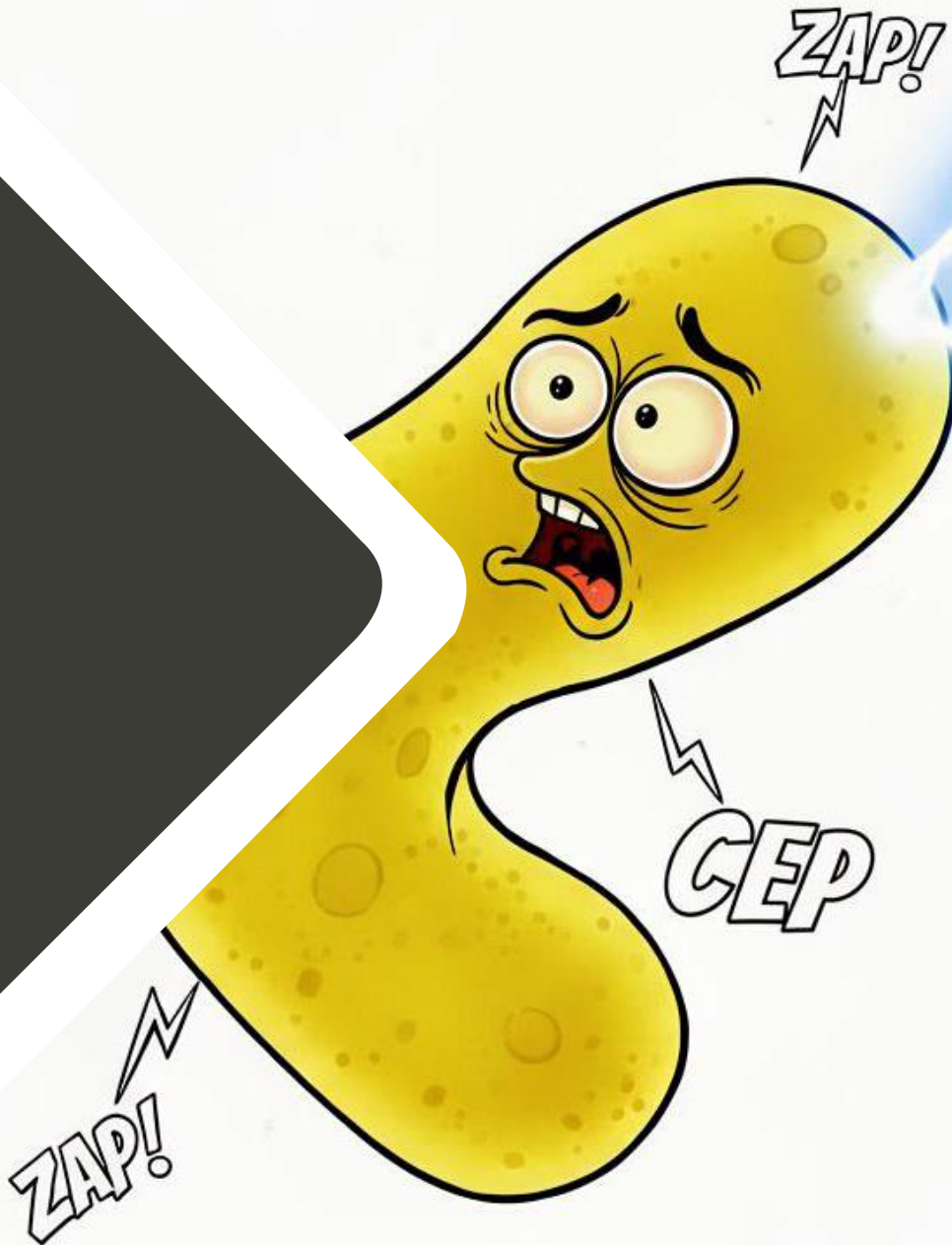


Champs électriques pulsés: vers une optimisation de la production de yogourt ferme

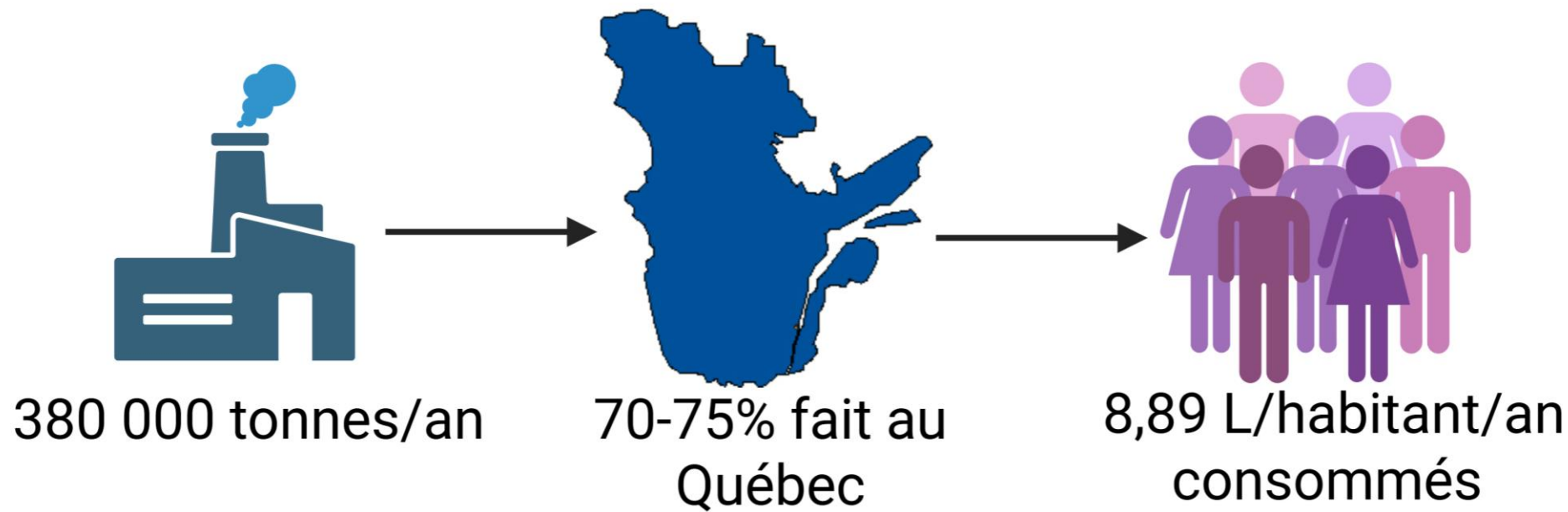
William Thibault^{ab}, Julien Chamberland^b et Marie-Claude Gentès^a

^aCentre de recherche et de développement de Saint-Hyacinthe, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe, QC, Canada
^bFaculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, QC, Canada



Introduction

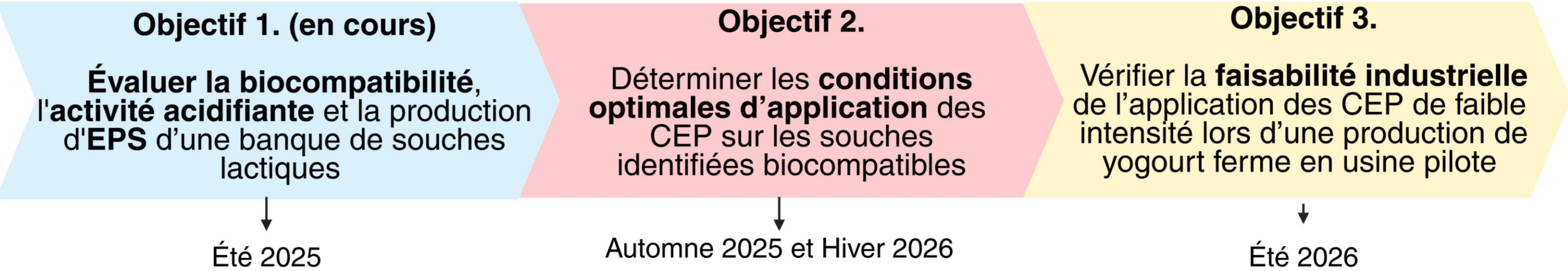
Le yogourt est un produit laitier fermenté consommé mondialement et reconnu pour ses caractéristiques nutritionnelles et fonctionnelles ainsi que pour ses bienfaits sur la santé métabolique, cardiovasculaire et digestive^{1, 2, 3, 4}. La popularité du yogourt au Canada c'est:



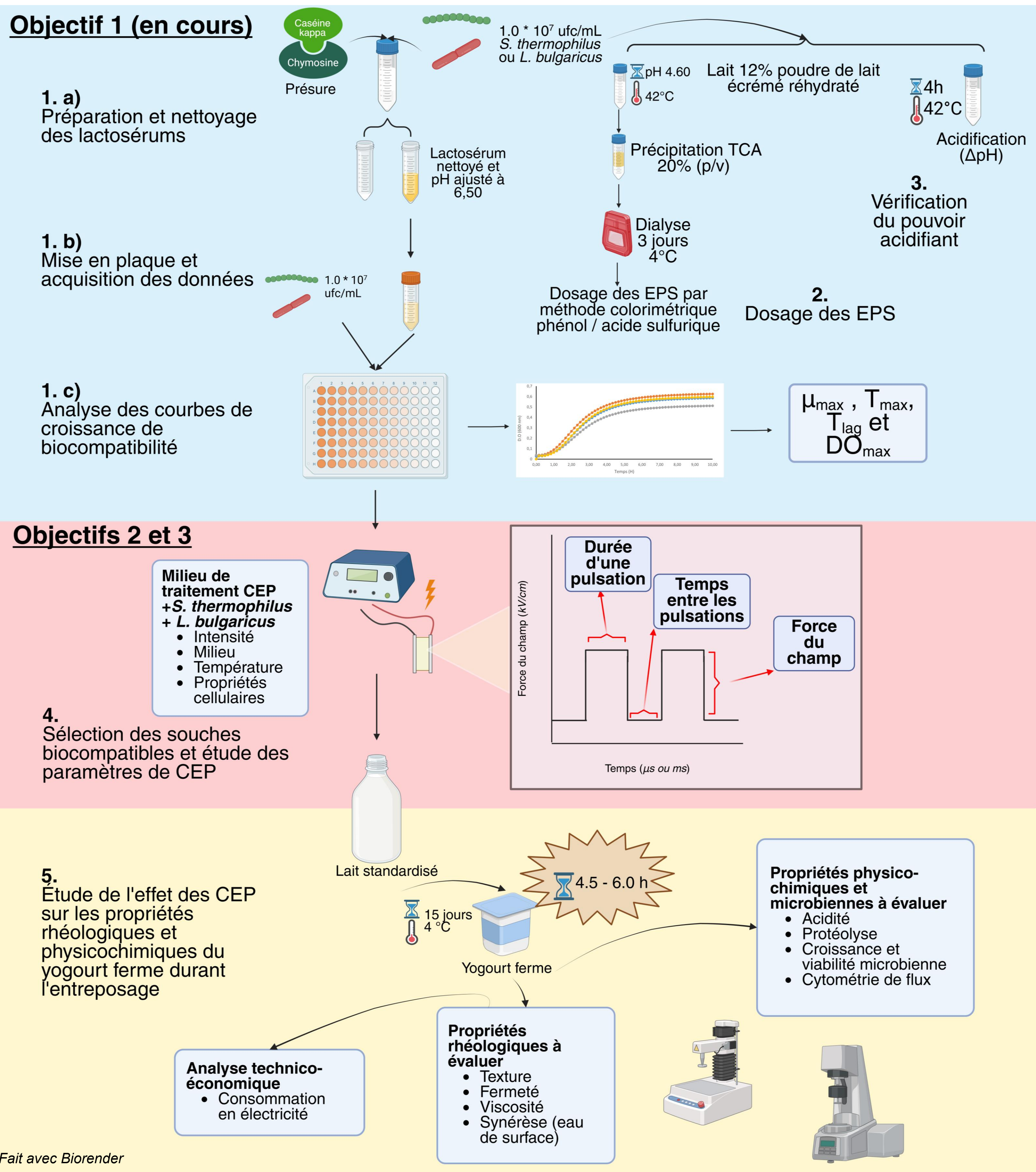
La production de yogourt repose sur l'acidification du lait produite par la protocoopération entre les bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. La fermentation se déroule sur une période de 4.5 - 6h ce qui représente une consommation énergétique importante et des coûts considérables^{4, 5}. De ce fait, l'utilisation de technologies émergentes, dont les champs électriques pulsés (CEP), visant à réduire ce temps de production et améliorer la performance industrielle est essentiel au secteur. Le but de cette étude est:

- **Caractériser l'impact des CEP de faible intensité sur le comportement bactérien** lors d'une production de yogourt ferme.

Objectifs



Méthodologie



Résultats

Tableau 1. Acidification et production d'exopolysaccharides (EPS) des bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* (ST) et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (LB)

Souches	Acidification†	Production d'EPS‡
ST_1	++	+
ST_3	++	+
ST_7	++	+
ST_2	-	-
LB_1	-	+
LB_2	-	-
LB_3	-	-
LB_4	-	-

† : (++) = $\Delta pH \geq 2.0$, (+) = $\Delta pH = 1.5-2.0$, (-) = $\Delta pH < 1.5$
‡ : (++) = > 40 mg/L, (+) = $25 - 40$ mg/L, (-) = < 25 mg/L
(++) : forte, (+) = moyenne, (-) = faible, selon les seuils indiqués ci-dessus.

Tableau 2. Profil de biocompatibilité entre les combinaisons streptocoques/lactobacilles et lactobacilles/streptocoques selon les paramètres de la cinétique de croissance bactérienne: μ_{max} , T_{max} , T_{lag} , et DO_{max} .

Combinaisons	μ_{max}	T_{max}	T_{lag}	DO_{max}	Biocompatibilité
ST/LB					
ST_1 / LB_3	élevé	faible	faible	élevé	++
ST_3 / LB_3	faible	faible	faible	élevé	+
ST_7 / LB_3	faible	faible	faible	élevé	++
ST_3 / LB_1	faible	élevé	élevé	faible	-
LB/ST					
LB_3 / ST_1	élevé	faible	faible	élevé	++
LB_3 / ST_3	élevé	faible	faible	élevé	++
LB_3 / ST_7	élevé	faible	faible	élevé	++
LB_2 / ST_2	faible	élevé	élevé	faible	-

(++) : très forte biocompatibilité, (+) : forte biocompatibilité, (-) : non-biocompatible
 μ_{max} : taux de croissance maximal, T_{max} : temps pour atteindre le taux de croissance maximal, T_{lag} : temps de latence, DO_{max} : densité optique maximale.

- 1) L'acidification est un facteur clé à contrôler et nécessaire durant la production de yogourt
 - Forte acidification observée chez les streptocoques (Tableau 1)
- 2) Il est capital de limiter la production d'EPS puisque ceux-ci entravent l'application des CEP (Tableau 1)
 - Faible production par lactobacilles et souches ST_1, ST_2, ST_3, ST_7
- 3) Les tests d'acidification, de biocompatibilité et de dosage des EPS ont permis de sélectionner les couples biocompatibles (Tableau 2)
 - Couples sélectionnés: **ST_1/LB_3, ST_3/LB_3 et ST_7/LB_3**

Conclusion

L'étude a permis d'identifier trois combinaisons streptocoque/lactobacille ayant une biocompatibilité accrue (objectif 1). Ces souches serviront aux essais liés aux objectifs 2 et 3. Ne produisant peu ou pas d'EPS tout en ayant une forte capacité acidifiante, elles constitueront un modèle d'étude optimal pour évaluer leur comportement face aux traitements de CEP de faible intensité.

Perspective

Prochaine étape, évaluer l'impact des CEP de faible intensité sur le comportement bactérien et la production subséquente de yogourt ferme. Entre autres, ces avancées pourraient bénéficier au secteur laitier et permettre de:

- **Diminuer le temps de fermentation** de yogourt ferme.
- Réduire la quantité nécessaire de ferment lactique à ajouter.
- Réduire la consommation énergétique améliorant ainsi la performance industrielle.

Références

¹ Saritaş, S., et al. (2024). <https://doi.org/10.3390/app142411798>
² Marette, A., & Picard-Deland, E. (2014). <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.073379>
³ Zarnovican, M.-H., et al. (2024). https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Bioclips/BioClips2024/Bioclips_Vol32_no21.pdf
⁴ Miranda-Mejía, G. A. et al. (2024). <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103708>
⁵ Chanos, P., et al. (2020). <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03428-9>



Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds de recherche

Québec



<https://doi.org/10.69777/360488>



INAF



UNIVERSITÉ LAVAL