

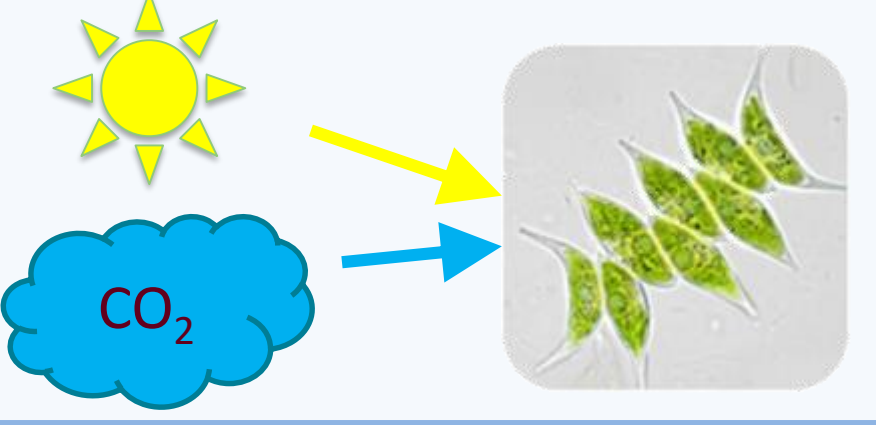
Impact de la concentration en sulfites sur la croissance et la composition biochimique de la microalgue verte *Scenedesmus dimorphus*

Aldo MIRISOLA – Diane THOMAS - Anne-Lise HANTSON
Université de Mons – Faculté Polytechnique – Service de Génie des Procédés Chimiques et Biochimiques
aldo.mirisola@umonts.ac.be

CONTEXTE

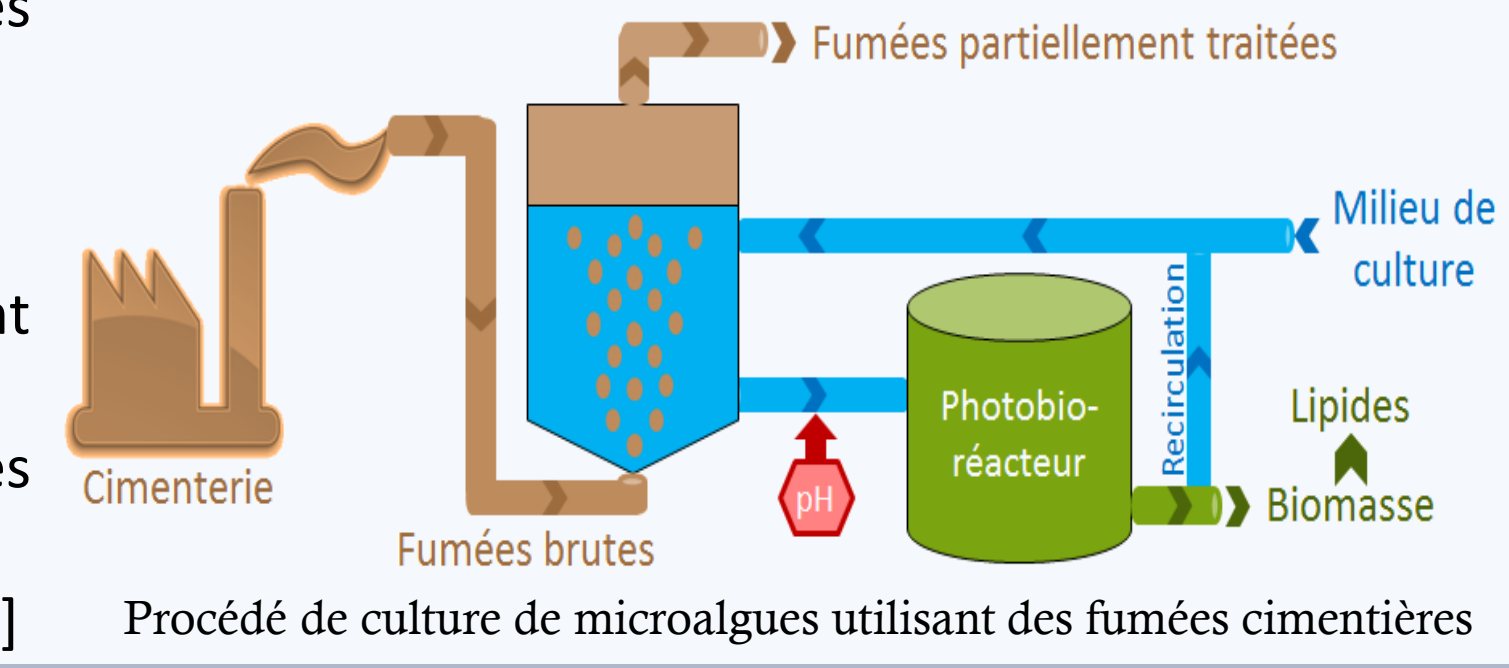
- **Constat environnemental alarmant :**
 - ✓ Augmentation de la demande en énergie
 - ✓ Réserves en combustibles fossiles limitées
 - ✓ Forte pollution générée par ces derniers
- Parmi l'ensemble des solutions à cette vaste problématique, les **microalgues** sont très prometteuses [1-2]:
 - Polysaccharides → Fermentation → Bioéthanol, biobutanol
 - Lipides → Transestérification → Biodiésel
 - Produits à haute valeur ajoutée → Pigments, antioxydants, ω6/ω3,...

- ✓ Nécessité de trouver de nouvelles sources d'énergie
- ✓ Faire meilleur usage de cette dernière



OBJECTIF

- Explorer la faisabilité d'un **procédé industriel** alimenté par des **effluents gazeux** issus de l'**industrie cimentière** et exploitant des **microalgues** dans le but de produire, entre autres, des **biocarburants**.
- Exploitation de fumées industrielles pour alimenter des photobioréacteurs [3]
- Wallonie = bassin cimentier très actif
- Fumées cimentières
- Solubilisation de différents composants de l'effluent gazeux (SO₂ et le CO₂) dans les milieux de culture
- Disponibilité pour la croissance des microorganismes et la biosynthèse de lipides ou saccharides.
- Potentielle toxicité de certains composés (sulfites) [4]



ESSAI DE BARBOTAGE

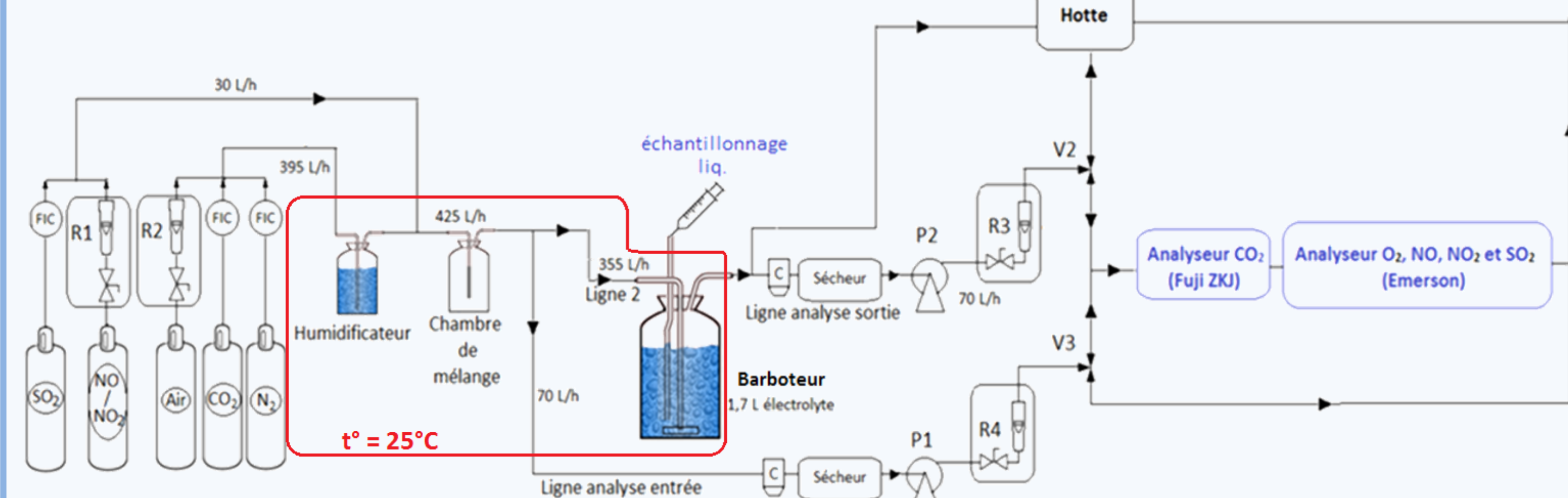
Composition du gaz représentatif d'une fumée cimentière

SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	NO (ppm)	O ₂ (% vol)	CO ₂ (% vol)	N ₂ (% vol)
300	33	430	5	20	74,92

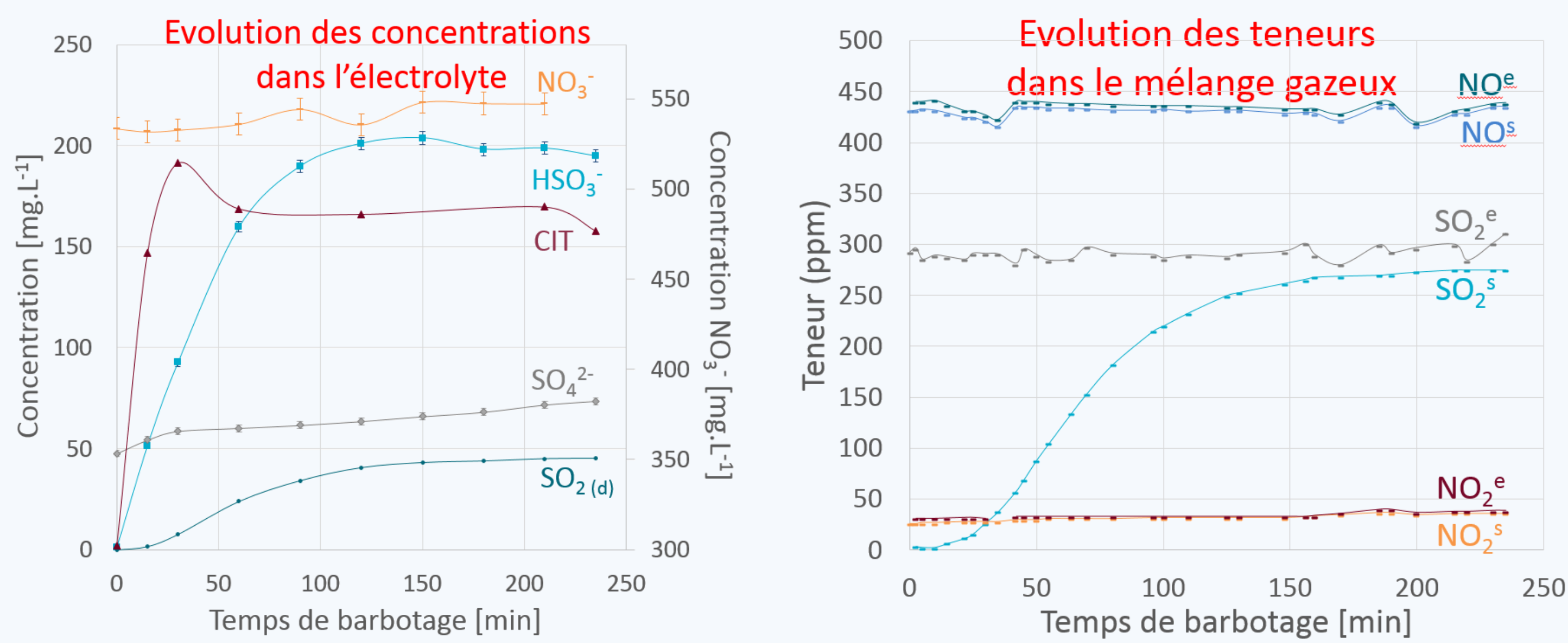
Milieux de culture 3N-BBM pour *Scenedesmus dimorphus*

pH	Force ionique I [M]	NaCl [g.L ⁻¹]	SO ₄ ²⁻ [g.L ⁻¹]	NO ₃ ⁻ [g.L ⁻¹]
7,0	0,013	0,025	0,04	0,55

Dispositif expérimental – essai d'absorption en batch



Résultats de l'essai de barbotage



Présence de S(IV) suite à l'absorption du SO₂ → à l'équilibre : ~ 250 ppm équivalent SO₃²⁻

CULTURES DE SCENEDESMUS DIMORPHUS

Cultures «témoin» cultivées dans le milieu 3N-BBM (dulcicole, sans source de carbone organique)

Cultures «stress sulfite» cultivées dans un milieu 3N-BBM modifié:

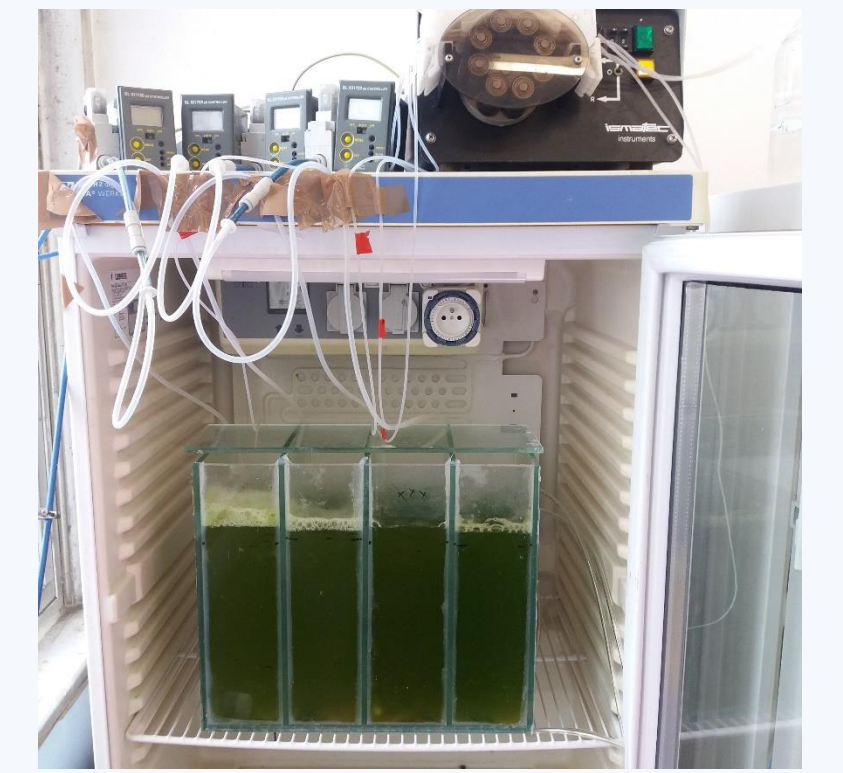
La teneur en **sulfites** est maintenue à **50 ; 200 et 600 mg/L⁻¹** afin d'entourer les conditions d'équilibre entre le milieu de culture et un gaz représentatif d'une fumée cimentière.

Survie de la biomasse ?
Examen des courbes de croissance

Qualité de la biomasse ?
Analyse de la composition biochimique de la biomasse

Méthode de culture

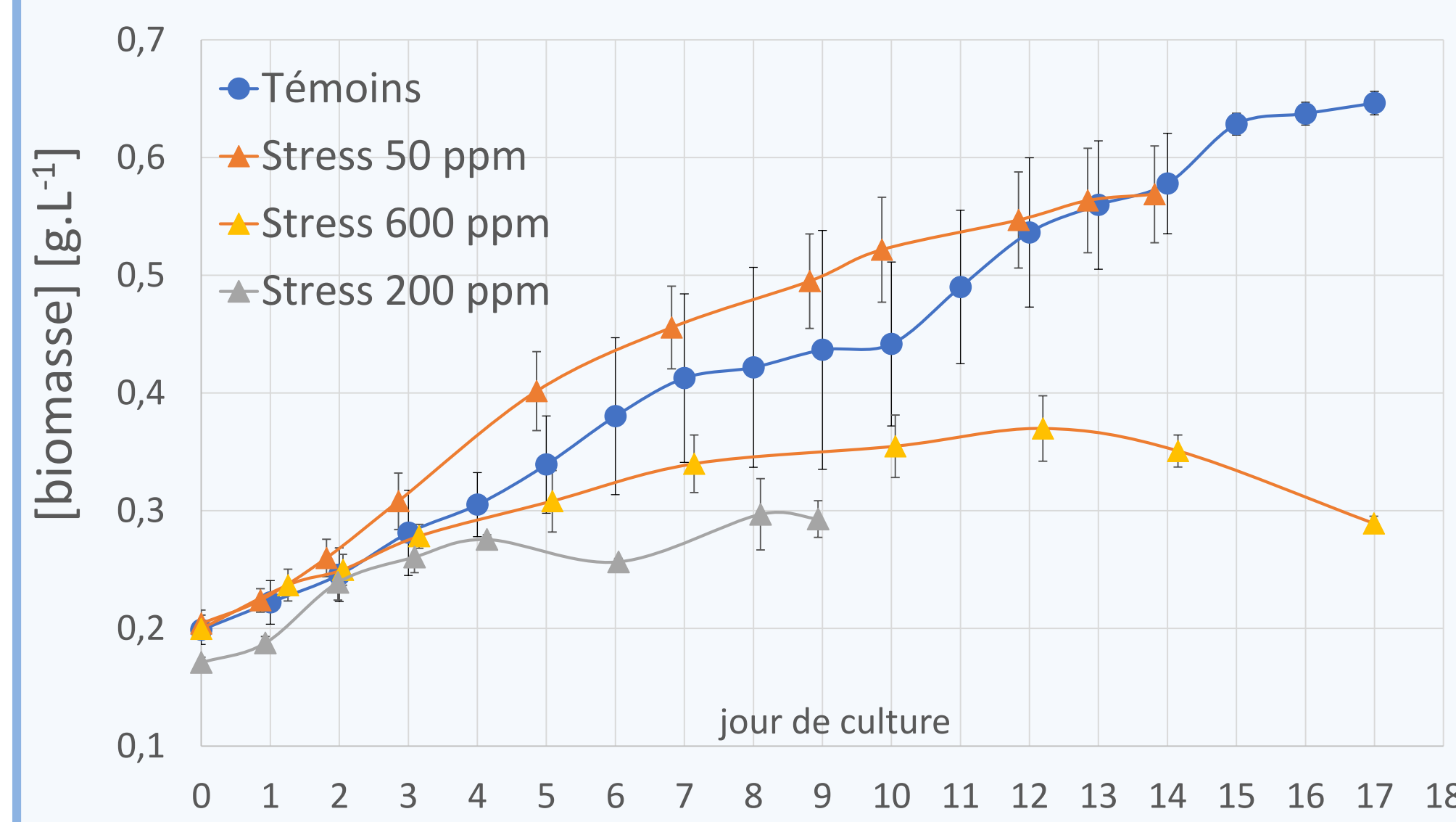
- 4 photobioréacteurs plats de 3L avec agitation de type airlift ;
- Illumination par des tubes fluorescents à usage horticoles cycle clair/obscur 12h/12h, 100μE.m⁻².s⁻¹ ;
- Température fixée à 20°C ;
- pH maintenu à 7,5 ± 0,2 par injections de CO₂



Suivi de la culture

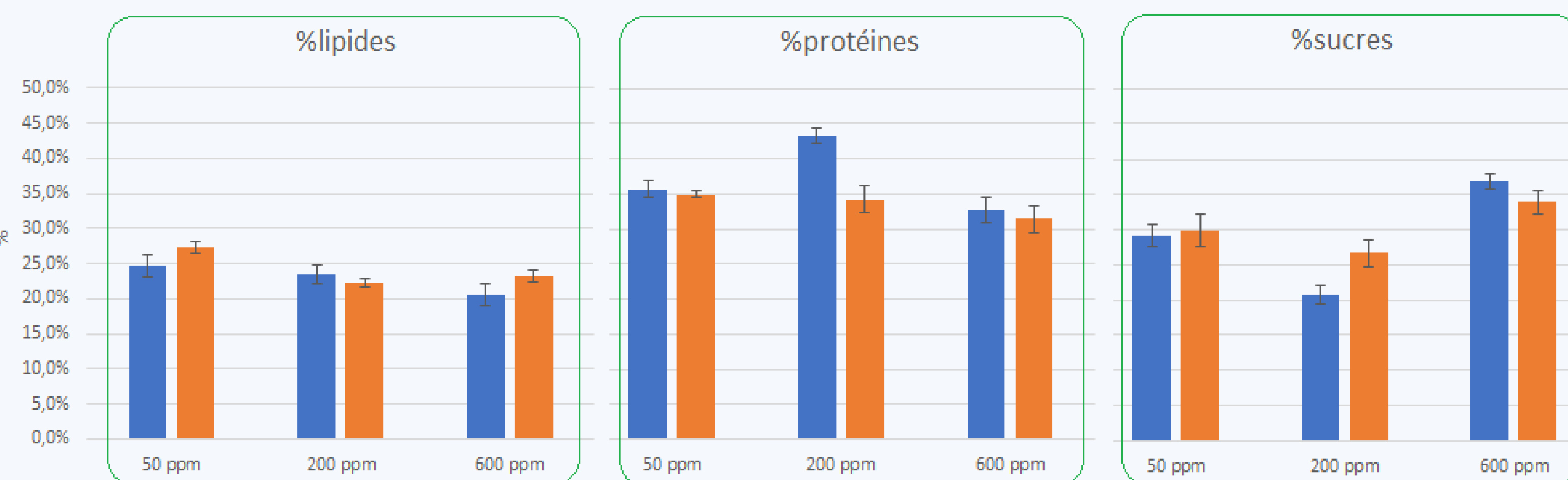
- Composition anionique du milieu de culture : Chromatographie ionique
- Concentration en biomasse : Spectrophotométrie UV-Vis à 680nm
- Composition biochimique :
 - **Lipides :** Méthode gravimétrique après extraction par solvants (méthanol, chloroforme, eau)
 - **Esters méthyliques d'acides gras (EMAG) :** Transestérification du résidu lipidique, extraction au n-heptane et analyse par GC-FID
 - **Protéines :** Disruption cellulaire (broyeur à billes), dosage par spectrophotométrie UV-Vis à 562nm (méthode BCA)
 - **(Poly)saccharides :** Hydrolyse acide à 90°C et dosage par spectrophotométrie UV-Vis à 492nm (méthode phénol sulfurique)

CROISSANCE DE S. DIMORPHUS

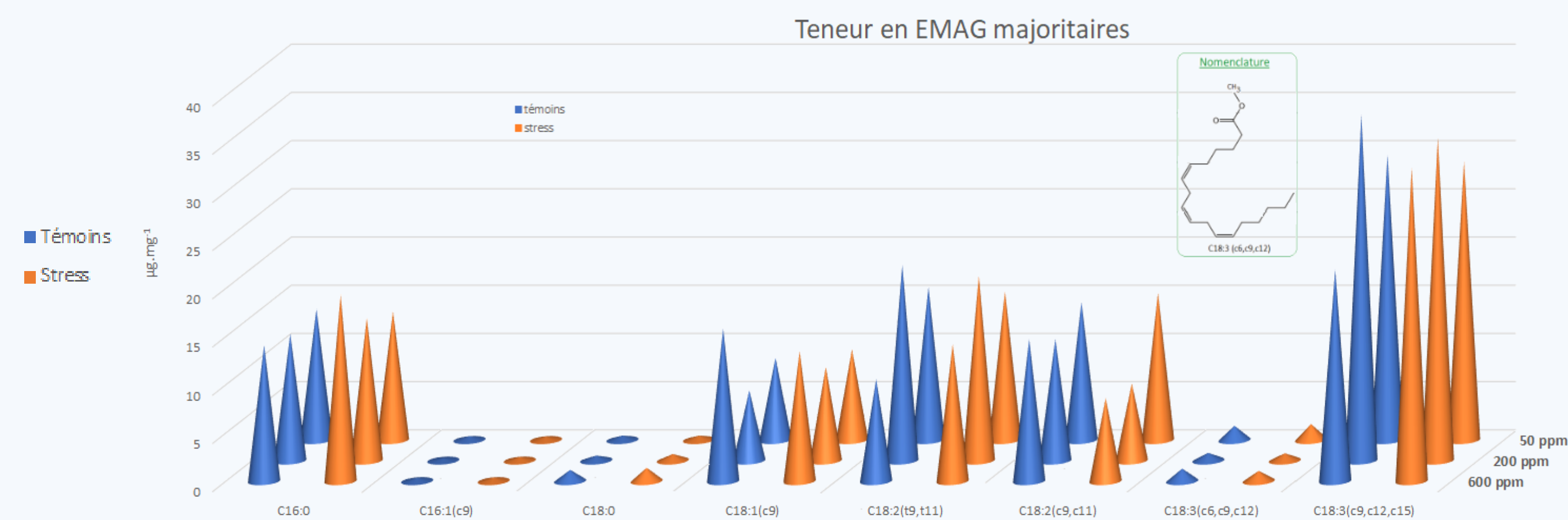


- Taux de croissance largement diminués à 200 et 600 ppm_{S(IV)}
- À 50 ppm_{S(IV)} : pas de modification du taux de croissance sur les 2 premières semaines de culture

COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE S. DIMORPHUS



- Peu de modification de la composition biochimique des microalgues.
- Sauf pour le stress à 200 ppm_{S(IV)} où les taux de protéines et de sucres varient significativement. Cela est probablement dû à la différence de temps de culture par rapport aux deux autres tests.
- Phase de croissance différente → composition biochimique différente



DISCUSSION

- ✓ Peu/pas d'absorption des NO_x explicable car NO (majoritaire et peu oxydé) très peu soluble (H=520 atm.M⁻¹)
- ✓ 250 mg.L⁻¹ équivalent sulfites en solution après barbotage du gaz dans un milieu de culture → tests de viabilité sur une espèce microalgale (*Scenedesmus dimorphus*)
- ✓ Viabilité OK à 50 ppm_{sulfites} : productivité en biomasse identique au témoin durant les 14 premiers jours
- ✓ Peu de modification de la composition biochimique des microalgues
- ✓ Nécessité de tester d'autres espèces (*Chlorella vulgaris*, *Cyanidium caldarium*) en prenant garde de maintenir les cultures durant un temps identique

REFERENCES

[1] M. Vignani et al., "Food and feed products from micro-algae: Market opportunities and challenges for the EU," *Trends Food Sci. Technol.*, 2015.
 [2] T. M. Mata et al., "Microalgae for biodiesel production and other applications: A review," *Renew. Sustainable Energy Rev.*, vol. 14, no. 1, pp. 217–232, 2010.
 [3] J. R. Benemann, "Utilization of carbon dioxide from fossil fuel-burning power plants with biological systems," *Energ. Convers. Manage.*, vol. 34, no. 9–11, pp. 999–1004, 1993.
 [4] J. A. Lara-Gil et al., "Toxicity of flue gas components from cement plants in microalgae CO₂ mitigation systems," *J. Appl. Phycol.*, vol. 26, no. 1, pp. 357–368, 2014.
 [5] WBCSD, "Guidelines for Emissions Monitoring and Reporting in the Cement Industry," 2012.
 [6] B. Metz et al., "IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage," 2005.