

## Les algocarburants : Atouts majeur de la transition énergétique globale :

### Résumé

Dans l'objectif de parvenir à une transition énergétique totale, les enjeux à propos des biocarburants se sont imposés comme majeurs dans notre société. Dans le cadre de nos recherches nous avons étudiés les méthodes de synthèse d'algocarburants. Dans cette première phase, l'objectif a été, dans un premier temps, d'étudier les travaux actuels de la recherche pour ensuite s'intéresser, dans une moindre mesure, au choix des algues pour mener à bien notre synthèse.

Pas d'abréviation **Intro :**

Récemment la FIA (Fédération internationale de l'Automobile), organisation régulant les sports automobiles, a imposé aux écuries de formule 1 d'utiliser des biocarburants à hauteur de 100% aux horizons 2026. Ces mesures s'inscrivent dans le cadre de la transition énergétique globale, grand enjeu de notre décennie. Ceci passera nécessairement dans un premier temps par une transition progressive dans le sens où le modèle de déplacement basé sur la combustion n'est que partiellement remplaçable par des solutions viables à l'heure actuelle. La nécessité d'un biocarburant est ainsi vérifiée. Cependant, les solutions actuelles sont basées sur des modèles de biocarburants à base de biomasse nécessitant de grandes surfaces de cultures qui ont un intérêt agronomique majeur pour la nutrition de la population mondiale grandissante. Les algocarburants sont une solution permettant de contourner ce problème en utilisant des surfaces hors sol et dans les océans par exemple, surfaces peu exploitées. ***Les algocarburants sont-ils une solution viable dans le cadre de la transition énergétique et quelles sont les méthodes de production optimale pour y parvenir ?***

### **Sommaire :**

- I.** Etudes bibliographiques
  - A.** Les méthodes de production actuelles
  - B.** Un choix novateur d'algues
- II.** Synthèse du biocarburant
  - A.** Mise en culture des algues et extraction
  - B.** Expérience de synthèse à base d'huile végétale
- III.** Discussions et remise en cause du modèle et de ses applications
- IV.** Conclusion
- V.** Sources

Il faut citer vos sources pour chaque partie (en mettant des numéros entre parenthèses)

## ***I. Etudes bibliographiques :***

### ***A. Les méthodes de production actuelle :***

#### ***1. Production du bio éthanol courant :***

La synthèse de bioéthanol, un biocarburant renouvelable produit principalement à partir de matières premières végétales, repose principalement sur deux méthodes : la fermentation alcoolique et la conversion chimique. La fermentation alcoolique est la méthode la plus couramment utilisée, impliquant la décomposition de sucres présents dans des matières premières comme le maïs, la canne à sucre et les betteraves par des levures pour produire de l'éthanol. Cette méthode présente un rendement variable selon la matière première utilisée : par exemple, le maïs offre un rendement d'environ 400 à 500 litres d'éthanol par tonne, tandis que la canne à sucre peut en produire jusqu'à 700 litres par tonne. Les principaux avantages de cette méthode résident dans l'abondance des matières premières et dans le processus relativement simple et bien maîtrisé. Cependant, elle soulève des préoccupations environnementales et éthiques, notamment en raison de la concurrence avec les cultures alimentaires et de l'utilisation intensive d'eau et de pesticides.

La seconde méthode, la conversion chimique des lignocelluloses (matières premières non alimentaires comme les résidus agricoles, le bois et les herbes), vise à améliorer la durabilité et à réduire l'impact sur les ressources alimentaires. Cette technique utilise des procédés enzymatiques et chimiques pour décomposer la cellulose et l'hémicellulose en sucres fermentescibles, qui sont ensuite convertis en éthanol par fermentation. Bien que cette approche ait un potentiel de rendement supérieur et utilise des matières premières abondantes et non compétitives avec l'alimentation humaine, elle est encore en phase de développement et présente des défis technologiques et économiques importants. Les coûts de production sont actuellement plus élevés en raison des procédés complexes de prétraitement et d'hydrolyse, et le rendement en bioéthanol reste limité par l'efficacité des enzymes utilisées.

En termes de points positifs, la production de bioéthanol contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre en remplaçant les carburants fossiles et favorise le développement rural en créant des emplois dans les secteurs agricoles et industriels. De plus, le bioéthanol est biodégradable et son utilisation réduit les polluants atmosphériques. Cependant, les aspects négatifs ne doivent pas être négligés : l'impact sur la biodiversité et les ressources en eau, la déforestation pour la culture de matières premières, et la question de la durabilité à long terme des pratiques agricoles intensives. Enfin, l'émergence de technologies de seconde génération, basées sur les lignocelluloses, offre une voie prometteuse pour surmonter ces défis, bien que des investissements considérables en recherche et développement soient nécessaires pour les rendre viables à grande échelle. En parallèle, les algocarburants émergent comme une solution potentiellement viable et durable.

## 2. *Les algocarburants :*

Les algocarburants, produits à partir de microalgues, représentent une alternative prometteuse aux biocarburants traditionnels en raison de leur rendement élevé et de leur potentiel de durabilité. La synthèse des algocarburants repose principalement sur deux méthodes : la culture de microalgues en systèmes ouverts (comme les bassins de culture) et en systèmes fermés (comme les photobioréacteurs). Les microalgues sont ensuite récoltées, et les lipides qu'elles contiennent sont extraits et convertis en biodiesel par transestérification. Les rendements varient en fonction de l'espèce d'algue et des conditions de culture, certaines espèces produisant jusqu'à 30 fois plus de carburant par unité de surface que les cultures terrestres traditionnelles. Les principaux avantages des algocarburants incluent une croissance rapide des microalgues, leur capacité à utiliser des eaux impropres à l'irrigation agricole, et leur efficacité à capter le CO<sub>2</sub>, contribuant ainsi à la réduction des gaz à effet de serre. De plus, la production d'algocarburants ne nécessite pas de terres arables, évitant ainsi la concurrence avec les cultures alimentaires. Cependant, les coûts de production des algocarburants demeurent élevés, en grande partie en raison des coûts énergétiques et technologiques liés à la culture, la récolte et l'extraction des lipides. Pour améliorer ces aspects, des recherches sont en cours sur la modification génétique des microalgues. Les algues génétiquement modifiées peuvent être conçues pour produire plus de lipides ou pour résister à des conditions de culture plus difficiles, augmentant ainsi les rendements et réduisant les coûts. Par exemple, des avancées en biologie synthétique permettent de développer des souches d'algues avec une photosynthèse optimisée et une tolérance accrue aux variations environnementales. De plus, l'intégration de la production d'algocarburants dans des systèmes de bio-raffinage où les sous-produits (comme les protéines et les glucides) sont valorisés peut améliorer la viabilité économique du processus. En somme, bien que des défis subsistent, notamment en termes de coûts et d'évolutivité, les algocarburants, particulièrement avec les améliorations apportées par les biotechnologies, offrent une voie prometteuse vers des énergies renouvelables plus durables et efficaces.

## ***B. Un choix novateur d'algues :***

Notre but dans le cadre de notre Travail d'Initiative Personnelle Encadré est ainsi de trouver les meilleures algues à exploiter pour l'extraction de biocarburant, nous avons donc mené des recherches bibliographiques ainsi qu'observations au microscope approfondies sur diverses espèces de microalgues, en analysant leurs rendements en lipides, leur facilité de culture, et leur adaptabilité aux conditions locales que nous pouvions aisément reproduire au labo. Parmi les espèces étudiées, les chlorelles (*Chlorella* sp.) se sont révélées particulièrement prometteuses en raison de leur taux élevé de croissance et de leur capacité à accumuler une quantité significative de lipides, essentiels pour la production de biocarburants. De plus, les diatomées (Bacillariophyta) se sont distinguées par leur structure cellulaire unique et leur rendement lipidique élevé, tout en étant capables de croître dans une variété de conditions environnementales. Enfin, la spiruline (*Arthrospira platensis*), bien que traditionnellement exploitée pour des applications alimentaires en raison de sa haute teneur en protéines, présente également un potentiel intéressant pour la production de biocarburants grâce à son rendement énergétique et sa résilience. En combinant la culture de ces trois types d'algues, nous pouvons non seulement maximiser la production de lipides mais aussi bénéficier de leurs caractéristiques complémentaires, ce qui rendra le processus de production de biocarburants plus efficace et adaptable aux variations environnementales. Cette diversité dans les espèces cultivées permet de créer un système plus résilient et potentiellement plus rentable, justifiant ainsi notre choix d'intégrer les chlorelles, les diatomées et la spiruline dans notre projet de culture d'algues pour la production de biocarburants.

## ***II. Synthèse du biocarburant :***

### ***A) Culture et extraction d'algues***

#### ***Prélèvement et Culture :***



La première étape de notre projet de synthèse de biodiesel est d'extraire l'huile des algues que l'on veut tester. Il a donc fallu mettre en culture les échantillons obtenus suite au prélèvement. Notre première culture est faite à partir de diatomées, des algues unicellulaires microscopiques qui font partie des algues brunes. Ce type d'algue se développe dans plusieurs types d'environnement aquatique tels que les rivières, les lacs. Après prélèvement des algues dans leur milieux naturels, nous les avons placés dans un milieu riche en engrais pour les plantes aquatiques et en gardant un niveau quasi-constant d'eau dans le milieu. Nous avons également isolé ce milieu à l'aide d'un coton. Notre culture était exposée à une source lumineuse ainsi qu'à une température constante que nous avons fixé à 12°C qui était la température de l'eau prélevée dans le milieu de vie des diatomées.



**Il faut indiquer le lieu de prélèvement.  
Et légénder les photos. Identification?**

Cette culture a donc fonctionné en approvisionnant régulièrement en engrais aquatique et en gardant dans les mêmes condition de vie

## B) synthèse à partir d'huile

La seconde étape ,après que l'huile soit extraite de notre culture d'algues, est de transformer cette huile en biocarburant par le biais de plusieurs réaction et notamment d'une transesterification.

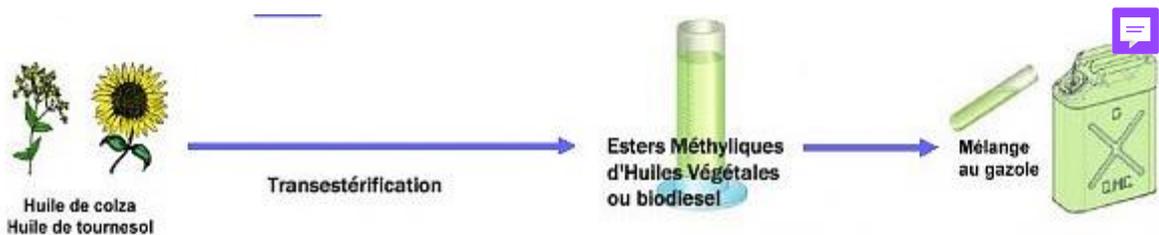


Figure: Transesterification

Nous avons testé la synthèse de biocarburant en suivant un protocole qui n'était pas une transesterification afin d'obtenir un échantillon témoin et de pouvoir tester par la suite avec d'autres types d'algues et avec la transesterification. **Témoin: pas clair...**

### 1) Matériel et protocole

(Le protocole suivi provient de la vidéo: <https://youtu.be/S-OXJXK5Bz4?si=Frhm8MI444iPjauE>)

Ce protocole permet la production de biodiesel à partir d'huile de colza:

- 100g d'huile de colza
- 28.8g d'éthanol anhydre
- 1g d'hydroxyde de sodium

Protocole:

Ajouter les 1 g d'hydroxyde de sodium à l'éthanol anhydre. Dissoudre le mélange à 60°C à l'aide d'une agitation. Ajout du mélange dissout dans l'huile de colza en gardant une agitation magnétique durant 120 minutes. Laisser reposer durant 12 heures. Séparation des deux phases obtenues. Ajout d'eau dans la phase de biodiesel. Création de deux phases, aqueuse et biodiesel. Tester le produit par un test d'inflammabilité.

### 2) Résultat expérimentaux

Nous avons réalisé cette expérience en remplaçant l'huile de colza par de l'huile de tournesol. Au lieu de 12h de repos après agitation, nous avons laissé le mélange reposer durant 1 semaine.

*Figure: résultat après 1 semaine et résultat après séparation des deux phases et ajout d'eau dans le biodiésel*



Le résultat qu'on devait théoriquement obtenir est une séparation de deux phases distinctes avec le biodiésel et la phase aqueuse cependant nous avons obtenu cette phase de couleur blanche et qui forme une couche solide à la surface du bûcher.

Le test d'inflammabilité n'a pas été satisfaisant.

### ***c) Sources d'incertitudes sur le résultat obtenu***

Nous pouvons émettre plusieurs hypothèses concernant le résultat bien différent de ce qu'on attendait.

Tout d'abord la composition de l'huile de tournesol et de l'huile de colza.

Composition huile de colza:

- 60 % d'acides gras monoinsaturés (Oméga 9) ;
- 30 % d'acides gras polyinsaturés (Oméga 6 et Oméga 3) ;
- 7 % d'acides gras saturés.

Composition huile de tournesol:

- 26 à 32% d'acides gras monoinsaturés (Oméga 9) ;
- 64 à 66 % d'acides gras polyinsaturés (Oméga 6 et Oméga 3) ;
- 10 % d'acides gras saturés.

La quantité d'Oméga 6 est bien plus grande dans l'huile de tournesol.



Une seconde hypothèse est que l'ajout d'eau à été réalisé avec de l'eau du robinet au lieu d'eau distillée, par conséquent, la présence de minéraux dans l'eau du robinet pourrait être la source la plus plausible de cette couleur blanche.

Il faudrait donc réaliser ce protocole et obtenir un biodiesel afin d'obtenir un témoin et de pouvoir tester cette expérience avec nos cultures d'algues.

### III. Discussions et remise en cause du modèle et de ses applications

Le modèle actuel de production de biocarburants basé sur les microalgues présente des rendements relativement faibles par rapport aux attentes initiales, malgré leur potentiel théorique élevé. Ces rendements sont souvent limités par des facteurs tels que la densité de culture, l'efficacité de la photosynthèse, et les conditions de culture. Pour améliorer ces rendements, des recherches se concentrent sur l'optimisation des conditions de culture, l'utilisation de souches d'algues génétiquement modifiées pour augmenter la production de lipides, et le développement de systèmes de culture plus efficaces, tels que les photobioréacteurs. Concernant les coûts, la production d'algocarburants reste encore onéreuse, principalement en raison des technologies sophistiquées requises pour la culture, la récolte et l'extraction des lipides. Pour réduire ces coûts, des approches telles que la co-utilisation des sous-produits de la production d'algues (protéines, glucides) et l'intégration des processus dans des systèmes de bioraffinage peuvent être envisagées, de même que l'amélioration de l'efficacité énergétique des installations.

Une autre limitation est la nécessité de mélanger les algocarburants avec des carburants fossiles pour assurer une performance optimale des moteurs actuels, ce qui réduit quelque peu l'impact environnemental positif des algocarburants. De plus, bien que les algocarburants offrent une alternative plus durable aux carburants fossiles, ils ne peuvent pas, à eux seuls, répondre à la demande énergétique mondiale en constante augmentation. Ainsi, une transition vers une sobriété énergétique apparaît inévitable. Cette transition implique de repenser notre consommation d'énergie et de favoriser des modes de vie et des infrastructures moins énergivores, en complément des substituts écologiques. La réduction de la demande énergétique, couplée à des améliorations technologiques et une diversification des sources d'énergie renouvelable, constituera une stratégie plus viable et durable pour répondre aux défis énergétiques du futur. Il est possible de prendre l'exemple de l'énergie nucléaire pour appuyer notre propos. Cette dernière est communément qualifiée d'énergie propre par les scientifiques cependant, dans le monde, le nucléaire produit 10% de l'électricité soit 2% de l'énergie dite finale (celle consommée par les machines). Pour passer de ces 2% aux 100% visés il faudrait entre 10 et 20 000 réacteurs de par le monde sur les 440 aujourd'hui en activité. La construction d'autant de réacteurs en si peu de temps est aujourd'hui impossible comme le démontre les délais grandissants pour l'ouverture de seulement 3 réacteurs en France à Flamanville. Tripler le nucléaire (un exploit !) ne fournirait encore que 40% de l'énergie finale totale d'aujourd'hui. Même avec autant de construction que possible, et même en adorant le nucléaire, une conclusion s'impose : la première priorité est bien la sobriété.

#### **IV. Conclusion :**

*À l'issue de ce premier semestre de recherches nous avons pu, par des recherches bibliographiques, délimiter le cadre du sujet et en déterminer les grandes étapes. Les espèces d'algues ont été déterminées et la phase d'extraction des lipides et de synthèse de biocarburant et la prochaine dans l'ordre de réalisations. Il conviendra donc de mettre en place un protocole plus satisfaisant pour cette dernière étape . Enfin, nous avons vu que dans le cadre du sujet de TIPE de l'année étant « Transition, transformation, conversion » l'étude des algocarburants est bel et bien justifiée cependant il ne faut pas perdre de vue que cette solution n'est qu'incomplète lorsqu'il s'agit de répondre aux nouveaux défis liés au réchauffement climatique actuel et dans le cadre de la transition énergétique globale.*

#### **V. Sources :**

- Réaction de transesterification, Pennstate Collège, Consulté le 30/05/2024
- Souche d'algue génétiquement modifiée, Utex, Consulté le 17/04/2024
- Étude sur les chlorelles, Barbara Clement-Larosièrè , Consulté le 15/04/2024

Il faut plus de sources et biblio à mieux rédiger

M. FAHEL

Le rapport est bien structuré avec une progression logique. La partie expérimentale a amélioré en faisant plusieurs tests et bien respecté que l'éthanol doit être anhydre pour éviter la formation de l'acide carboxylique dans le milieu à la place de l'ester.

Utiliser des références bibliographiques pour soutenir les affirmations et les résultats présentés. Chaque assertion scientifique devrait être appuyée par une référence crédible.

Pour créer, organiser et insérer des références bibliographiques, vous pouvez utiliser le logiciel Zotero : voici un lien vers un tutoriel pour télécharger et utiliser le logiciel : [https://www.youtube.com/watch?v=i1LPt7q\\_4JA](https://www.youtube.com/watch?v=i1LPt7q_4JA)

Éviter l'utilisation des adjectifs possessifs pour maintenir un ton objectif et impersonnel!

Paginer!