



Cégep de
l'Outaouais

Bio-digestion du plastique PET par des bactéries recombinantes

Catherine Hallé, M.Sc., Daniel Léger, M.Env. et Sylviane Lantin, M.Sc., département de biologie

Programme Techniques de laboratoire: Biotechnologies

Problématique

La pollution par le plastique est devenue une préoccupation mondiale ces dernières années. Il y a tellement de plastique dans les Océans qu'on parle de « continents de plastique ». Présentement, on estime qu'environ 11 millions de tonnes de plastique sont déversées chaque année dans les milieux aquatiques, où on retrouve les écosystèmes les plus touchés par la pollution causée par le plastique. La production annuelle mondiale de plastique est estimée à plus de 460 millions de tonnes.¹ Selon le rapport 2022 de l'OCDE², 9% des déchets plastiques sont recyclés, 19% sont incinérés, 50% enfouis et 22% sont non gérés et se retrouvent abandonnés dans l'environnement. À ce rythme, il y aura bientôt plus de plastique que de poissons dans les Océans. En 2016, des chercheurs ont découvert une nouvelle espèce bactérienne, *Ideonella sakaiensis*, capable de se nourrir de plastique numéro 1, le PET.³ Cette bactérie possède deux gènes qui lui permettent de fabriquer deux enzymes capables de digérer le plastique: La PETase et la MHETase. Le plastique PET entre dans la composition de nombreux emballages alimentaires, dont les bouteilles d'eau et de boissons gazeuses. Ce plastique est également présent dans l'industrie textile, sous forme de polyester ou de laine polaire. Lorsqu'il est digéré par cette bactérie, les produits de digestion (EG et TPA) sont moins néfastes pour l'environnement et ce sont des composantes qui permettent de fabriquer du nouveau plastique de haute qualité, sans puiser plus de pétrole, ce qui permettrait une économie circulaire du plastique.⁴

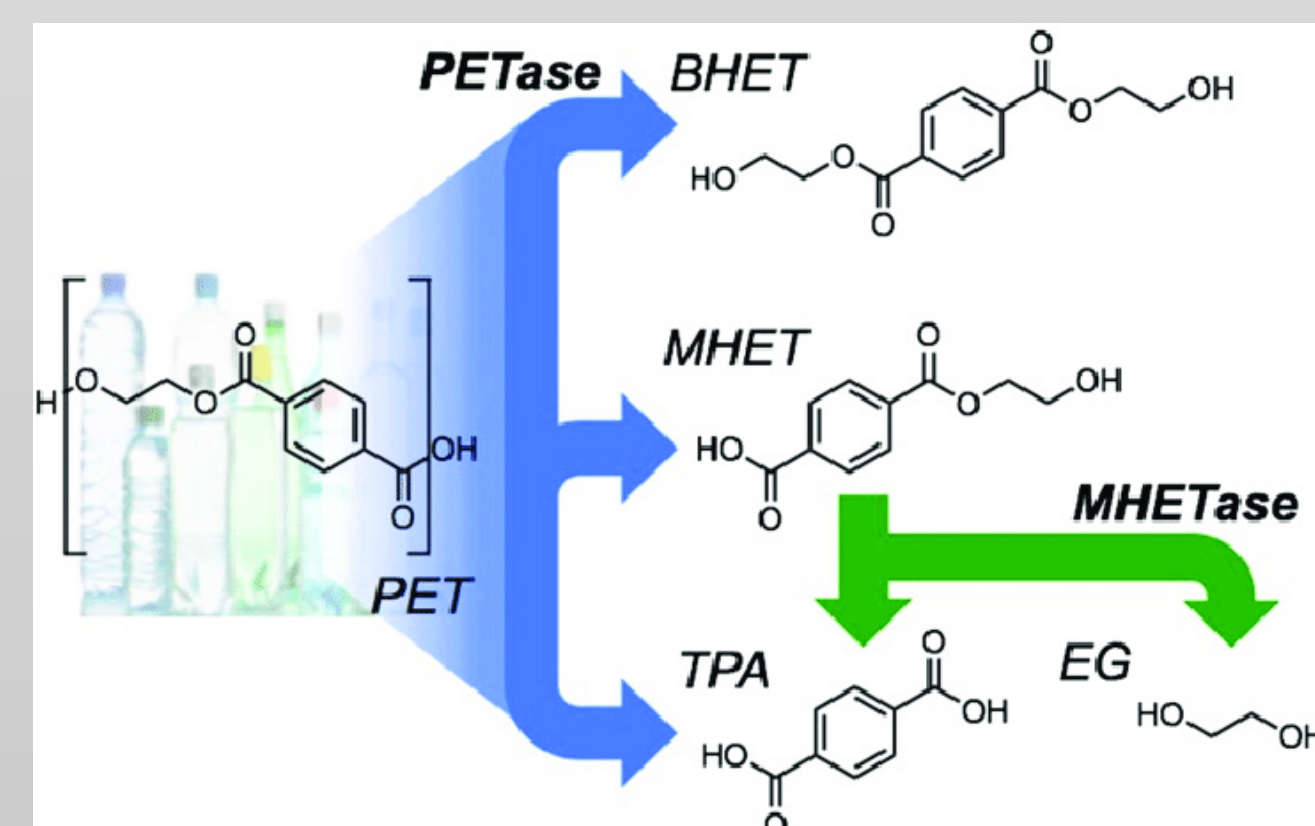


Fig. 1 Voie métabolique de digestion du PET avec les enzymes PETase et MHETase en ses composantes de base, non dommageables pour l'environnement et revalorisables⁴

Objectifs

Grâce à la technologie des bactéries recombinantes, les gènes PETase et MHETase sont introduits dans *E. coli*, qui pourra produire les enzymes en grande quantité afin de digérer le plastique en laboratoire. Le premier objectif est de confirmer la production d'enzymes avec ce modèle, puis de déterminer les meilleures conditions de culture pour maximiser la production d'enzymes.

Méthodologie

Sous la supervision des enseignant.e.s, les étudiant.e.s du programme réalisent les expériences de recherche dans leurs cours de première, deuxième et troisième année, de manière collaborative.

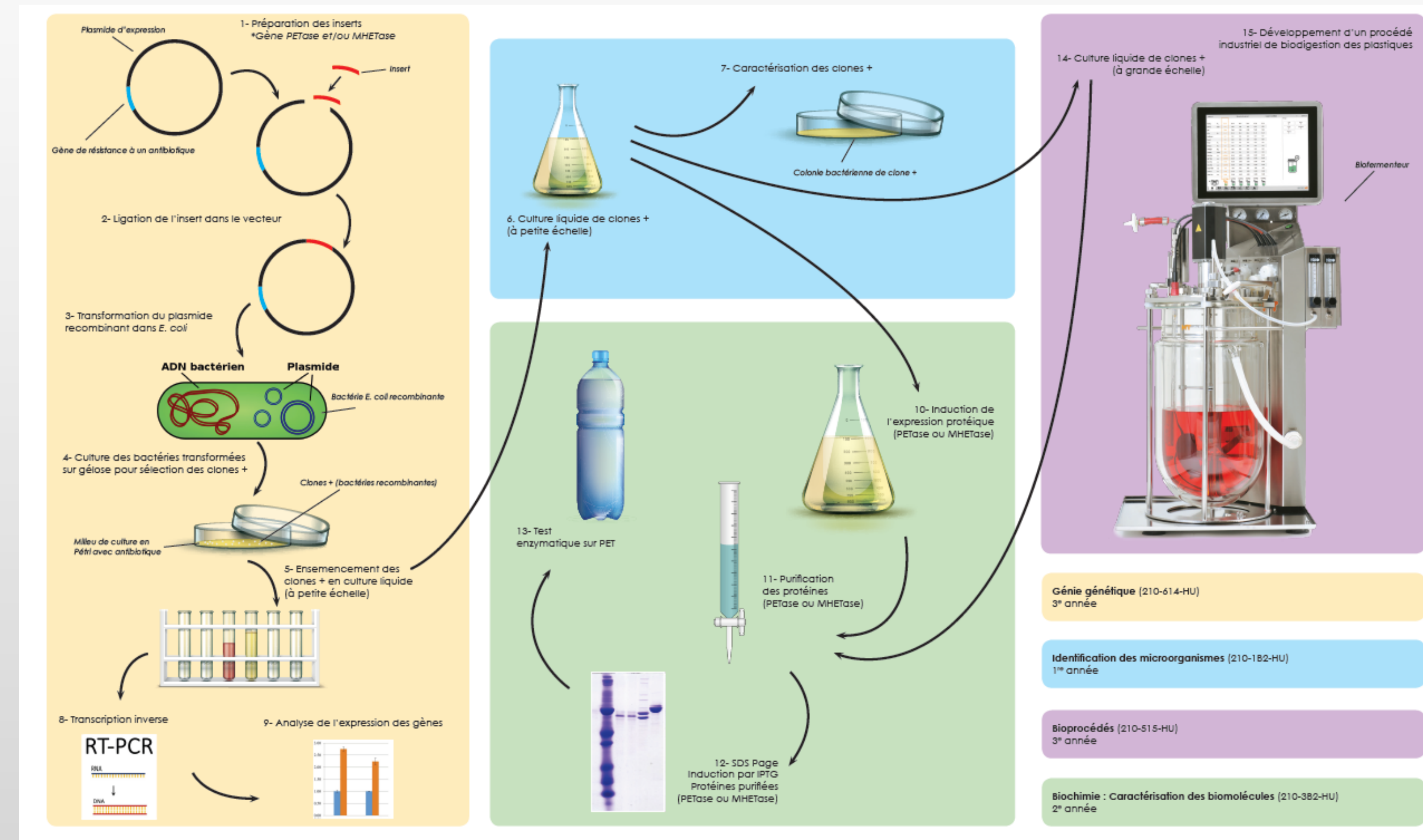


Fig. 2 Méthodologie du projet intégrée aux cours du programme Techniques de laboratoire – Biotechnologies du Cégep de l'Outaouais.

Results préliminaires

Les bactéries recombinantes *E. coli* contenant les gènes PETase et MHETase ont été cultivées dans différents milieux durant 14 jours en présence de mousse de sécheuse recueillie après un cycle de vêtements 100% polyester.

Tableau 1: Différentiel de masse de mousses de polyester (PET) après 14 jours de digestion dans différents milieux

Enrichissement du milieu de culture	Différentiel de masse de mousse de sécheuse
Glucose	- 18,56 %
Glucose + peptone	- 9,09 %

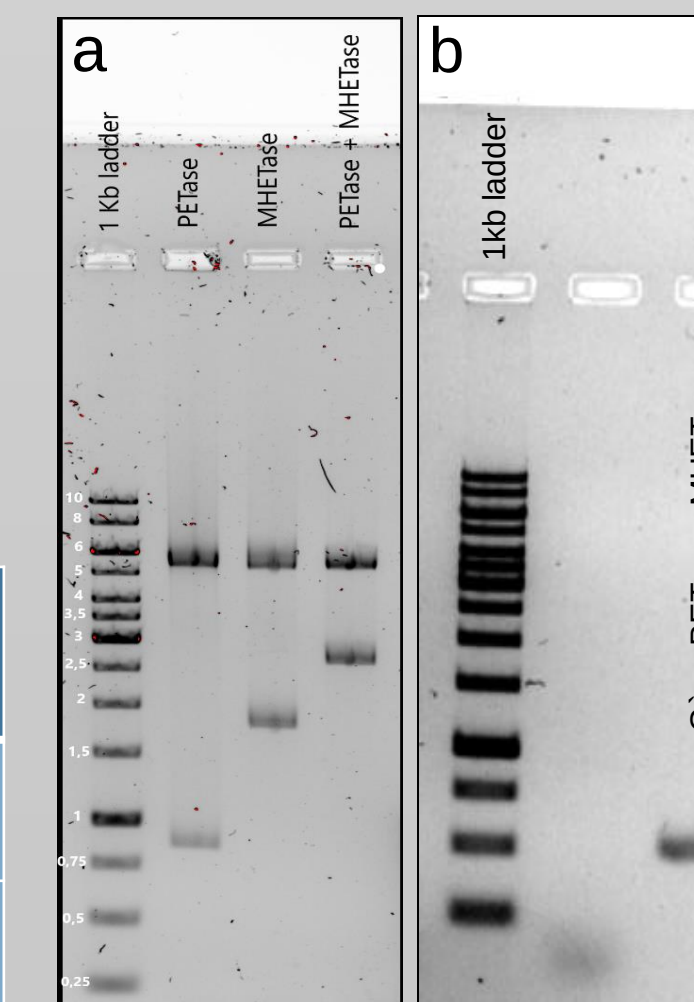


Fig. 3 – a. Photo des digestions des trois plasmides transférés dans *E. coli* prouvant la présence des gènes PETase et MHETase b. photo de l'ADNc démontrant l'expression des enzymes par la bactérie *E. coli* recombinante.

Discussion

Il a été possible de transférer les gènes dans la bactérie *E. coli* et *E. coli* a réussi à fabriquer les enzymes qui digèrent le plastique. Les bactéries ont également réussi à digérer partiellement de la mousse de sécheuse composée de polyester, surtout dans un milieu enrichi en glucose. Les objectifs sont donc atteints pour les premières étapes du projet.

Perspectives futures

- Améliorer le modèle génétique afin d'accélérer le processus et d'augmenter l'efficacité de digestion, puis de transférer le processus à plus grande échelle.
- Optimiser davantage les conditions de culture pour maximiser la production d'enzymes.
- Développer une technologie verte de recyclage du PET en économie circulaire à l'échelle industrielle.
- Explorer la possibilité de digérer d'autres types de plastique avec la technologie des bactéries recombinantes.

Bibliographie

- Nations Unies, Lutte contre la pollution plastique : les nations s'engagent à élaborer un accord juridiquement contraignant (PNUE), ONU Info: L'actualité mondiale, un regard humain, Climat et environnement, 2 mars 2022, <https://news.un.org/fr/story/2022/03/1115462>
- OCDE, Perspectives mondiales des plastiques: Déterminants économiques, répercussions environnementales et possibilités d'action, L'essentiel, Février 2022, 24 p.
- Yoshida, S. et al., A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate), Science, 11 Mar 2016, Vol 351, Issue 6278, p.1196-1199
- Austin, H. et al., Characterization and engineering of a plastic-degrading aromatic polyesterase, PNAS, 2021, vol.115, no 19, p. 4350-4357