	Phosphatidyl inositol 4-kinase / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 15220883
21	2.82 ±0.29	5.24 ±0.70	1.86	5.4 / 51	7.6 / 48.7	2	77	5	Aminotransferase class I and II family protein / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 15217440
22	8.10 ±0.57	10.68 ±0.44	1.32	5.2 / 57	5.0 / 54.7	21	954	50	Nucleotide-binding subunit of vacuolar ATPase / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 166627
23	1.66 ±0.25	4.81 ±0.52	2.89	6.3 / 19	9.0 / 21.2	2	91	10	Unknown protein / <i>Arabidopsis thaliana</i> / gi 7658343
24	6.42 ±0.36	14.89 ±1.60	2.32	6.3 / 24	5.8 / 21.6	4	145	19	Unknown protein / <i>Populus trichocarpa</i> / gi 118485421
25	2.77 ±0.22	8.29 ±1.21	2.99	5.9 / 24	5.8 / 21.6	3	118	19	Unknown protein / <i>Populus trichocarpa</i> / gi 118485421

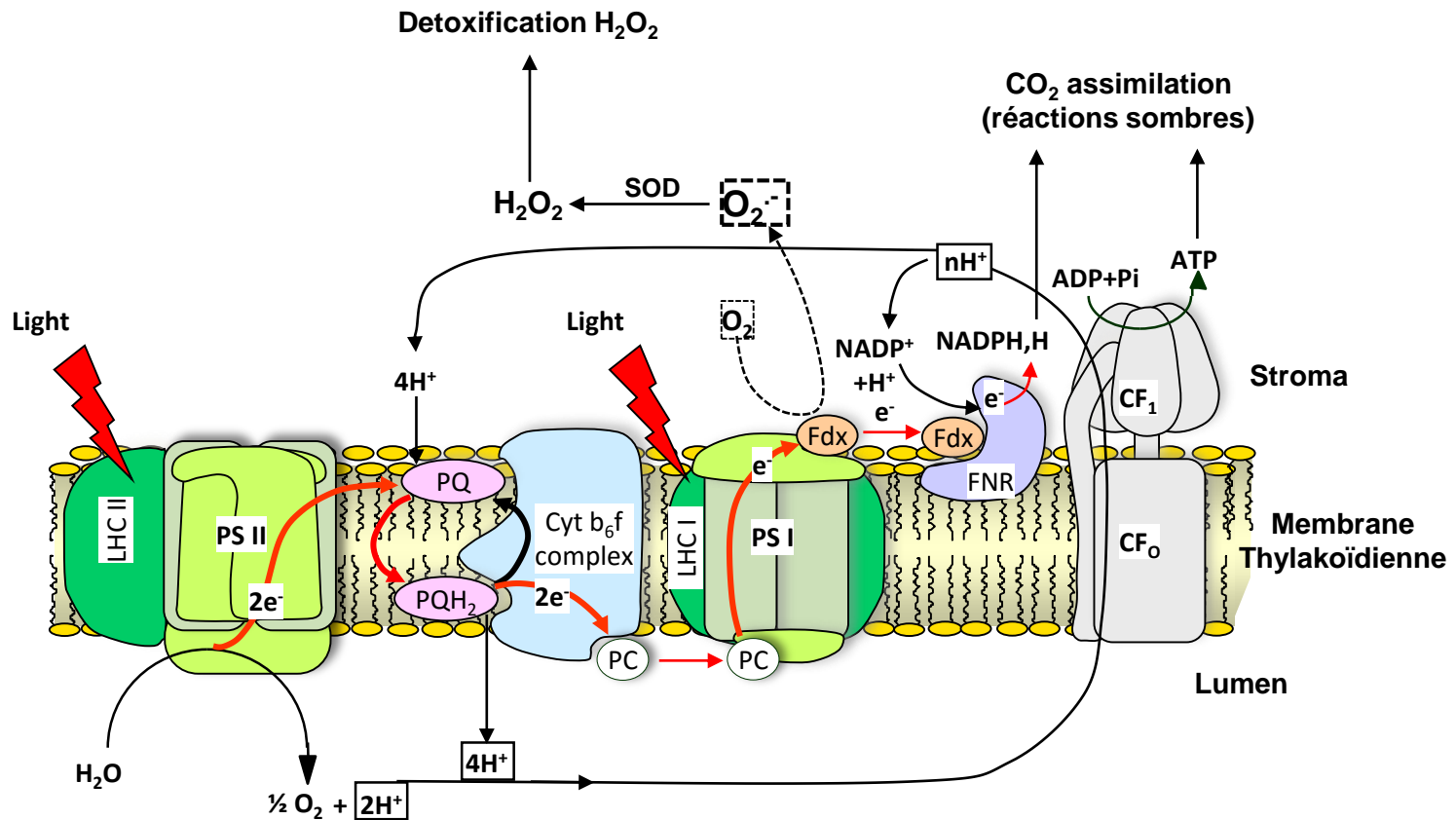


- ❖ 36 spots modulés
- ❖ 25 spots identifiés
- ❖ 10 protéines impliquées dans le métabolisme du C
- ❖ 9 protéines dans les chloroplastes

# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Séquence des évènements provoquée par une limitation en S pendant 35 jours sur le fonctionnement de l'appareil photosynthétique d'un chloroplaste de jeune feuille

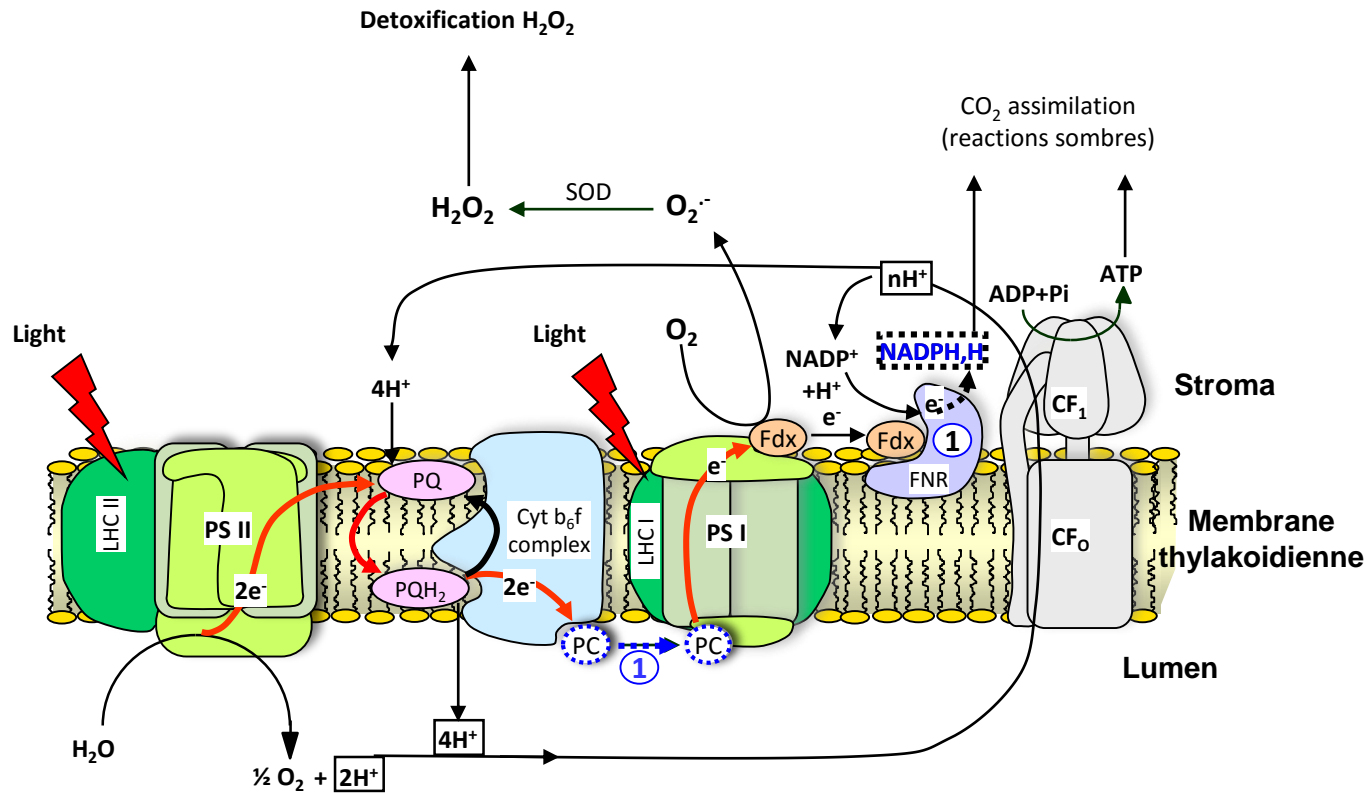
Control



# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Séquence des évènements provoquée par une limitation en S pendant 35 jours sur le fonctionnement de l'appareil photosynthétique d'un chloroplaste de jeune feuille

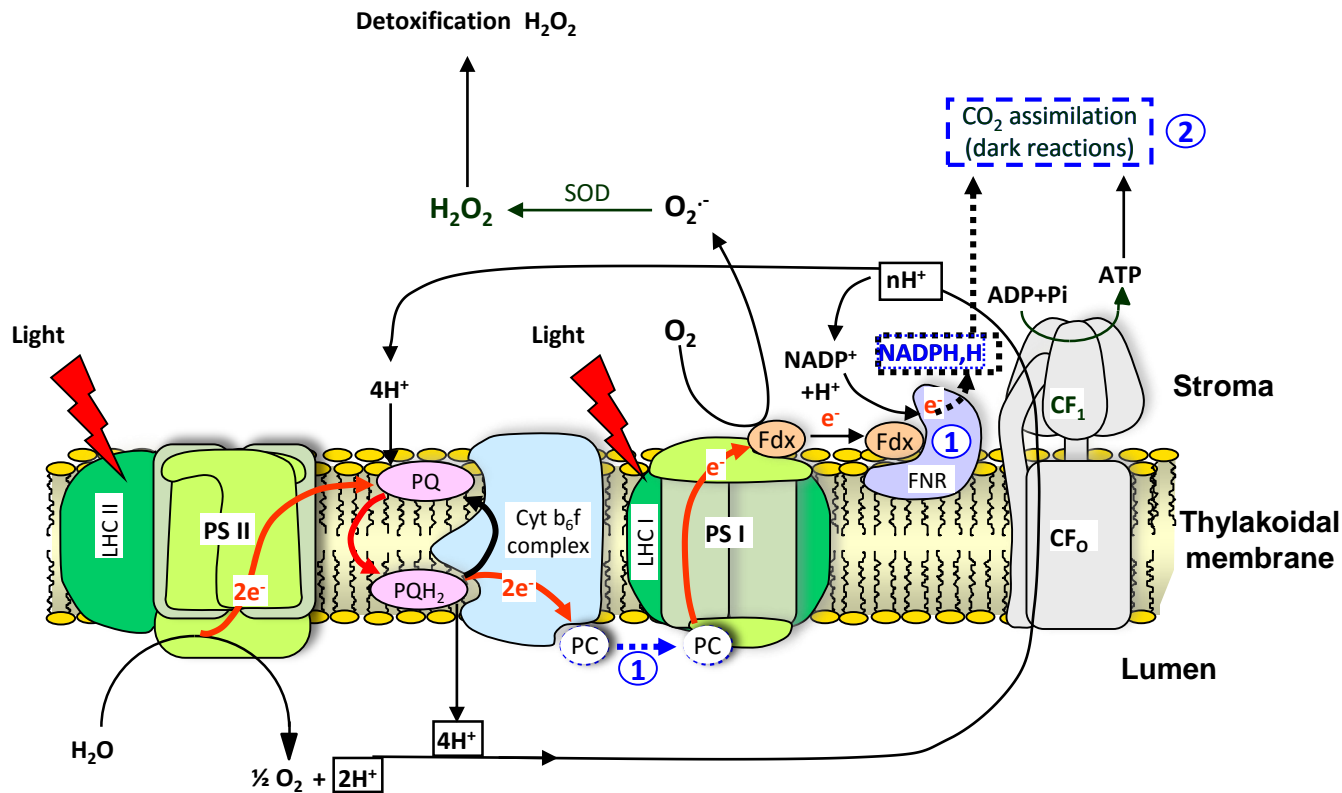
Low S - limitation en sulfate



# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Séquence des évènements provoquée par une limitation en S pendant 35 jours sur le fonctionnement de l'appareil photosynthétique d'un chloroplaste de jeune feuille

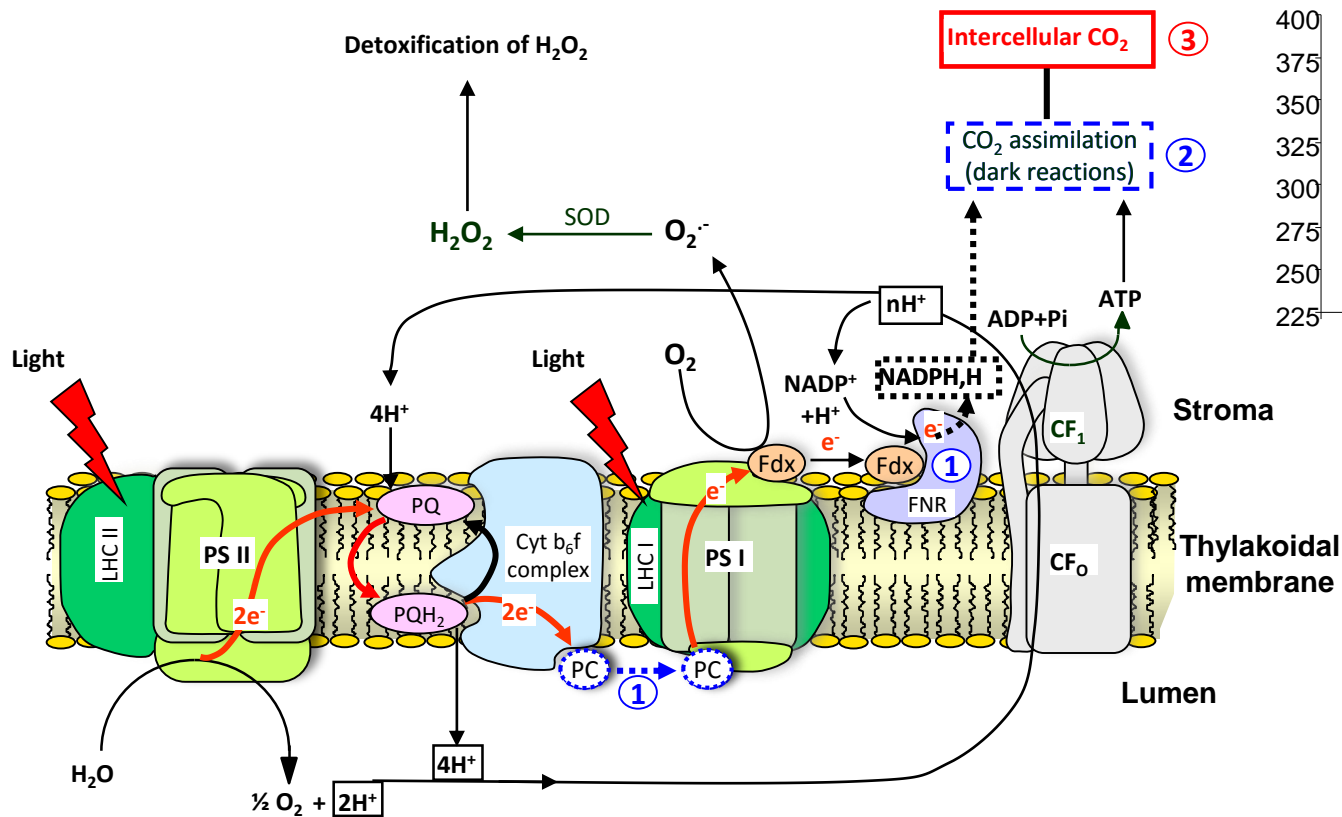
Low S



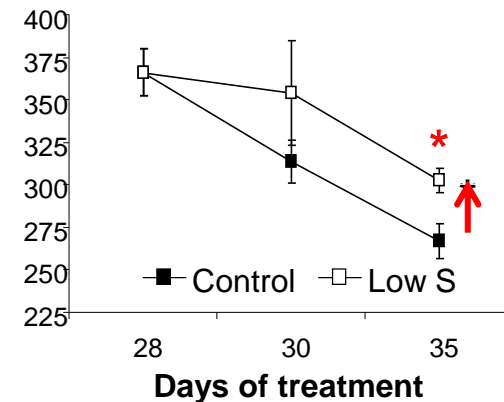
# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Séquence des évènements provoquée par une limitation en S pendant 35 jours sur le fonctionnement de l'appareil photosynthétique d'un chloroplaste de jeune feuille

Low S



Intercellular  $\text{CO}_2$  concentration ( $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

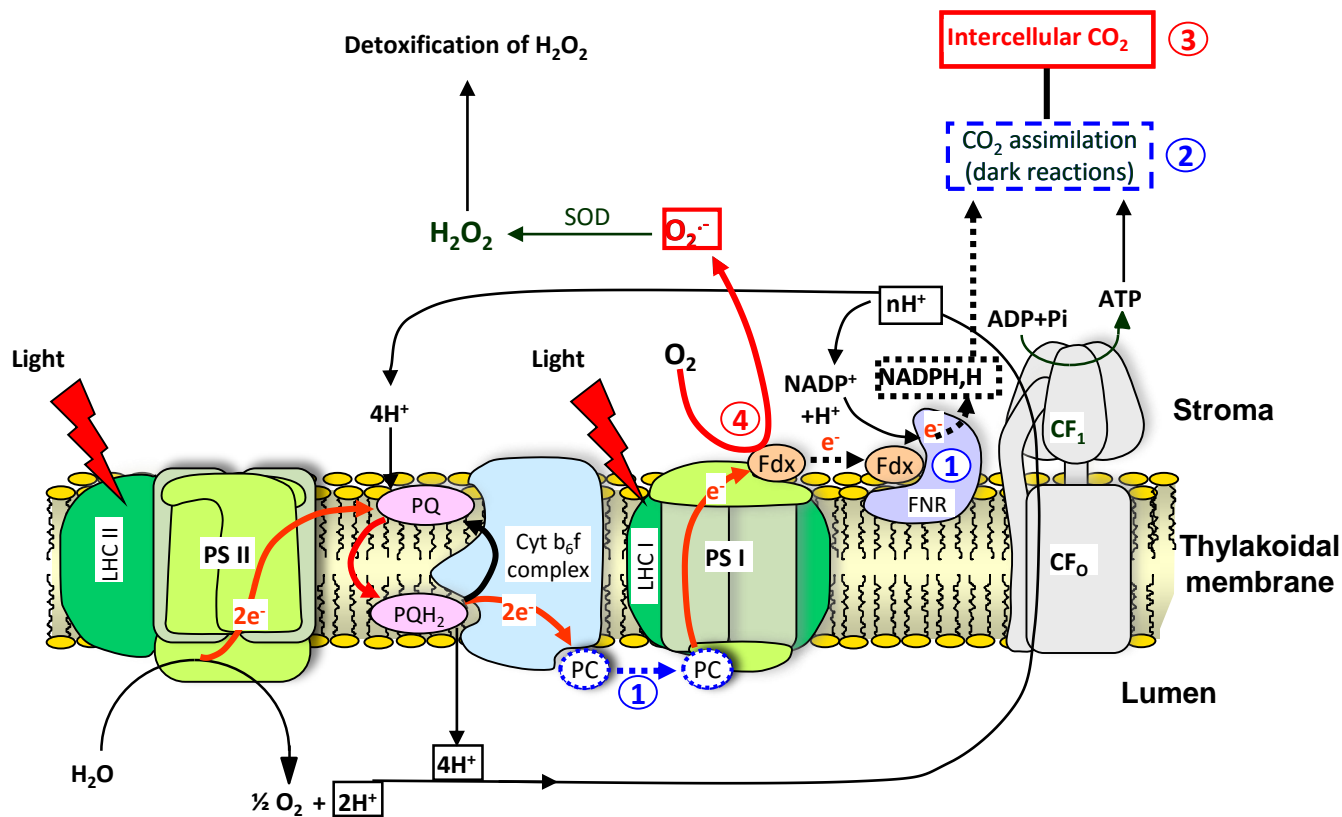




# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Séquence des évènements provoquée par une limitation en S pendant 35 jours sur le fonctionnement de l'appareil photosynthétique d'un chloroplaste de jeune feuille

Low S

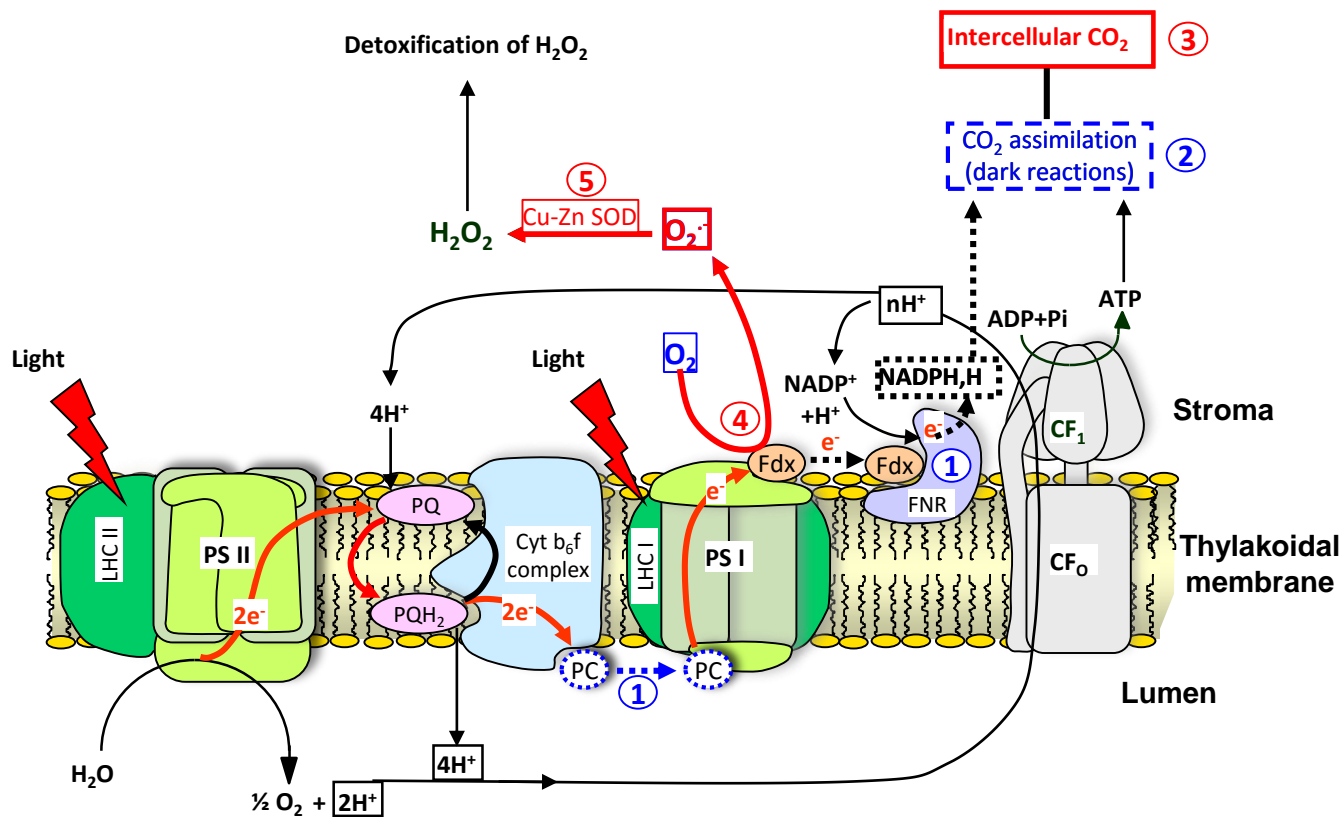




# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Séquence des évènements provoquée par une limitation en S pendant 35 jours sur le fonctionnement de l'appareil photosynthétique d'un chloroplaste de jeune feuille

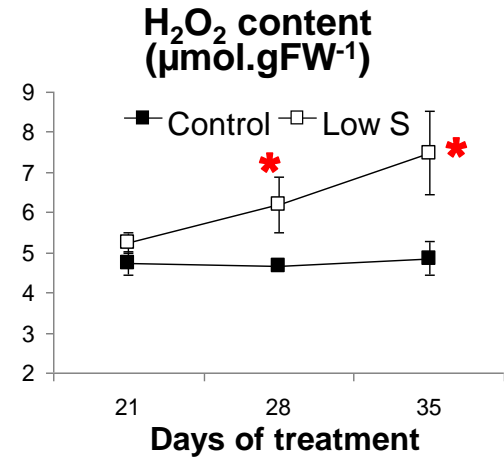
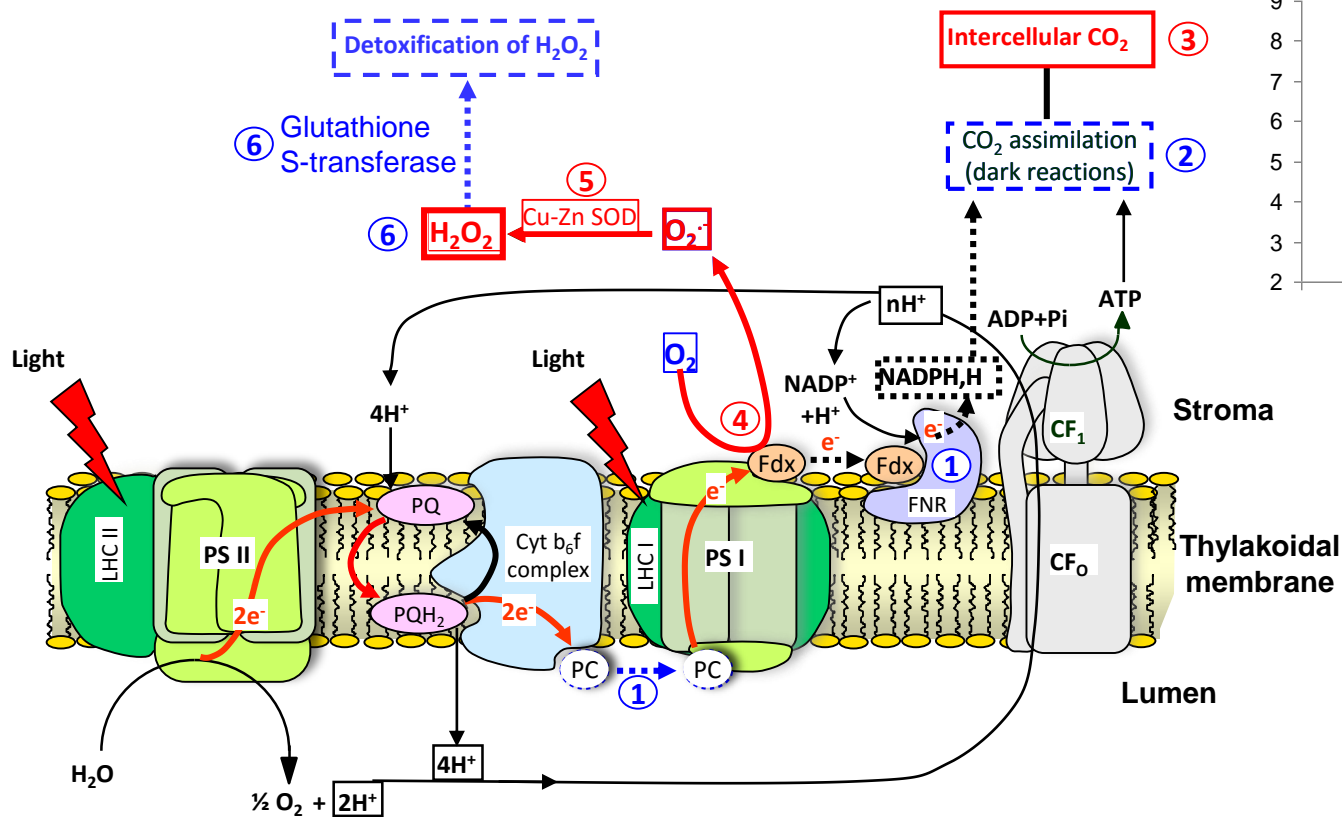
Low S



# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Séquence des évènements provoquée par une limitation en S pendant 35 jours sur le fonctionnement de l'appareil photosynthétique d'un chloroplaste de jeune feuille

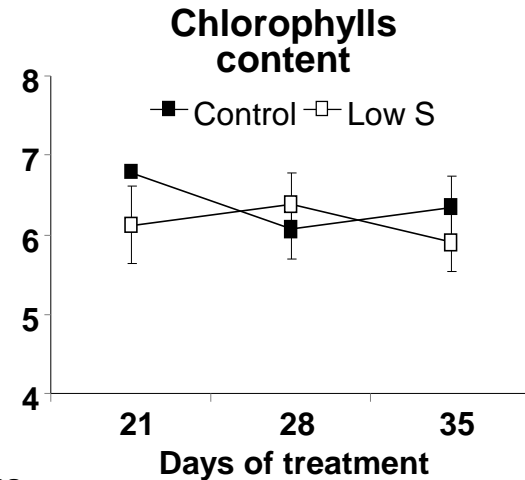
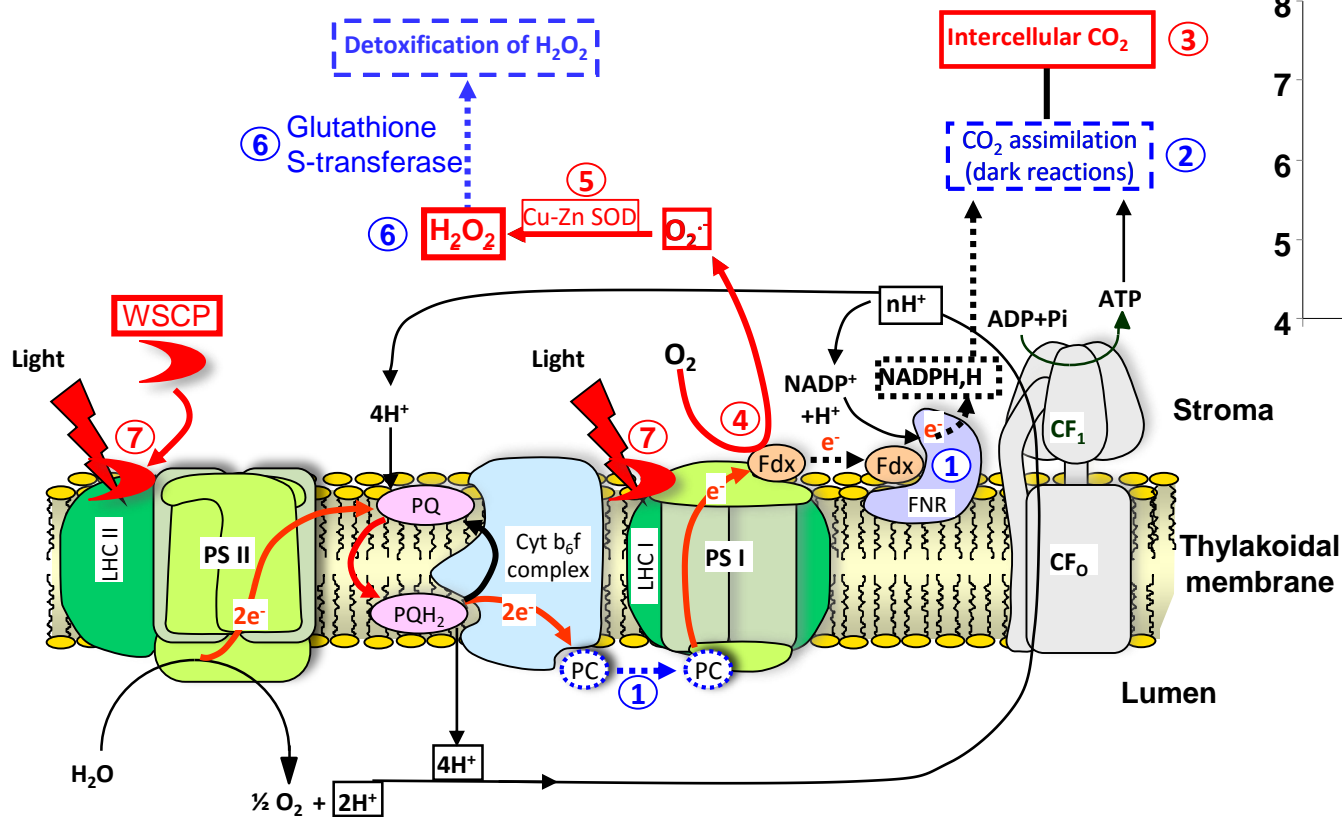
Low S



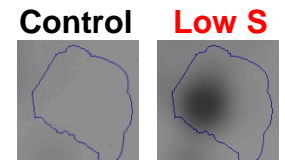
# Incidence d'une restriction en sulfate (Low S) chez le colza ...

➔ Séquence des évènements provoquée par une limitation en S pendant 35 jours sur le fonctionnement de l'appareil photosynthétique d'un chloroplaste de jeune feuille

Low S

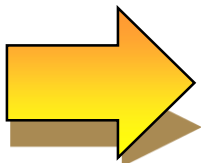
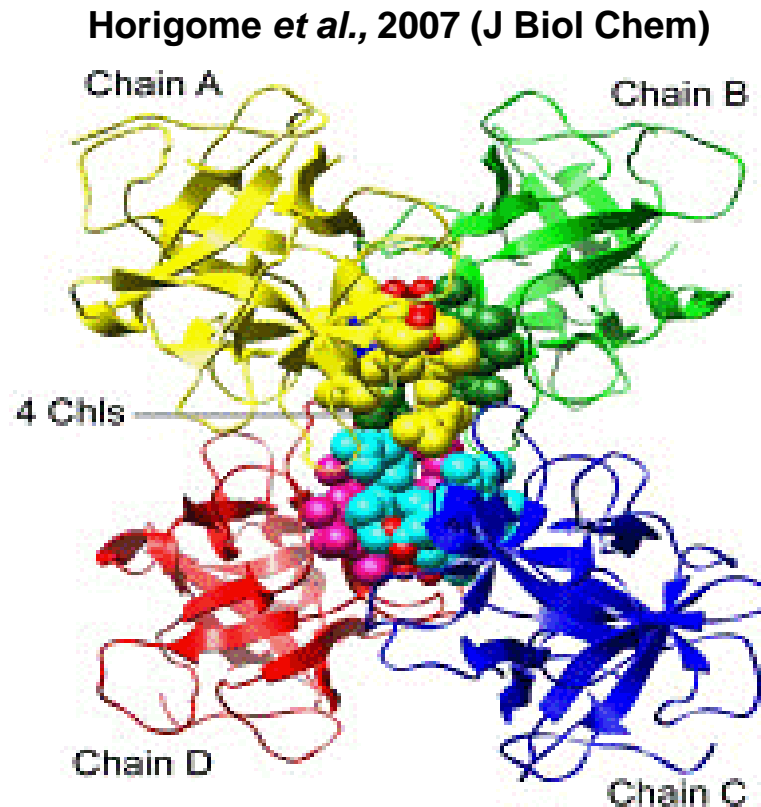


WSCP : Water-Soluble Chlorophyll-binding Protein



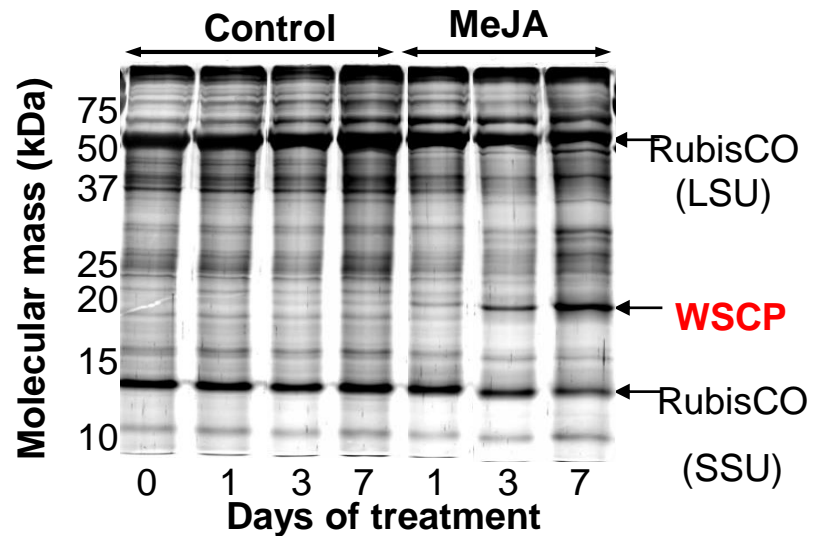
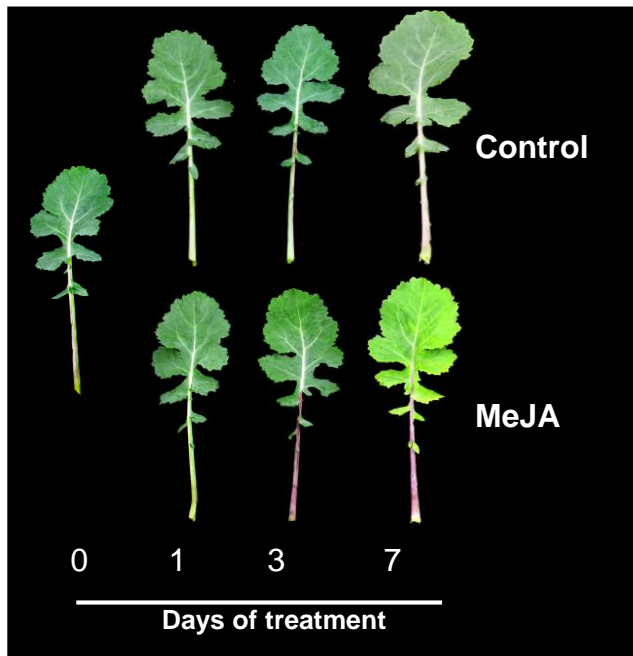
## WSCP : Water Soluble Chlorophyll binding Protein class II (specific of Brassicae)

Chez *Brassica olearacea*, WSCPs (BoWSCP) forme un complex avec Chlorophylls  
(Dr. Satoh, Toho University)

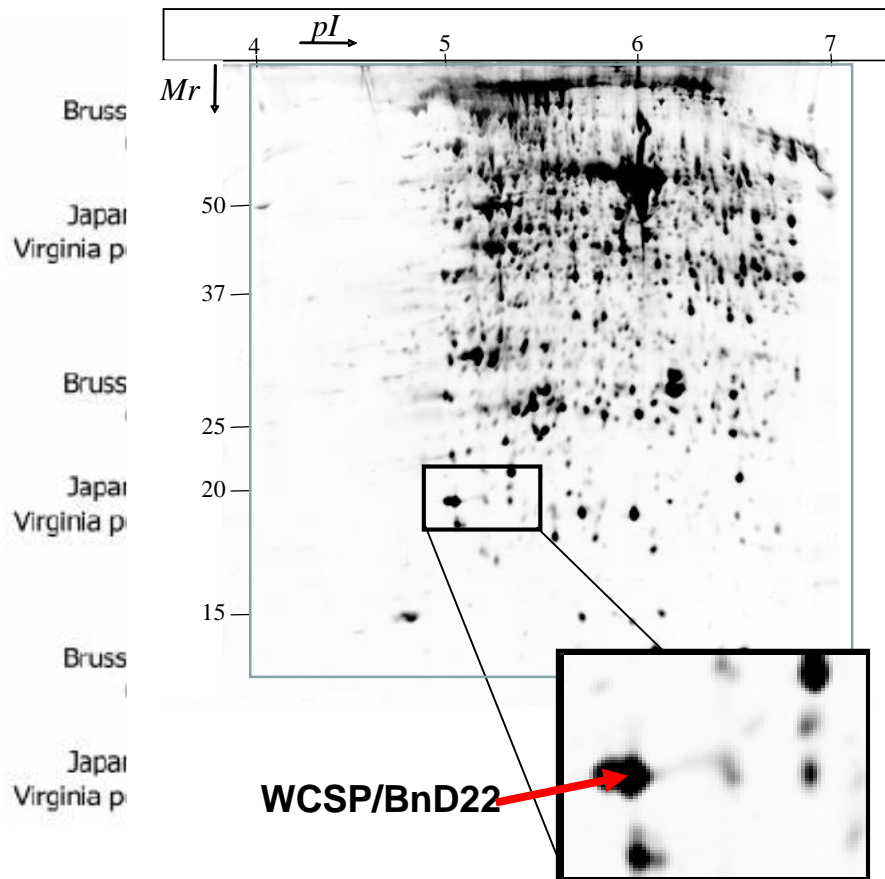


WSCPs aide à protéger les chlorophylles après des dommages oxydatifs causé par les ROS in response to stress conditions.

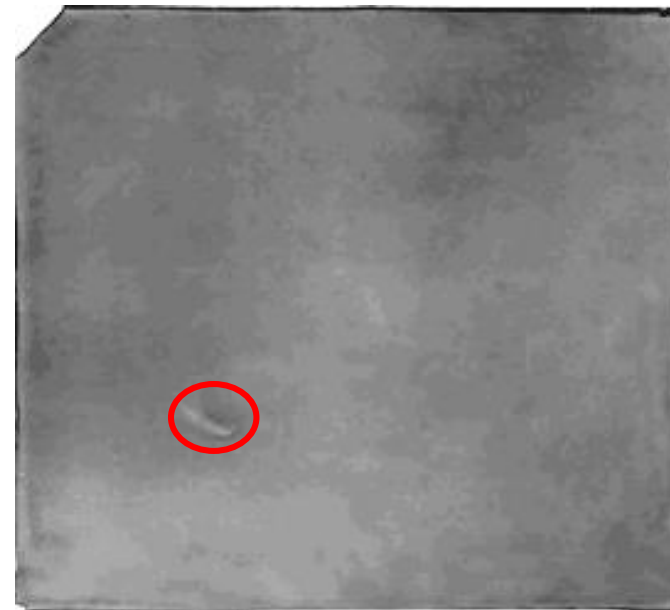
- WSCP are induced in young leaves in response to different osmotic stresses (drought, salinity...) (Reviron et al., 1992)
- WSCP are induced in young leaves of rapeseed by limitation of mineral nutrients (nitrate deficiency) or methyl jasmonate (MeJA) (Desclos et al. 2008, Plant Physiology)



# WSCP (BnD22) possède une activité trypsin-inhibitor (Kunitz-protease inhibitor)



Protease inhibitor  
(Anti-trypsin activity in 2-DE gel)



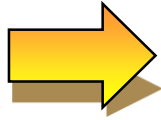
motif

ITQTL  
 ITQTL  
 ITQTL  
 ITQTL  
**VRTS**

IKIEE  
 IKIEE  
 IKIEE  
 IKIEK  
**RIEK**



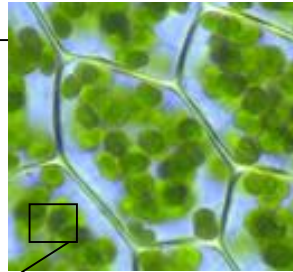
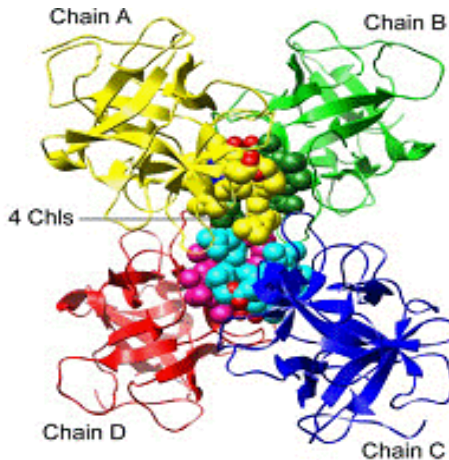
PFY  
 PFY  
 PFY  
 PFY  
**PFV**



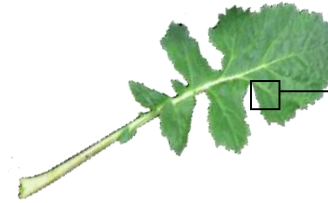
## WSCPs : Double fonction (WSCP et Inhibiteur de Protease)



### WSCP-Chlorophylls



**Protection of chlorophylls**  
(Horigome *et al.*, 2007)

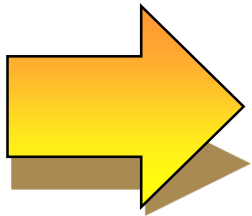


**Inhibitor of Protease anti-trypsin activity**



**Limitation of the proteolysis**

(Desclos *et al.*, 2008, Plant Physiol.)



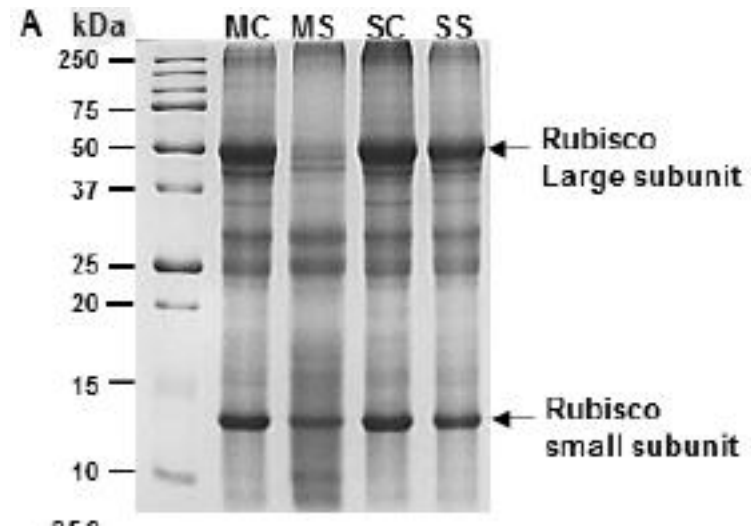
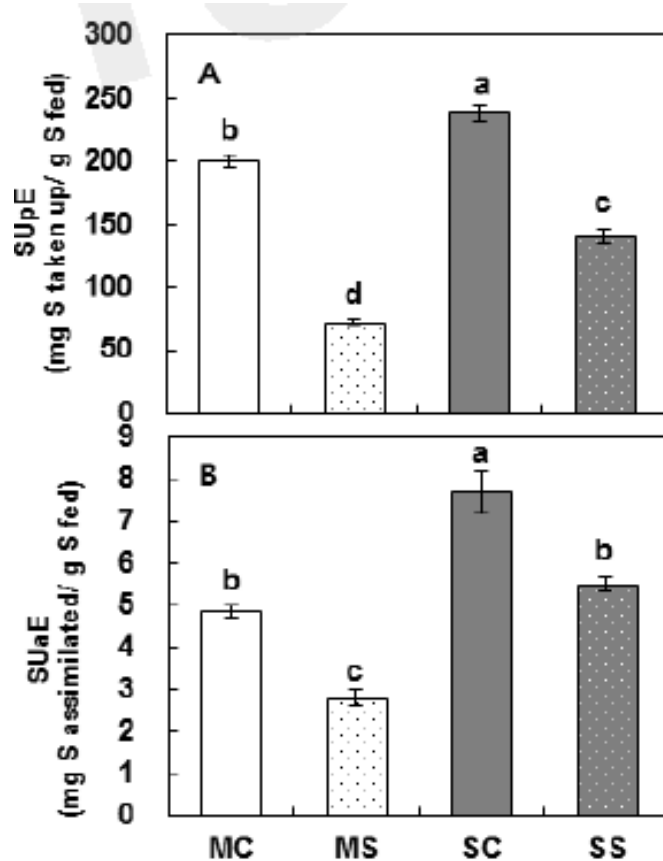
**WSCP pourrait aider à maintenir la croissance des jeunes feuilles en cas de stress nutritionnel ou abiotique.**  
**WSCP contribuerait à améliorer l'efficacité d'usage des nutriments (SUE, NUE)**



## Sulfur use efficiency is a significant determinant of water stress tolerance in relation to photosynthetic activity in *Brassica napus* cultivars

Bok-Rye Lee, Jean-Christophe Avice, Alain Ourry and Tae-Hwan Kim

### Comparaison Mosa (M) vs Saturnin (S)



Saturnin a une meilleure efficacité d'usage du S (et une meilleure résistance au stress hydrique)