



Les solvants eutectiques : une alternative éco-responsable en séparation liquide/liquide

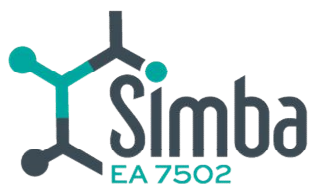
Pr L Boudesocque-Delaye
Faculté de Pharmacie



leslie.boudesocque@univ-tours.fr



23 février 2024



Laboratoire Synthèse et Isolement de Molécules Bio-Actives



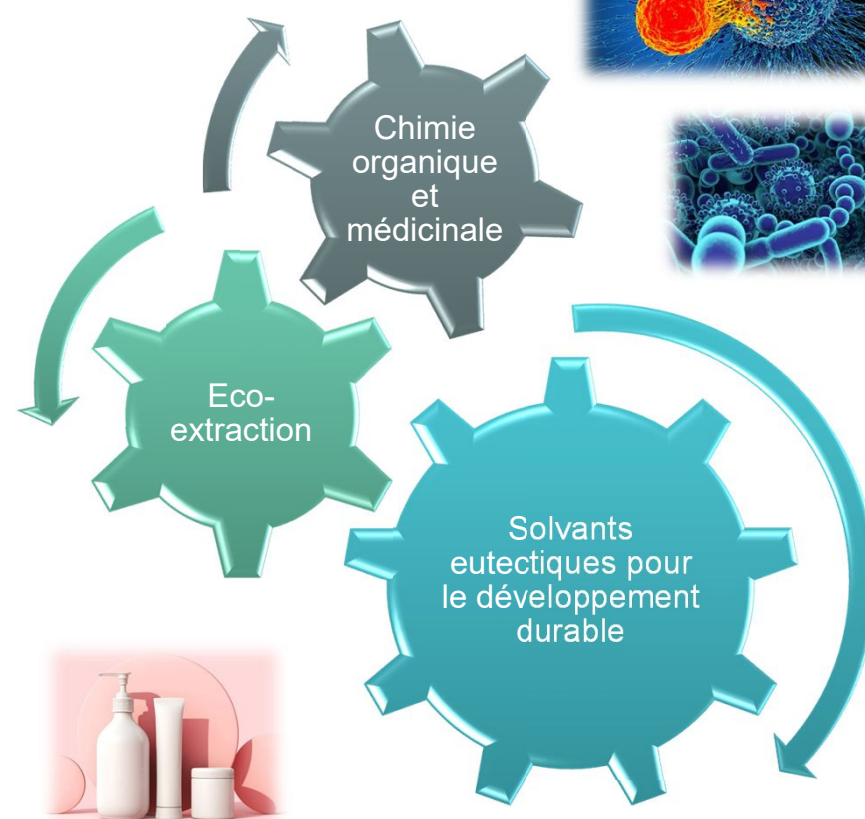
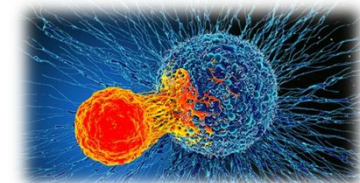
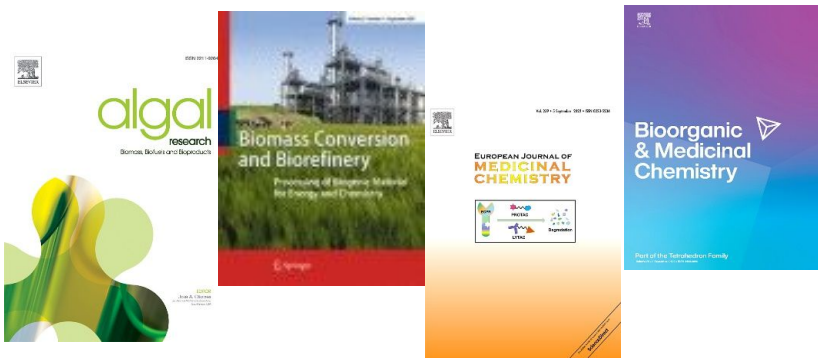
20 Personnes

5 Professeurs, 6 Maîtres de conférences
5 Personnels techniques

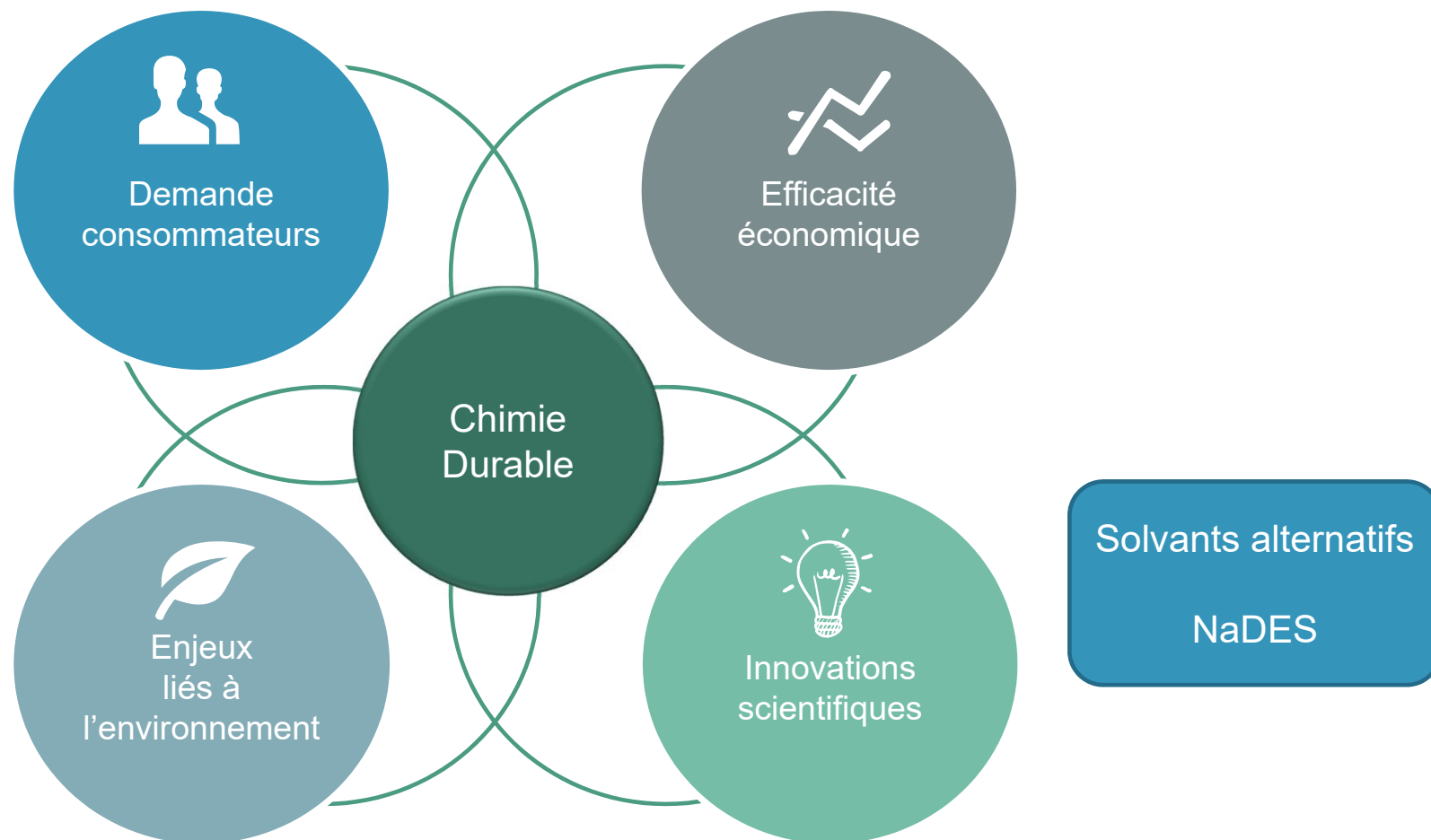
6 Doctorants
1 Ingénieure
1 post doc



Environ 10-15 publications/an



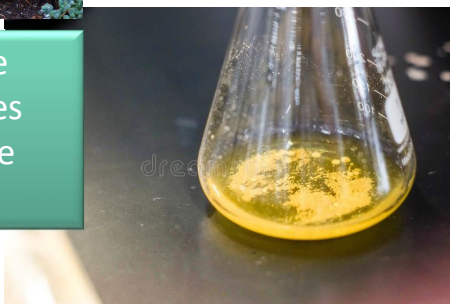
Un contexte mondial vers les innovations vertes



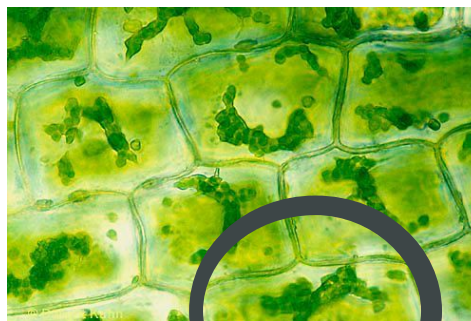
Solvants Eutectiques Profonds Naturels (NaDES) des solvants bio-inspirés



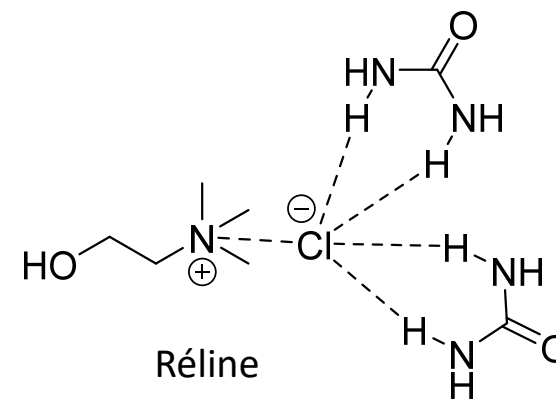
Activité métabolique
maintenue des plantes
grasses en période de
sécheresse extrême



Produits naturels insolubles
dans l'eau ou l'huile



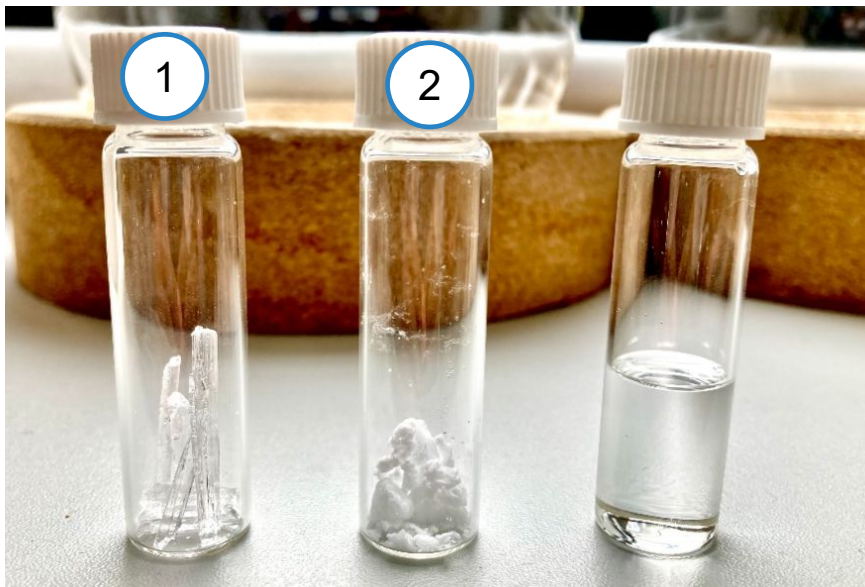
3^{ème} liquide physiologique végétal
=
Solvant Eutectique Profond Naturel



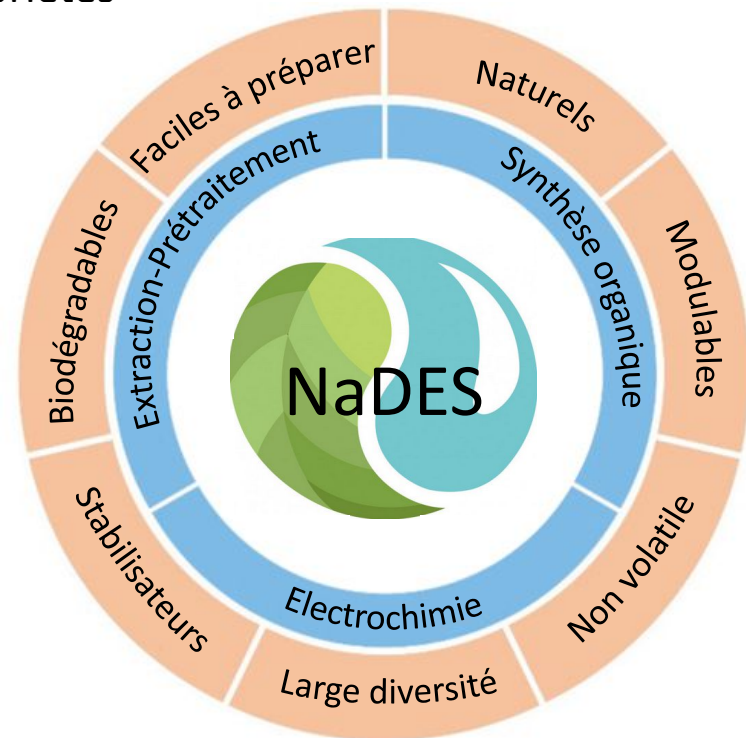
NaDES : des propriétés inédites

➔ NaDES :

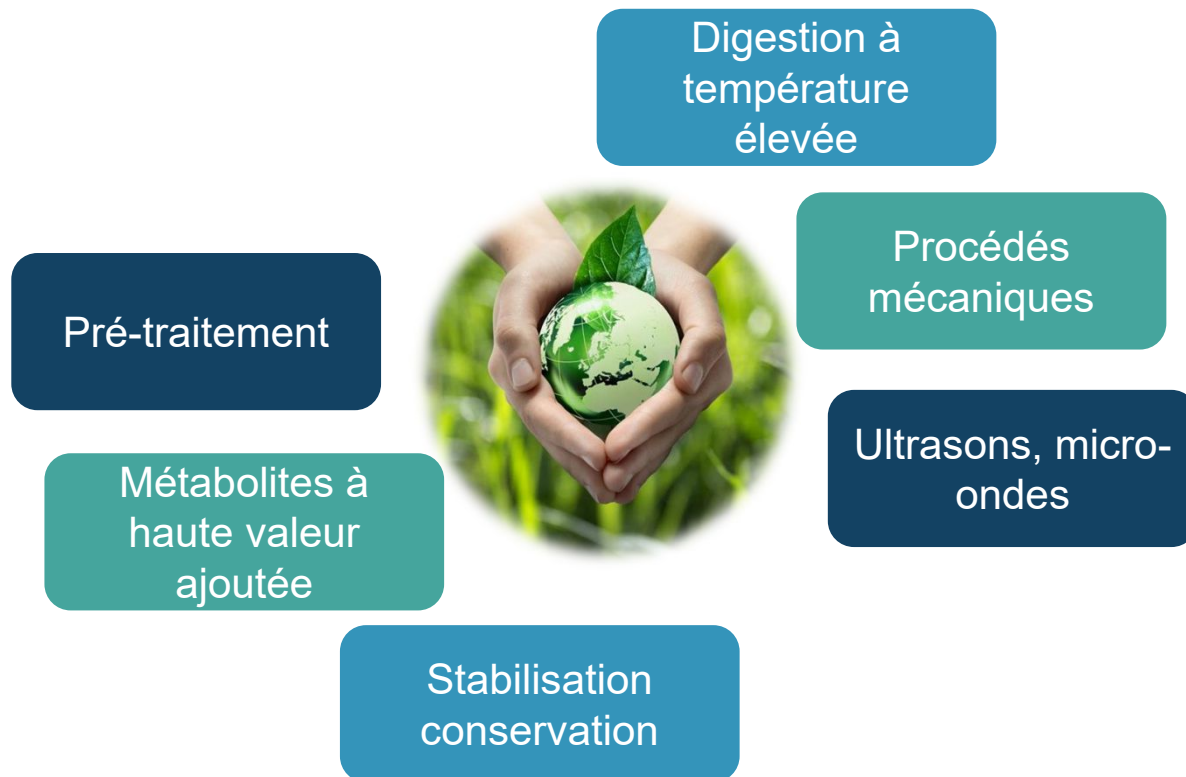
- Solvants verts bio-inspirés
- Mélanges de métabolites naturels
- Réseau de liaisons faibles (H, Van des Waals)



➔ Propriétés



NaDES et extraction de biomasses

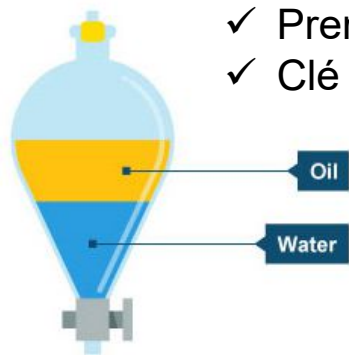


- Sélectivité et polarité orientables
- Solvatisation élevée
- Non volatile (H&S)



- Sélection complexe
- Utilisation fastidieuse
- Recyclage
- Séparation solvant/métabolites
- Peu de procédés décrits en dehors du S/L

Séparation liquide/liquide



- ✓ Première étape de purification
- ✓ Clé = extraction ou stripping



- ✓ Pistes alternatives
 - ✓ Systèmes ATPS
 - ✓ Recyclage solvants
 - ✓ Solvant issus biomasse

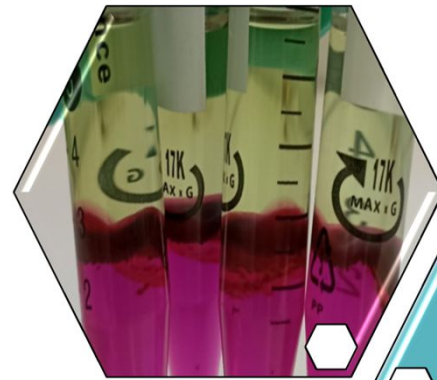


- ✓ Solvants pétro-sourcés
- ✓ H&S
- ✓ Ecotoxicité



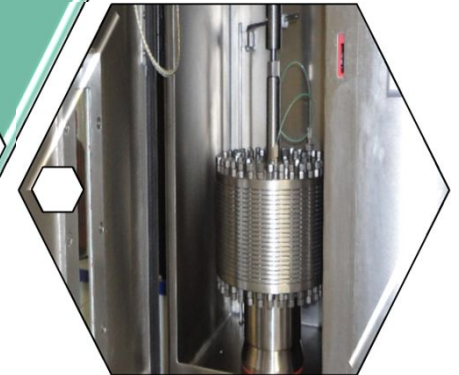
Explorer le potentiel des NaDES

NaDES et séparation liquide/liquide



Extraction/purification
de phycoprotéines

Gamme de solvants
pour la CPC



Projet DERMIC



Ingrédient cosmétique clé en main



Formulation



Bioraffinerie



Opération unitaire



NaDES Design



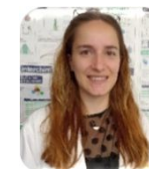
Matières renouvelables



S Odou



M Yagmur



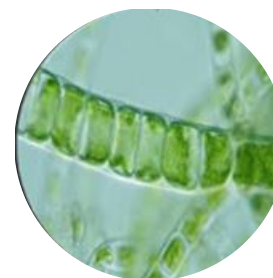
Dr L. Van Gheluwe



Dr S. Hilali

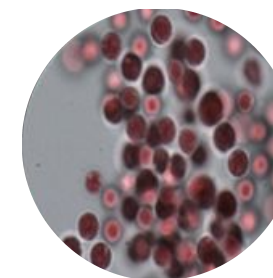


Dr L. Wils



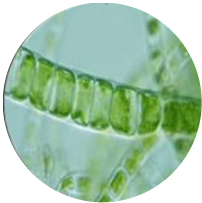
Spirulina

- ✓ Cyanobactérie
- ✓ Phycocyanine
- ✓ AGPI
- ✓ Caroténoïdes
- ✓ Chlorophylles



Porphyridium sp.

- ✓ Eucaryote
- ✓ Phycocérythrine
- ✓ AGPI
- ✓ Chlorophylles

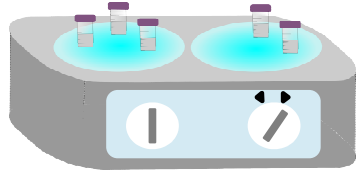


NaDES en extraction séquentielle par ultrasons

Glycerol/Glucose (GG)

Biomass

Extraction assistée par ultrasons

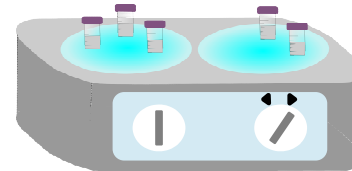


90 min extraction
20 min centrifugation

Extrait polaire

Menthol / C12 (MC)

Extraction assistée par ultrasons



90 min extraction
20 min centrifugation

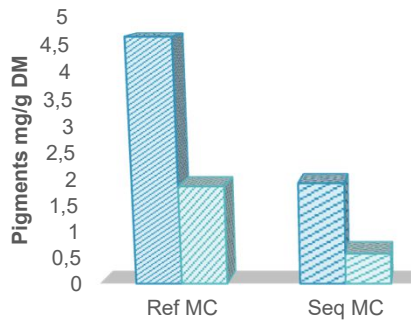
Extrait apolaire



Dr S. Hilali
Post Doc. fellow

PIGMENTS APOLAIRES

Chlorophylls yield (mg/g DM) Carotenoids yield (mg/g DM)

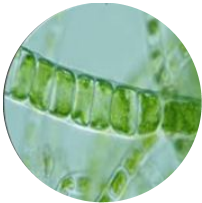


Acides gras libres

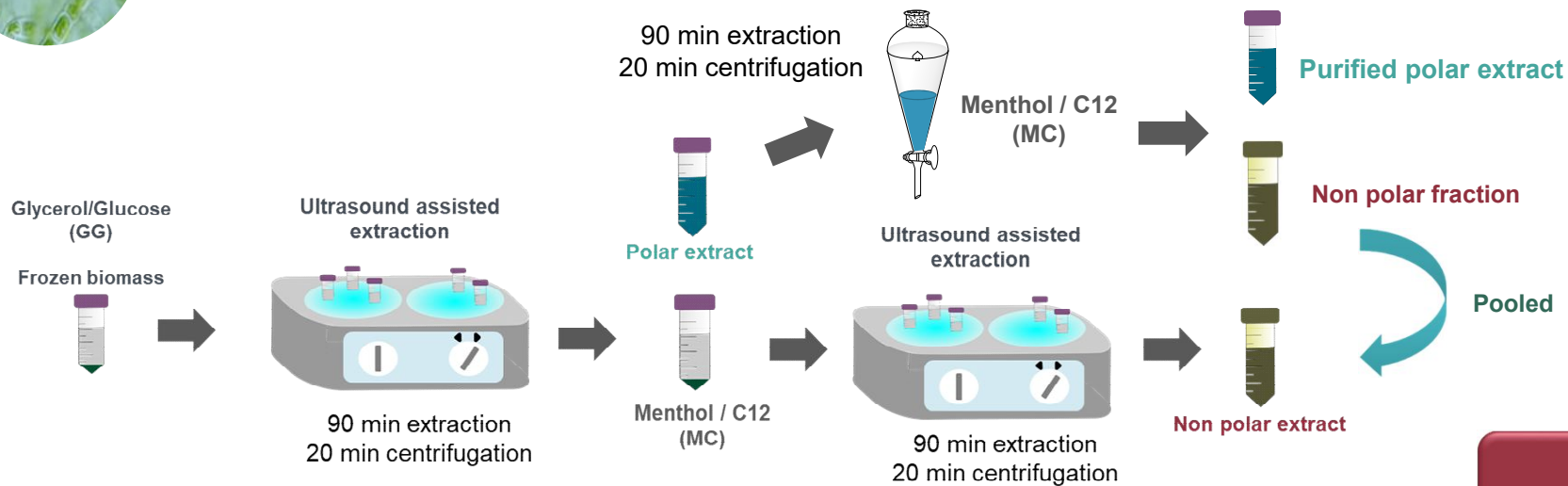


Ajouter une étape d'extraction liquide/liquide ?

C14 C16 C18 C16:1 C18:1 C18:2 C18:3

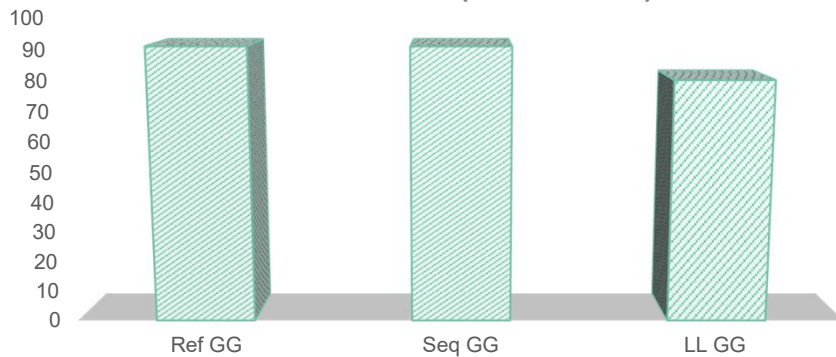


NaDES en extraction séquentielle par ultrasons



Dr S. Hilali
Post Doc. fellow

PHYCOCYANINE (MG/G DM)

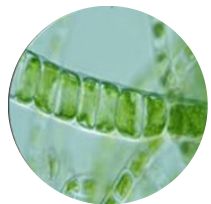


Etape de purification
Restauration couleur bleue

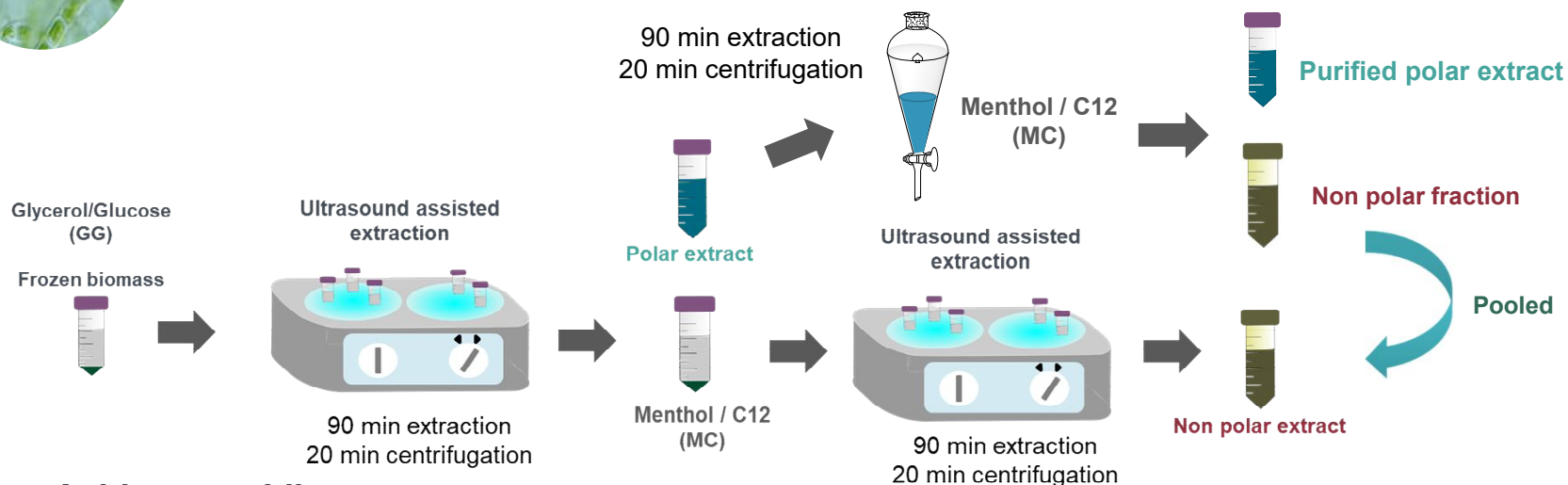


Avant L/L
extraction

Après L/L
extraction

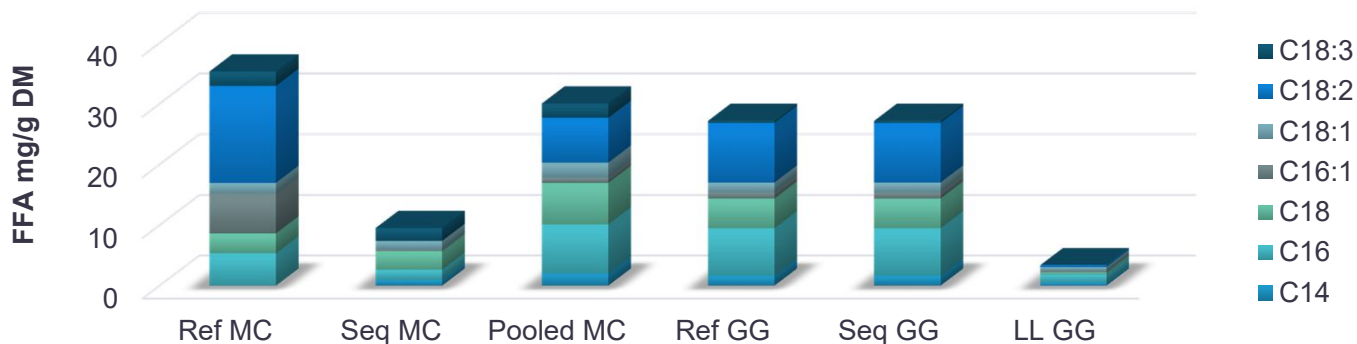


Sequential use of NaDES in Ultrason-assisted Extraction



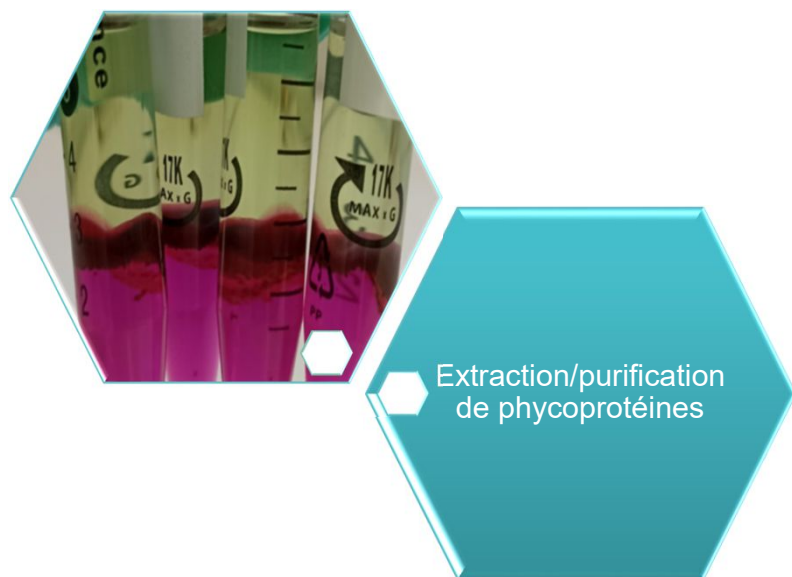
Dr S. Hilali
Post Doc. fellow

Acides gras Libres



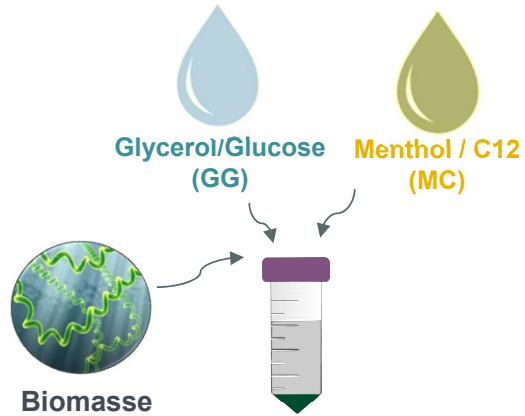
✓ 85% recouvrement des AGL
✓ 88 % de diminution dans GG

Extraction/Purification de phycoprotéines



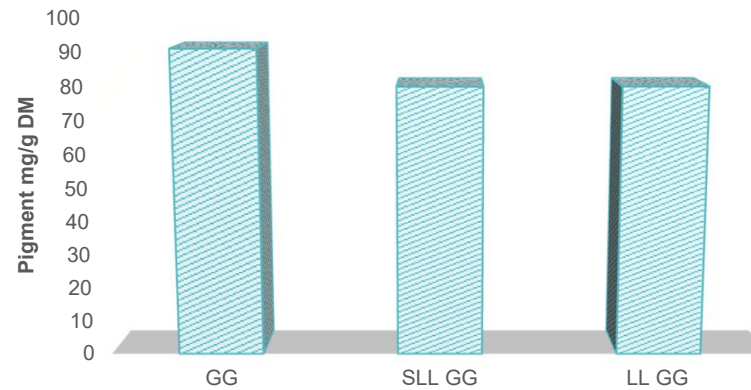
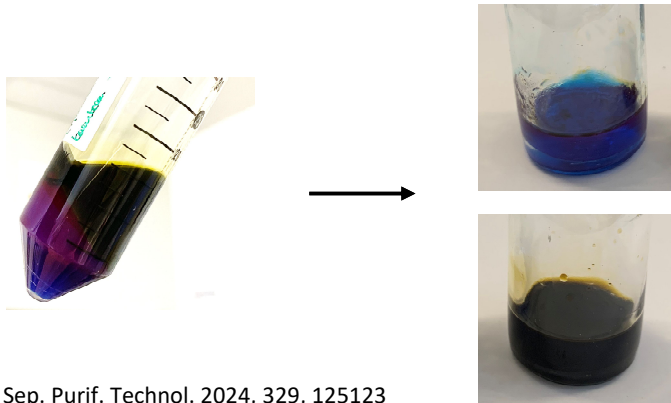
- ✓ Système biphasique NaDES/NaDES
- ✓ Regrouper le tout en une étape
- ➡ Procédé Solide/liquide/liquide

Solide/liquide/liquide (SLL) Assisté par Ultrasons



Dr S. Hilali
Post Doc. fellow

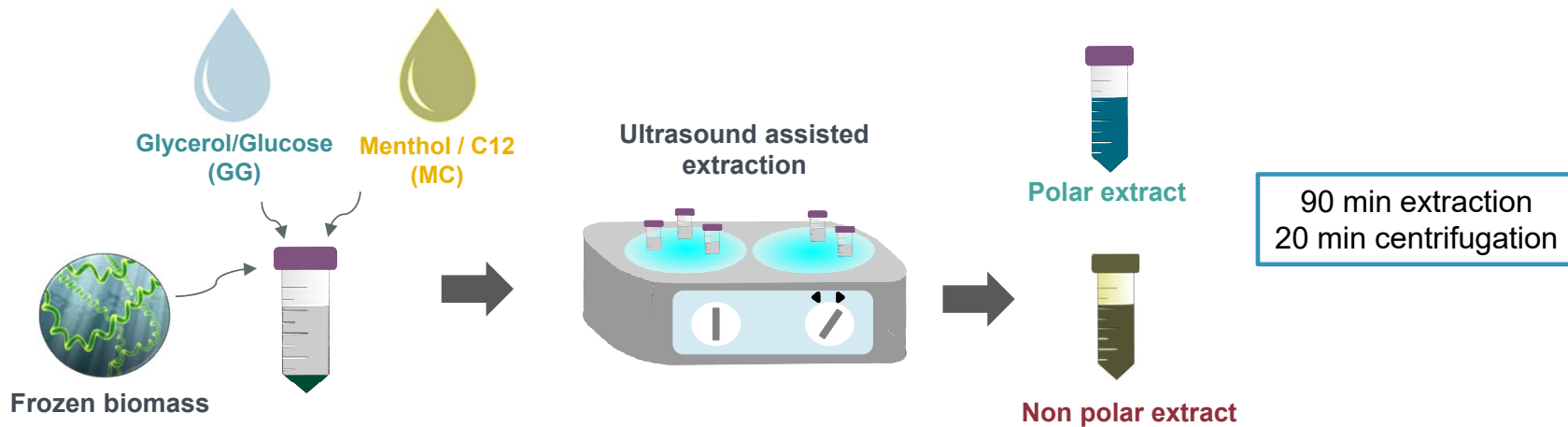
PHYCOCYANINE



- ✓ Même rendement
- ✓ Couleur bleue typique

Hilali *et al.* Sep. Purif. Technol. 2024, 329, 125123

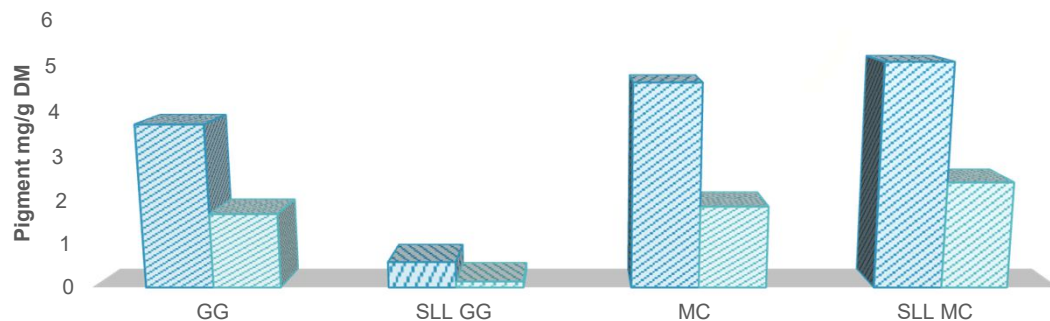
Solide/liquide/liquide (SLL) Assisté par Ultrasons



Dr S. Hilali
Post Doc. fellow

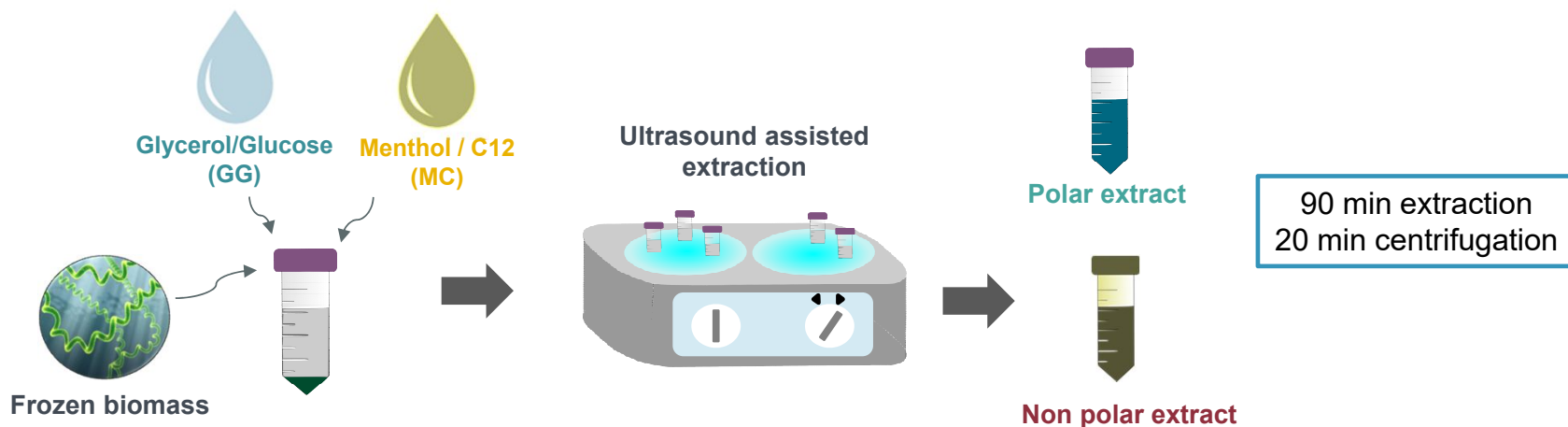
PIGMENTS APOLAIRES

■ Chlorophylls yield (mg/g DM) ■ Carotenoids yield (mg/g DM)



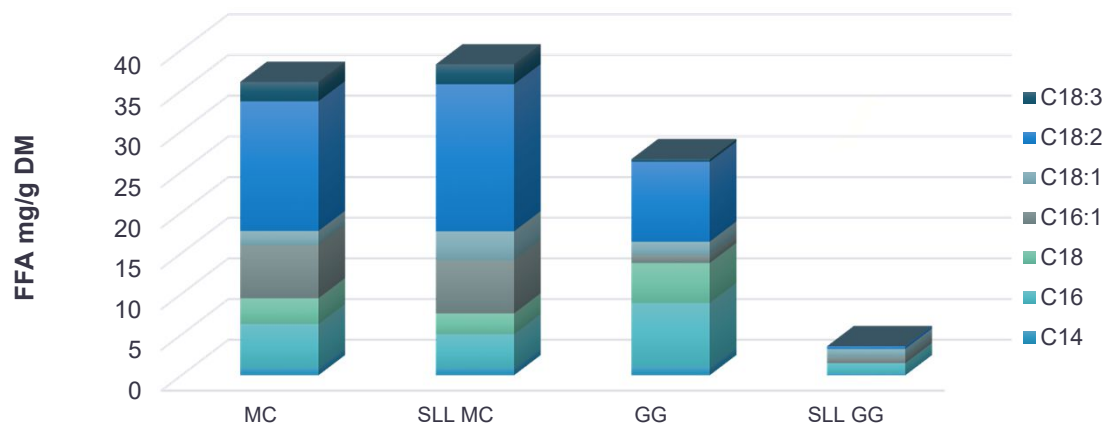
✓ Meilleure extraction
✓ Récupération facilitée des phases

Solide/liquide/liquide (SLL) Assisté par Ultrasons



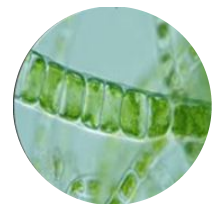
Dr S. Hilali
Post Doc. fellow

FFA Content



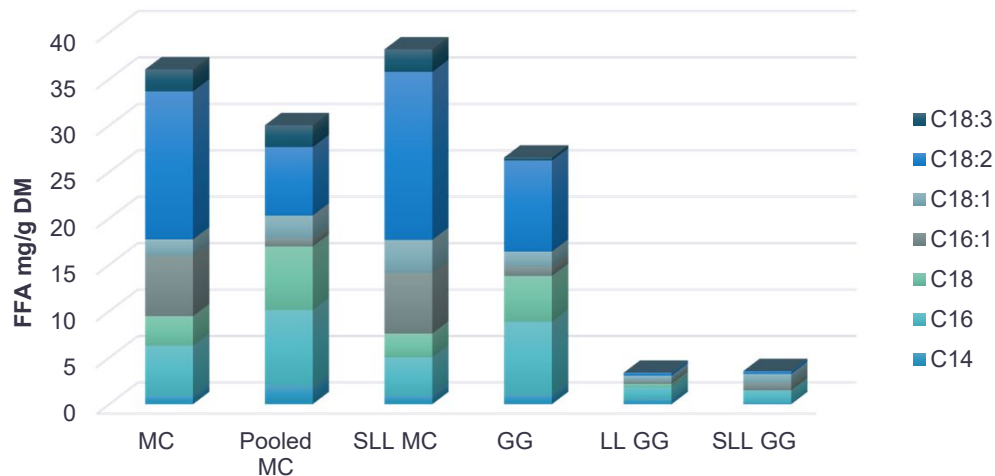
✓ 106 % recouvrement par rapport SL

✓ 86 % d'élimination dans GG

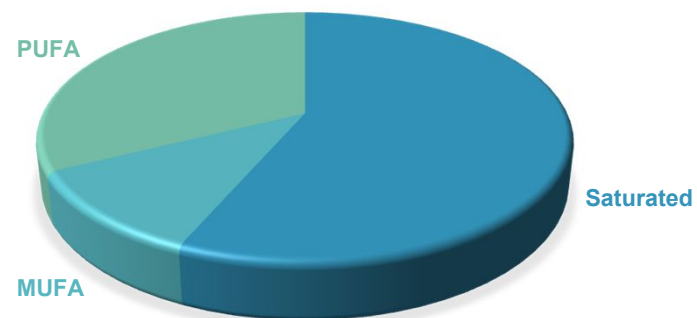


Séquentiel vs SLL

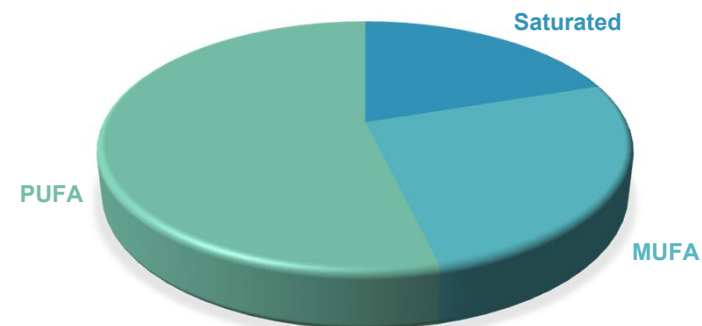
Acides gras libres



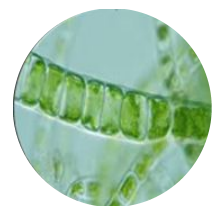
SEQUENTIEL & L/L MC



SLL EXTRACTION



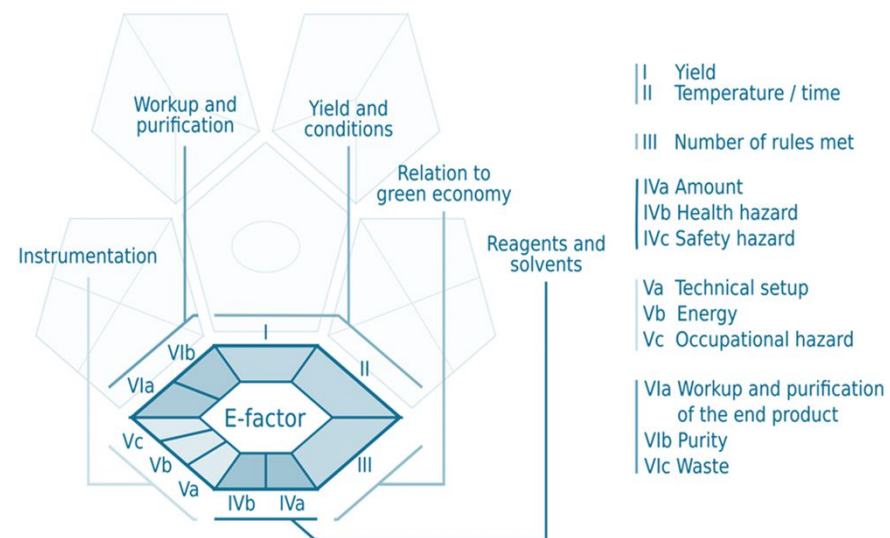
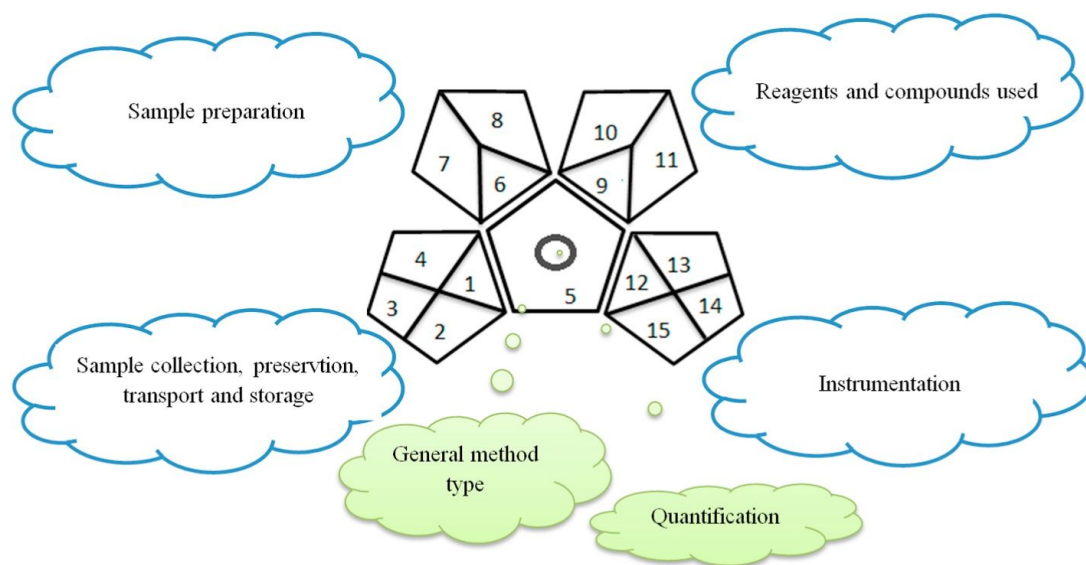
- ✓ Productivité pour 100 g de matière sèche
- ✓ Seq & L/L : 0.54 g/h
- ✓ SLL : 2 g/h



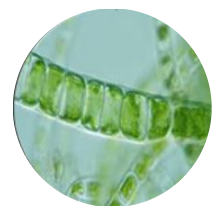
Séquentiel vs SLL : soutenabilité

Approche par indicateur ComplexGAPI

- ✓ GAPI et CHEM21
- ✓ Préparation échantillon
- ✓ Adapté pour de l'extraction

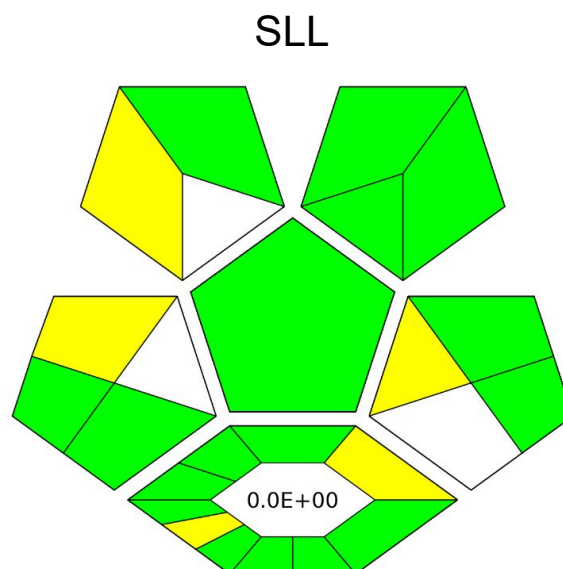
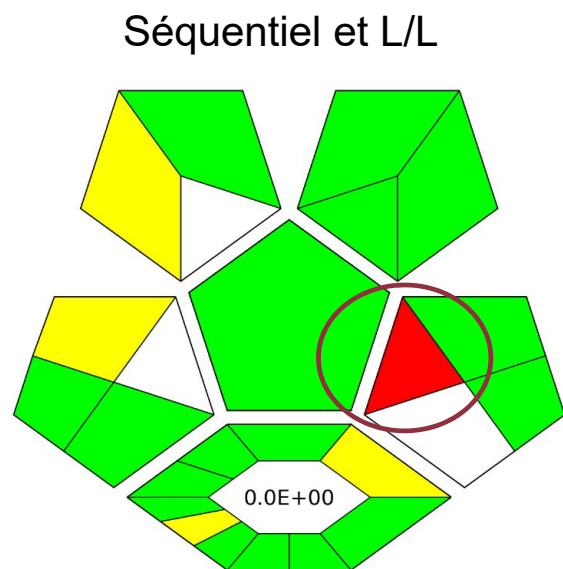


Plotka-Wasyłka, W. Wojnowski Green Chem. 23 (2021) 8657–8665 <https://doi.org/10.1039/D1GC02318G>



Séquentiel vs SLL : soutenabilité

Approche par indicateur ComplexGAPI



Consommation
énergétique

2,4 kWh/échantillon
Vs
0,80 kWh/échantillon

Conclusions et perspectives

Extraction/purification



Procédé SLL inédit



Déploiement vers autres microalgues



Déploiement vers biomasses sèches

NADRIZONA



Preuve de concept



Autres NaDES en test



Challenge sur extraits en cours



Any questions?

