

Optimisation des conditions de culture de cyanobactéries filamenteuses pour la valorisation de digestat liquide d'origine agro-industrielle

Parsy Aurélien¹

Filali Rayen², Monlau Florian², Sambusiti Cecilia³, Périé Frédéric³, Beigbeder Jean-Baptiste^{1,*}

¹ APESA, Pôle valorisation – 3 Chemin de sers, 64121 Montardon, FRANCE

² Total Energies Onetech R&D, PERL – Pôle D' Etudes et de Recherche de Lacq, Pôle Economique 2, BP 47 – RD 817, 64170 Lacq, FRANCE

³ Total Energies Onetech R&D, CSTJF – Avenue Larribau, 64018 Pau, FRANCE

* Correspondance : jeanbaptiste.beigbeder@apesa.fr



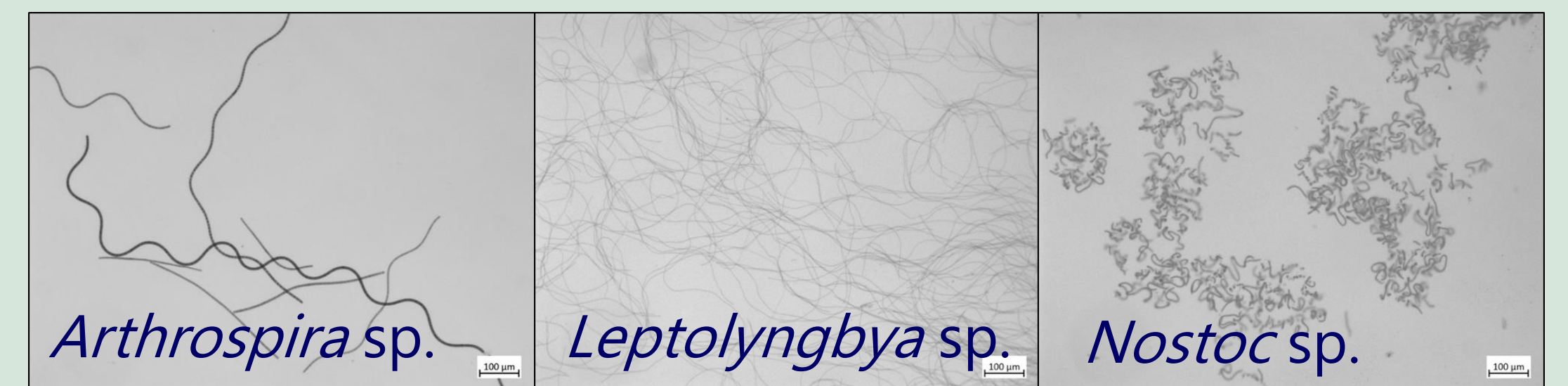
CONTEXTE

- Le digestat est produit en grande quantité par le procédé de méthanisation: 222-258 Mt de digestat produit en Europe en 2021 [1].
- Le digestat liquide présente de fortes concentrations de nutriments (N, P, K) et de minéraux adaptés au métabolisme des micro-algues et des cyanobactéries.
- De par leur taille plus importante que celle des micro-algues, les cyanobactéries filamenteuses se récoltent plus facilement avec des procédés moins énergivores.
- Inconvénients: turbidité élevée limitant la photosynthèse et forte concentration en ammonium potentiellement toxique: $CE_{50}(NH_4)$ pour *Arthrospira* sp. = 70 mgN·L⁻¹ [2].

OBJECTIF

Optimiser la production de biomasse par la culture de cyanobactéries afin de valoriser le digestat en déterminant les meilleures conditions de culture:

- Source de carbone (NaHCO₃ vs CO₂)
- Dilution du digestat (8 dilutions testées)
- Souche de cyanobactérie filamenteuse



MATÉRIEL AND MÉTHODES

Échantillonnage du digestat



Site : Unité de méthanisation industrielle
Intrants: Déchets et sous-produits de l'agriculture et de l'industrie agro-alimentaire

Paramètres:

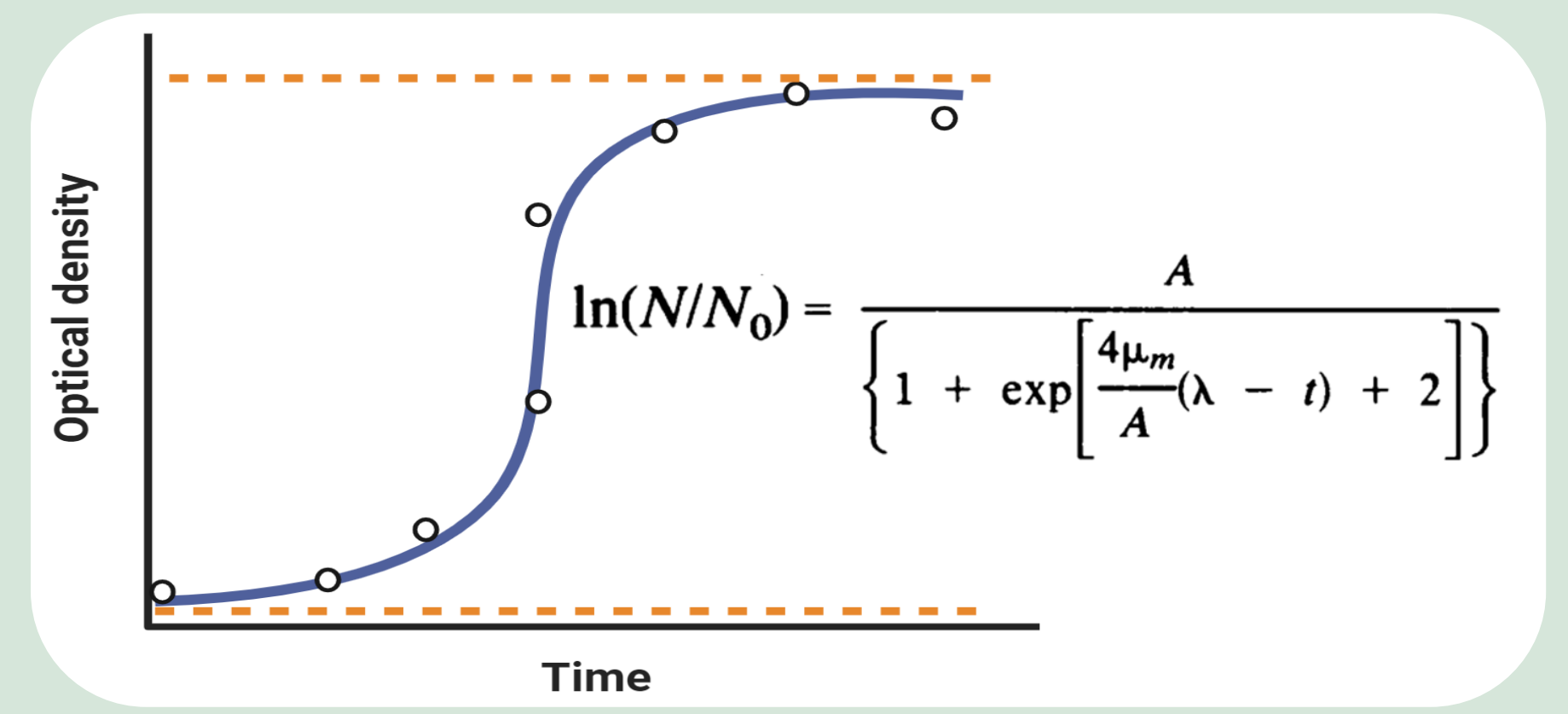
- Turbidité = 3500 NTU
- NH₄⁺ = 2.4 gN·L⁻¹
- COD = 4.8 gO₂·L⁻¹
- PO₄³⁻ = 0.1 gP·L⁻¹

Optimisation des conditions de culture



Source de carbone : 1%v/v CO₂ vs 4 g·L⁻¹ NaHCO₃
Volume: 200 mL (triplicata)
Facteurs de dilution: 8x à 100x
Bullage: 0.4 NL·min⁻¹ d'air
Lumière: 60 μmol·m⁻²·s⁻¹, cycle jour/nuit 16/8 h
Analyses: densité optique à 680 nm, pH

Traitement des données et modélisation

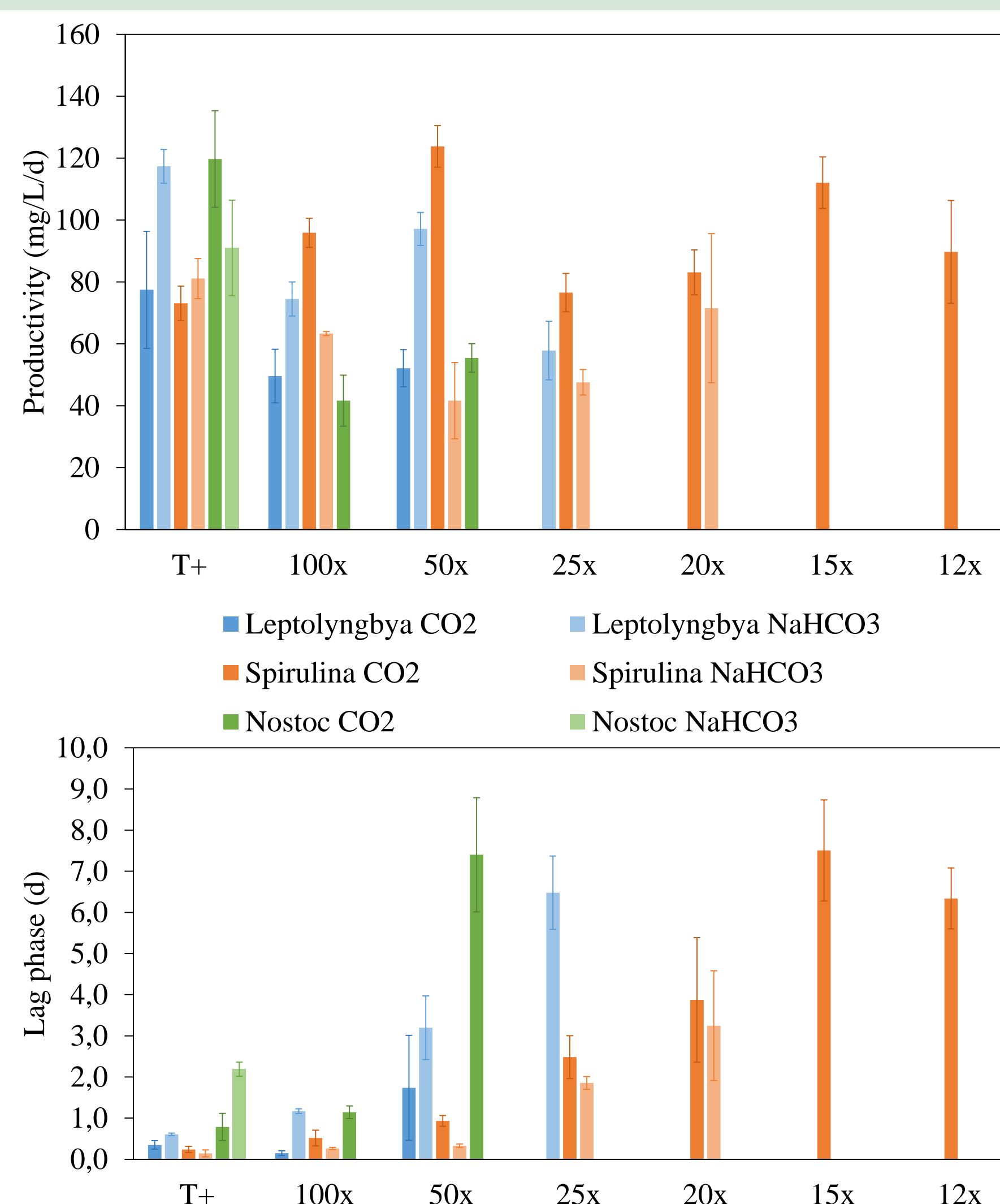


Modélisation de la croissance: Modèle logistique [3]
Paramètres cinétiques: Taux de croissance, phase de latence, concentration finale, productivité

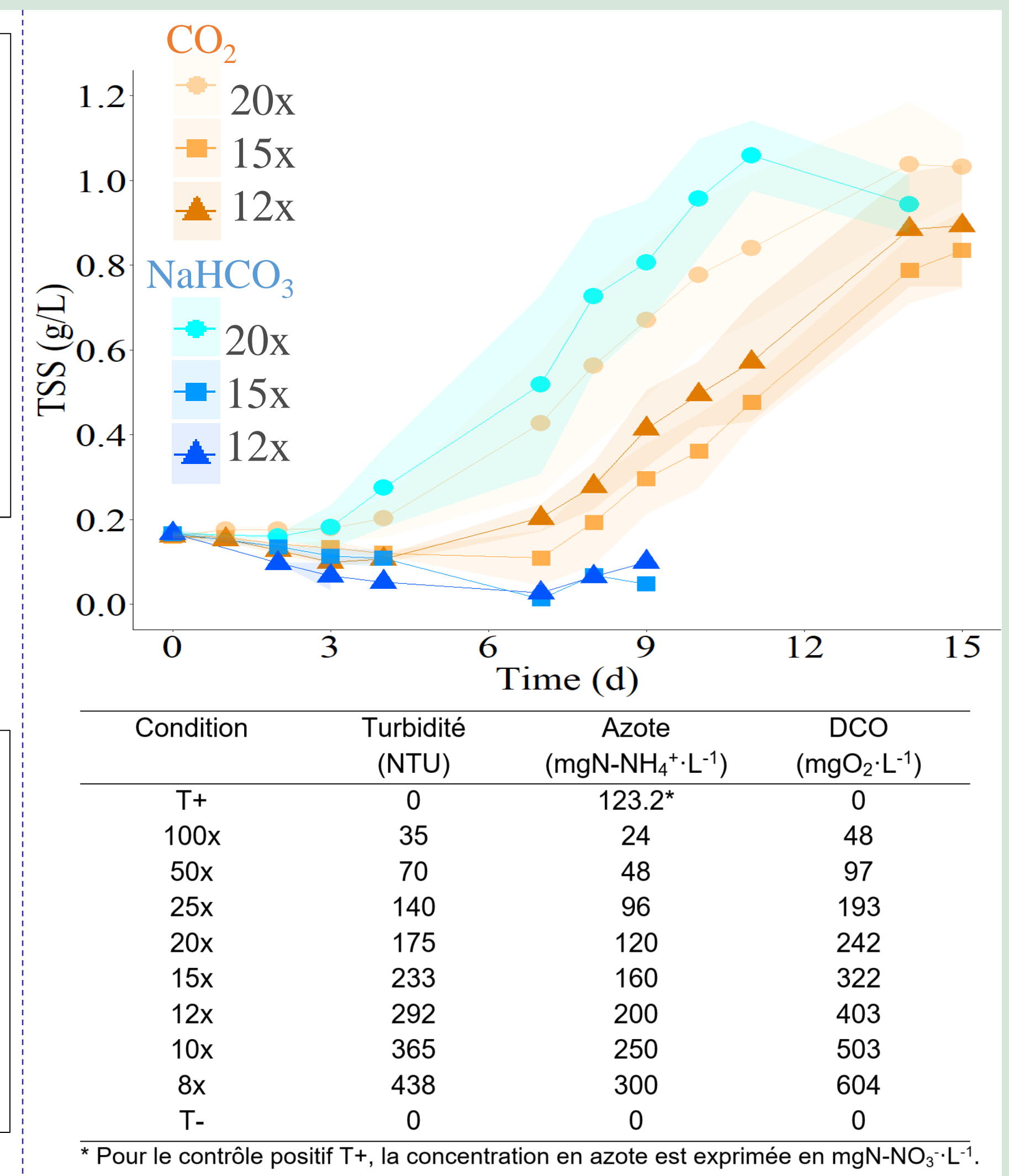
RÉSULTATS

- Inhibition de la croissance pour toutes les espèces de cyanobactéries aux facteurs de dilution 8x et 10x, probablement en raison de la turbidité et de la teneur en ammonium élevées.
- *Arthrospira* sp. est l'espèce la plus résistante, capable de se développer dans un digestat liquide faiblement dilué (≥12x), mais avec des phases d'acclimatation longues de plusieurs jours (6-7).
- *Leptolyngbya* sp. et *Nostoc* sp. sont plus sensibles, les performances de croissance les plus élevées étant observées aux dilutions 100x et 50x.
- Productivité de **89 ± 17 mg·L⁻¹·j⁻¹** mesurée aux faibles facteurs de dilution (12x, 15x, 20x) pour *Arthrospira* sp., contre **61 ± 19 mg·L⁻¹·d⁻¹** pour *Leptolyngbya* sp. et *Nostoc* sp. aux facteurs de dilutions élevés (50x, 100x).
- Préférence de la source de carbone: CO₂ pour *Arthrospira* sp. et *Nostoc* sp., NaHCO₃ pour *Leptolyngbya* sp.

Paramètres cinétiques



Croissance de *Arthrospira* sp. en digestat



CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

- *Arthrospira* sp. est le meilleur candidat pour produire de la biomasse en utilisant le digestat liquide de cette unité.
- Un faible facteur de dilution (12x) était optimal en utilisant le CO₂ comme source de carbone, indiquant la possibilité de capturer le CO₂ biogénique issu d'une unité de méthanisation.
- Les choix opérationnels sont à tester à plus grande échelle pour confirmer l'opérabilité de la méthode de production présentée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient TotalEnergies pour son soutien financier dans le cadre du projet VALUE.

REFERENCES

- [1] European Biogas Association – Statistical Report 2022
- [2] Sekine *et al.* Biocatal Agric Biotechnol (10.1016/j.bcab.2022.102562)
- [3] Zwietering *et al.* Applied and Environmental Microbiology (10.1128/aem.56.6.1875-1881.1990)