

Eric Bausson

Ce dossier s'appuie sur le colloque [Chimie et mobilités](#) du 11 février 2026, plus précisément sur les conférences de M. Flament Jérôme lors de la table ronde [Innovation et challenges industriels des mobilités](#) et de clôture de M. Chevet Pierre-Franck intitulée [La chimie, ça roule!](#).

### Parties des programmes de physique-chimie et de SVT :

| Programmes                                               | Parties                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| de physique-chimie de secondes générale et technologique | Constitution et transformations de la matière<br>Modélisation des transformations de la matière et transfert d'énergie |
| de physique-chimie de première et terminale STI2D        | Matière et matériaux                                                                                                   |
| de SVT de terminale                                      | Le futur des énergies :<br>Les combustibles alternatifs à empreinte carbone réduite                                    |

**MOTS-CLÉS :** mobilités, bioéthanol, Lewis, photosynthèse, BioButterfly, biobutadiène, caoutchouc synthétique

**ANGLE CHOISI :** Comment produit-on du bioéthanol et quelles sont ses applications pour notre mobilité ?



Le superéthanol-E85 contient entre 65% et 85% de bioéthanol. Le reste est de l'essence SP95.

## A. Introduction

Le bioéthanol c'est de l'éthanol d'origine biologique obtenu par fermentation de matières végétales riches en sucres ou en amidon. Au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, l'éthanol avait déjà été envisagé comme carburant par Henry Ford qui avait conçu des moteurs fonctionnant avec ce carburant. Cependant, l'essor du pétrole au XX<sup>e</sup> siècle a relégué ces perspectives au second plan. Les chocs pétroliers des années 1970 ont ravivé l'intérêt pour ce biocarburant, notamment au Brésil, qui a développé un vaste programme de production à partir de la canne à sucre. De nos jours, il est utilisé en France dans le carburant dénommé « superéthanol-E85 ».

Sur le plan écologique, le bioéthanol s'inscrit dans une logique de transition énergétique car les atomes de carbone le constituant proviennent du CO<sub>2</sub> atmosphérique fixé par les plantes lors de la photosynthèse. Sa combustion régénère *in fine* le CO<sub>2</sub> atmosphérique. Cela permet de réduire le bilan net des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux carburants fossiles issus du pétrole.

Les recherches actuelles portent sur les biocarburants de « deuxième génération », issus de résidus agricoles ou de biomasse lignocellulosique, afin de limiter la concurrence avec les cultures alimentaires.

Au-delà de son usage comme carburant, le bioéthanol peut aussi être transformé en éthylène biosourcé, puis en polymères et en caoutchoucs synthétiques. En France, le procédé BioButterfly, développé notamment par Michelin, IFP Energies nouvelles et Axens, vise à produire un hydrocarbure, dénommé butadiène d'origine renouvelable à partir du bioéthanol, ouvrant la voie à des pneumatiques plus durables. Ainsi, le bioéthanol ne se limite plus à un simple substitut aux carburants fossiles car il constitue aujourd'hui un des piliers stratégiques de la chimie verte et de l'économie circulaire.

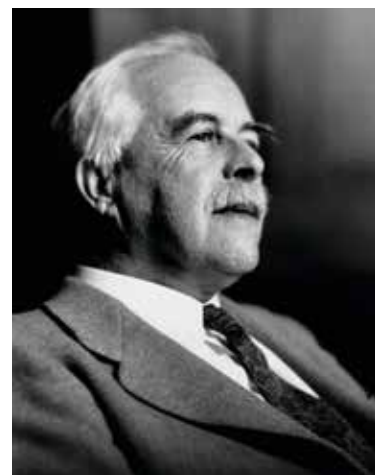


En 1941, Henry Ford (à droite) présentait un prototype « Soybean Car » qui défiait les lois de l'industrie automobile avec une voiture allégée, biosourcée et ultrarésistante, dont la carrosserie était composée en partie de plastiques biosourcés à partir des graines de soja et de chanvre, et dont le moteur carburait... à l'éthanol issu de la fermentation du chanvre !

## B. Le schéma de Lewis du (bio)éthanol

L'éthanol, qu'il soit d'origine naturelle (bioéthanol) ou artificielle (fabriqué par l'Homme), a bien entendu la même structure moléculaire. Il a pour formule brute  $C_2H_6O$ .

Gilbert Lewis  
© DR L. Scolaire



### Document : La formation de doublets liants et non liants

Deux atomes, en quête de stabilité, peuvent établir entre eux une liaison covalente (ou de valence) en mettant chacun en commun un électron de valence. Les deux électrons mis en commun pour assurer la liaison forment alors un doublet liant.

On représente une liaison covalente (ou doublet liant) entre les deux atomes par un tiret.

Élaboré par Gilbert Lewis (1875-1946), physicien et chimiste américain, le schéma qui porte son nom rend compte de la répartition des électrons de valence. Nommé 41 fois pour le prix Nobel de chimie, Lewis ne l'a jamais obtenu !

Voici le schéma de Lewis de la molécule de dihydrogène  $H_2$  :



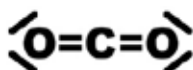
Une liaison covalente formée permet donc à un atome de s'entourer d'un électron de valence supplémentaire.

Dans une molécule, un atome forme autant de liaisons covalentes que le nombre d'électrons qui lui manquent. Cela lui permet d'être entouré d'autant d'électrons que le gaz noble figurant juste après lui dans le tableau périodique et le stabilise.

À noter que deux atomes peuvent mettre en commun plusieurs doublets d'électrons. Il y a alors formation de liaisons covalentes multiples (liaison(s) double(s) comme dans le  $CO_2$  :  $O=C=O$  ou triple comme dans l'éthyne  $H-C \equiv C-H$ ).

Les électrons de valence d'un atome qui ne participent pas aux liaisons covalentes sont répartis en doublets d'électrons appelés doublets non liants, représentés aussi par un tiret, mais uniquement porté par l'atome concerné. Il peut y en avoir de zéro à trois doublets non liants par atome dans une molécule.

Voici par exemple le schéma de Lewis du dioxyde de carbone  $CO_2$  :



- 1 D'après les schémas de Lewis de  $H_2$  et de  $CO_2$ , combien de doublets liants et non liants sont portés par les atomes d'hydrogène H, de carbone C et d'oxygène O ?

.....

.....

En adoptant une démarche rigoureuse à partir des configurations électroniques des atomes, il nous est possible de vérifier ces nombres de doublets liants et non liants portés par ces trois atomes dans une molécule.

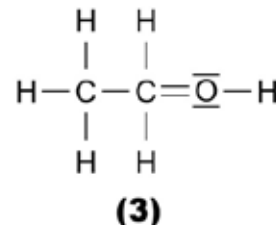
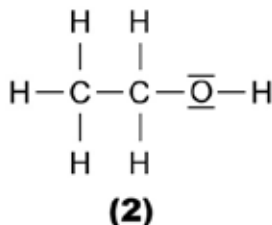
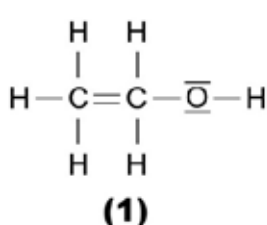
2 Où sont situés les gaz nobles dans l'extrait du tableau périodique ci-dessous ?

|                 |                 |                |                |                |                |                |                  |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| <sup>1</sup> H  |                 |                |                |                |                |                | <sup>2</sup> He  |
| <sup>3</sup> Li | <sup>4</sup> Be | <sup>5</sup> B | <sup>6</sup> C | <sup>7</sup> N | <sup>8</sup> O | <sup>9</sup> F | <sup>10</sup> Ne |

3 Compléter le tableau ci-dessous en utilisant l'extrait du tableau périodique des éléments.

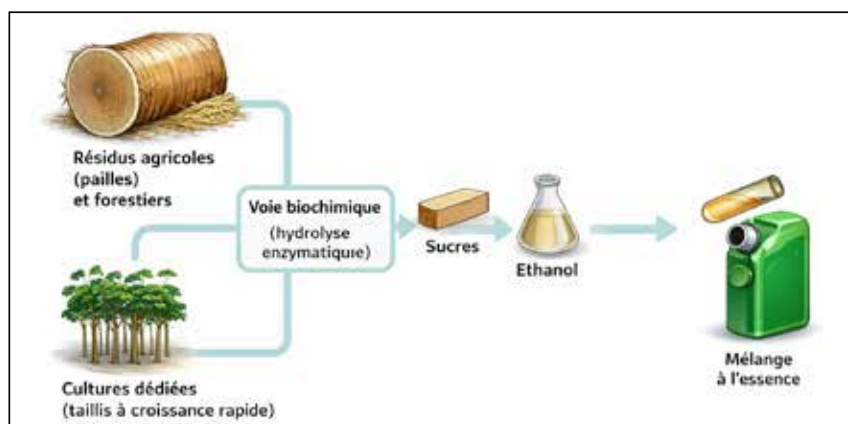
| Symbole de l'atome.                                          | H | C | O |
|--------------------------------------------------------------|---|---|---|
| Configuration électronique de l'atome.                       |   |   |   |
| Nombre d'électrons de valence.                               |   |   |   |
| Configuration électronique du gaz noble juste après lui.     |   |   |   |
| Nombre d'électrons manquant à l'atome pour être stable.      |   |   |   |
| Nombre de doublets liants à former par l'atome.              |   |   |   |
| Nombre d'électrons de valence non engagés dans les liaisons. |   |   |   |
| Nombre de doublets non liants portés par l'atome.            |   |   |   |

4 Parmi les trois propositions ci-dessous, laquelle correspond au schéma de Lewis du (bio)éthanol ?

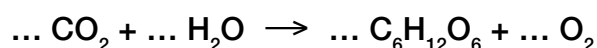


## C. Production du bioéthanol

Voici une des illustrations projetées lors de la conférence de M. Chevet Pierre-Franck intitulée « La chimie, ça roule ! » :



Avant toute chose, la photosynthèse a lieu dans les cultures dédiées ou les résidus agricoles suivant l'équation chimique non ajustée de la photosynthèse :

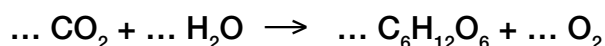


- 1 Donner les noms des réactifs et produits chimiques de cette photosynthèse.

.....

.....

- 2 Ajuster l'équation chimique de la photosynthèse.



- 3 Que se forme-t-il lors de la fermentation de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ?

.....

.....

- 4 Proposer l'équation chimique ajustée concernant la fermentation de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

.....

.....

- 5 D'après cette dernière équation ajustée, quel est le produit d'intérêt et quel autre produit faudrait-il capter pour éviter son rejet dans l'environnement ?

.....

.....

- 6 Justifier le fait que la combustion du bioéthanol permette de réduire de 60 à 70 % les émissions de  $\text{CO}_2$  en comparaison de celle des carburants fossiles, issus du pétrole.

.....

.....

Les biocarburants ne se résument pas à la production de bioéthanol comme nous le montre M. Flament Jérôme lors de la table ronde [Innovation et challenges industriels des mobilités](#). Les industriels développent depuis quelques années des procédés dans le but de produire des molécules d'intérêt à partir de la biomasse et de nos déchets car « rien ne se perd, rien ne se crée, mais tout se transforme !\* ».

Des raffineries, initialement dédiées au pétrole, ont même été modifiées pour permettre la production de molécules à partir de nos déchets et productions agricoles dédiées. Ces bioraffineries permettent, par exemple, de produire un carburant durable d'aviation dénommé « SAF ». La réglementation européenne exige une réduction d'émissions de  $\text{CO}_2$  de 65 % au minimum sur leur cycle de vie par rapport au kérosène fossile mais la production de ces carburants reste actuellement très limitée, faute de filières industrielles suffisamment développées, et en raison de leur prix trois à quatre fois plus élevé que celui du kérosène fossile.

Ces nouveaux carburants sont de deux types :

- ceux issus de la biomasse, notamment d'huiles usagées ou de déchets agricoles, ne concurrençant pas les cultures alimentaires ;
- les carburants de synthèse, élaborés à partir de  $\text{CO}_2$  capté dans l'atmosphère et d'hydrogène, extrait de l'eau en utilisant de l'énergie qui doit être bas-carbone (solaire, éolien, etc.)

Voici une illustration simplifiée permettant d'établir l'origine, les procédés chimiques qui facilitent l'obtention du biométhanol et du bioéthanol et leurs présences dans des biocarburants :



7 Donner les formules brute et semi-développée du méthanol.

.....

.....

8 Donner les noms des composés chimiques présents dans le « syngas ».

.....

.....

\* Antoine de Lavoisier.



Le procédé Fischer-Tropsch (1923) tel que découvert par ses deux inventeurs permet de passer d'un mélange de  $H_2$  et  $CO$  à divers hydrocarbures et d'autres composés organiques. Voici deux de ces équations chimiques :



- 9 Écrire les équations chimiques correspondantes à la production d'éthane  $C_2H_6$  et d'éthanol  $C_2H_6O$ .

Pour aller plus loin

## D. Du bioéthanol au caoutchouc synthétique biosourcé

La production de buta-1,3-diène, souvent plus simplement appelé « butadiène », à partir de l'éthanol est connu depuis longtemps suivant divers procédés dont celui de Lebedev.

Voici l'équation chimique de la formation du butadiène selon le mécanisme de Lebedev (où « x » est une molécule dont il vous faudra trouver la formule brute) :



Le butadiène est ensuite polymérisé pour former du polybutadiène qui est un caoutchouc synthétique pouvant être incorporé dans la gomme de nos pneumatiques.

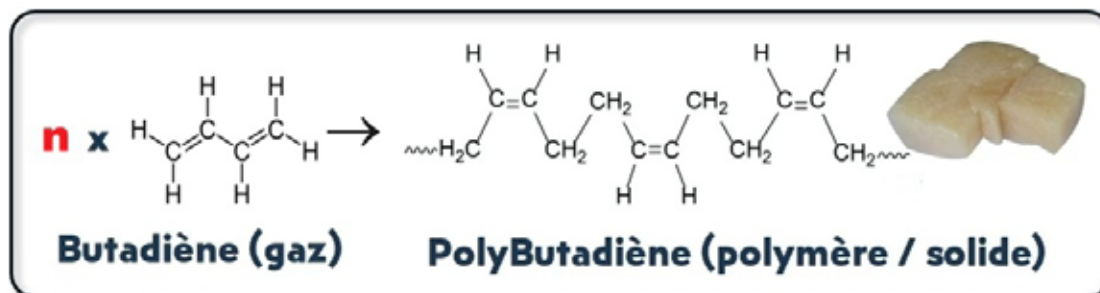
Depuis 2012, le procédé BioButterfly lancé par trois partenaires français (Michelin, Ifp-énergies nouvelles et Axens) vise à produire du biobutadiène à partir de bioéthanol en limitant le coût énergétique tout en assurant un très bon rendement.

Voici les différentes étapes mises en jeu pour passer de la biomasse aux pneumatiques :



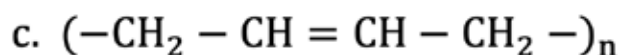
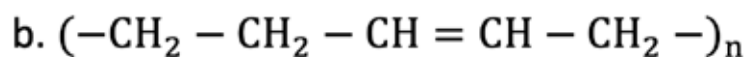
Il s'agit d'un procédé très complexe car il met en jeu beaucoup de transformations chimiques avec des catalyseurs spécifiques, ayant pour rôle d'accélérer les réactions. Il est impossible de présenter tout ceci dans ce dossier, mais vous pourrez satisfaire votre curiosité en consultant [ce lien](#).

Lors de l'étape de polymérisation, voici l'équation chimique :



1 Quelle est la formule brute de « x » dans l'équation du mécanisme de Lebedev ?

2 Quelle formule chimique, parmi celles proposées ci-dessous, correspond-elle à celle du polybutadiène ?





## E. Conclusion

Aujourd'hui, le bioéthanol apparaît comme un des acteurs clés de la transition énergétique, notamment dans la décarbonation des transports utilisant des moteurs thermiques. Sa demande augmente, comme le montre la croissance récente de son utilisation en France (+ 15 % en 2025) et les projets politiques ambitieux d'incorporation dans les carburants (E5, E10 ou E85) en Europe.

Sur le plan technologique, les recherches ont pour objets de réduire les coûts, d'accroître les rendements et d'élargir les matières premières utilisables. Par ailleurs, des innovations majeures intégrant le captage et la réutilisation du CO<sub>2</sub> pour produire entre autres du bioéthanol seraient bénéfiques pour lutter contre le réchauffement climatique.

Toutefois, des défis subsistent comme le développement d'infrastructures adaptées, la compétitivité face aux autres carburants renouvelables ou fossiles, et l'harmonisation des politiques au niveau international pour encourager l'investissement. À plus long terme, le bioéthanol pourrait non seulement compléter les énergies électriques, mais aussi contribuer à une économie circulaire plus vaste. Le bioéthanol représente une option polyvalente et technologiquement dynamique pour un avenir plus bas-carbone.

La lecture des diverses vidéos des conférences du colloque [Chimie et mobilités](#) du 11 février 2026 est une source d'informations très importante sur différents aspects de notre mobilité.

Sur le thème de la mobilité, voici d'autres sources d'information :

- [Les matériaux de la transition énergétique : les attentes et les défis](#) – J.P. Moulin – Mediachimie
- [Biocarburants de deuxième génération : Le projet syndièse](#) – Thierry Pussieux – Mediachimie / CEA
- [La route du futur](#) – Des idées plein la Tech – Mediachimie
- [Vers les biocarburants de 2e génération : l'exemple de l'isobutène biosourcé](#) – P. Labarbe – Mediachimie
- [Le dihydrogène est-il une solution d'avenir pour lutter contre le réchauffement climatique ?](#) – E. Bausson – Mediachimie
- [Le lithium, un élément chimique indispensable pour notre mobilité actuelle](#) – E. Bausson – Mediachimie

## B. Le schéma de Lewis du (bio)éthanol

1. Voici pour chaque atome la répartition des doublets électroniques :

- H : un doublet liant (zéro doublet non liant)
- C : quatre doublets liants (zéro doublet non liant)
- O : deux doublets liants et deux non liants

2. Les gaz nobles sont situés dans la dernière colonne du tableau périodique des éléments.

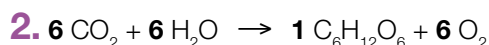
3.

| Symbole de l'atome.                                          | H               | C                                               | O                                               |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Configuration électronique de l'atome.                       | 1s <sup>1</sup> | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup> | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup> |
| Nombre d'électrons de valence.                               | 1               | 4                                               | 6                                               |
| Configuration électronique du gaz noble juste après lui.     | 1s <sup>2</sup> | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> |
| Nombre d'électrons manquant à l'atome pour être stable.      | 1               | 4                                               | 2                                               |
| Nombre de doublets liants à former par l'atome.              | 1               | 4                                               | 2                                               |
| Nombre d'électrons de valence non engagés dans les liaisons. | 0               | 0                                               | 4                                               |
| Nombre de doublets non liants portés par l'atome.            | 0               | 0                                               | 2                                               |

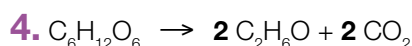
4. Il s'agit de la proposition (2).

## C. Production du bioéthanol

1. Réactifs chimiques : dioxyde de carbone et eau  
Produits chimiques : glucose et dioxygène



3. Il se forme du (bio)éthanol et du dioxyde de carbone.



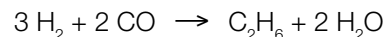
5. Le produit d'intérêt est le (bio)éthanol et il faudrait capter le  $\text{CO}_2$  produit.

6. Quand le bioéthanol brûle, le  $\text{CO}_2$  émis correspond essentiellement à celui qui avait été absorbé quelques mois auparavant. Tandis que les carburants issus du pétrole libèrent du carbone stocké depuis des millions d'années en augmentant la concentration globale atmosphérique en  $\text{CO}_2$ .

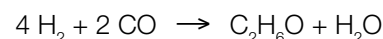
7. Le méthanol a pour formule brute  $\text{CH}_4\text{O}$  et pour formule semi-développée  $\text{CH}_3\text{-OH}$ .

8. CO : monoxyde de carbone,  $\text{CO}_2$  : dioxyde de carbone et  $\text{H}_2$  : dihydrogène.

9. Pour l'éthane  $\text{C}_2\text{H}_6$  (n=2) :



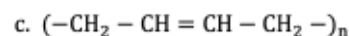
Pour l'éthanol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (n=2) :



## D. Du bioéthanol au caoutchouc synthétique biosourcé

1. Il s'agit de  $\text{H}_2\text{O}$ .

2. On observe sur la macromolécule proposée que le motif répétitif est celui de la proposition c :



Il contient 4 atomes de carbone comme le monomère mais attention il n'est pas identique au monomère.

## ORIENTATION ET MÉTIERS

Partie orientation proposée et rédigée par Françoise Brénon  
et Gérard Roussel (Mediachimie)

Sur terre, sur rail, dans les airs ou dans l'espace, sur l'eau ou dans les milieux subaquatiques, les mobilités font appel à des véhicules dont les caractéristiques sont liées au milieu dans lequel elles évoluent. Ces caractéristiques concernent la nature des **matériaux** qui les composent, l'**énergie** qui les animent, leur **résistance**, leur **durabilité**, leurs équipements de **contrôle** et de **sécurité**, leur **recyclabilité**... tout en prenant en compte les aspects **économiques** et **environnementaux**.

Les chimistes sont au cœur des innovations technologiques qui vont ouvrir la voie à des mobilités toujours plus efficaces et responsables avec par exemple :

- **des matériaux nouveaux**, métaux ou alliages, polymères ou composites, matériaux hybrides, en faisant appel, lorsque c'est pertinent, à des matières premières biosourcées. Ces matériaux pouvant selon leur usage, répondre à des contraintes extrêmes de température, de pression, de corrosion, de résistance... Sans oublier des matériaux aux propriétés électriques ou électromagnétiques ou des matériaux appréciés pour leur légèreté...
- en allant vers la décarbonation des moyens énergétiques, batteries plus légères et plus puissantes, carburants biosourcés, piles à combustible utilisant un hydrogène vert ou un hydrogène natif blanc...
- sans oublier l'innovation permanente dans les domaines des **capteurs** pour le contrôle et la sécurité, des **traitements thermiques ou chimiques** des matériaux, des **lubrifiants**, des **colles**, des **équipements de confort**, des matériaux de **roulement** et de **propulsion**...

Avec aujourd'hui une obligation de respecter les principes du développement durable et de l'économie circulaire dans lesquels le chimiste est l'un des acteurs principaux.

Pour découvrir l'implication des chimistes dans certaines de ces applications, nous vous proposons une sélection de ressources :

- La fiche [Les chimistes dans : les transports, de la route à l'espace](#)
- Vidéo [La voiture intelligente](#)
- Quiz [Chimie et mobilité](#)
- [Comment verdir le transport aérien ?](#) Éditorial janvier 2026
- [Chimie et transports, quel rapport ?](#)

À l'occasion du colloque Chimie et mobilités de février 2026 une large sélection / compilation de ressources de Mediachimie sur cette thématique ont été regroupées ici [www.mediachimie.org/ressource/mobilités-et-chimie](http://www.mediachimie.org/ressource/mobilités-et-chimie)

**Pour répondre à la thématique Chimie et mobilités**, il est fait appel à de **nombreuses spécialisations différentes**. Ainsi les chimistes, du Bac au Bac +8, peuvent être spécialisés :

- **en sciences des matériaux**, métaux, alliages, matériaux composites, céramiques, polymères, caoutchouc, huiles, colles...



Sciences et Génie des matériaux © Faculté des Sciences et Techniques

- **dans les domaines de l'énergie**, batteries, piles à combustible, bioressources, énergies fossiles, hydrogène ;
- **en analyse, en formulation, en assurance qualité, en écoconception, en environnement, en génie des procédés, en chimie industrielle, en électrochimie...**

Ci-dessous une sélection de ressources relatives aux métiers concernés :

- Parmi les fiches « Les chimistes dans... »

[Les chimistes dans : L'aventure des nouveaux matériaux](#)

[Les chimistes dans : Les énergies nouvelles face au développement durable](#)

[Les chimistes dans : l'économie circulaire](#)

[Les chimistes dans : La traque de l'infiniment petit](#)

- Parmi les fiches métiers

[Technicien matériaux \(H/F\)](#)

[Technicien de formulation \(H/F\)](#)

[Technicien génie des procédés / génie chimique \(H/F\)](#)

[Technicien de fabrication production \(H/F\)](#)

[Technicien chimiste \(H/F\)](#)

[Technicien d'analyse chimie / physico-chimie \(H/F\)](#)

[Ingénieur matériaux \(H/F\)](#)

[Ingénieur chimiste Procédés \(H/F\)](#)

[Ingénieur en formulation / formulateur \(H/F\)](#)

[Ingénieur de recherche / Chercheur \(H/F\)](#)

Pour connaître les filières de formations, se rendre sur les pages :

[Bac +2/3 : vers les métiers de techniciens et de techniciennes](#)

[Bac +5/8 : vers les métiers d'ingénieur\(e\)s et de recherche](#)

Pour vous aider à trouver votre chemin parmi toutes ces filières, visionnez la vidéo de la conférence [Les formations en chimie après le bac](#) par Françoise Brénon.

On pourra aussi consulter les fiches « Orientations » suivantes :

Dans le secteur de l'aéronautique :

[www.mediachimie.org/ressource/fiche-orientation-secteur-de-laeronautique](http://www.mediachimie.org/ressource/fiche-orientation-secteur-de-laeronautique)

Dans le secteur de l'automobile :

[www.mediachimie.org/ressource/fiche-orientation-secteur-de-lautomobile](http://www.mediachimie.org/ressource/fiche-orientation-secteur-de-lautomobile)

Dans le secteur des énergies renouvelables

[www.mediachimie.org/ressource/fiche-orientation-secteur-des-energies-renouvelables](http://www.mediachimie.org/ressource/fiche-orientation-secteur-des-energies-renouvelables)