

Pourquoi faudrait-il avoir peur de la biologie synthétique ?

Synthetic Biology - Should We Be Afraid?

La biologie synthétique, c'est le génie génétique avec plus de connaissances et plus de précision, mais aussi une technologie beaucoup plus imposante, plus rapide et avec des molécules artificielles placées à l'intérieur des molécules du vivant : oui, cela fait problème et doit en effet nous inquiéter. [Dr Mae-Wan Ho](#)

Rapport de l'ISIS en date du 03/10/2012

Une [version entièrement référencée](#) de cet article intitulé **Synthetic Biology Should We Be Afraid?** est disponible pour les membres de l'ISIS sur le site http://www.isis.org.uk/Synthetic_Biology_Should_We_Be_Afraid.php ; il est par ailleurs disponible en téléchargement [ici](#)

S'il vous plaît diffusez largement et rediffusez, mais veuillez donner l'URL de l'original et conserver tous les liens vers des articles sur notre site ISIS. Si vous trouvez ce rapport utile, s'il vous plaît, soutenez ISIS en vous abonnant à notre magazine [Science in Society](#), et encouragez vos amis à le faire. Ou jeter un oeil à notre librairie [ISIS bookstore](#) pour d'autres publications

Des laboratoires créent des virus de la grippe aviaire qui peuvent se propager entre les êtres humains

Des chercheurs de l'Université du Wisconsin à Madison aux Etats-Unis ont créé une souche hybride de la **grippe aviaire** qui pourrait potentiellement se propager entre les êtres humains par l'émergence d'une souche mutante du virus de la grippe aviaire avec le virus de la **grippe porcine**. La souche hybride se propage facilement entre les **furets**.

Le travail de recherche a été achevé en 2011 et soumis à la revue *Nature*, mais sa publication a été retardée après que des conseillers en matière de biosécurité, auprès du gouvernement américain, aient déclaré que les informations pourraient être exploitées par des terroristes. Les conseillers ont soulevé des préoccupations similaires au cours de la soumission d'un deuxième document à la revue *Science*, impliquant une souche mutante du virus de la grippe aviaire, qui peut également se propager chez les furets, et qui a été créée par des chercheurs du Centre médical Erasmus à Rotterdam, aux Pays-Bas. Cela a conduit à des mois de débat entre les scientifiques, les responsables gouvernementaux et les éditeurs de revues sur les risques liés à la publication de ces documents [1].

Les scientifiques ont fait valoir qu'ils ont été préoccupés par une inconnue majeure concernant la grippe aviaire, à savoir si elle pourrait évoluer de l'état sauvage en une souche qui se propagerait facilement parmi les êtres humains. Jusqu'à présent, le virus pouvait seulement se propager à partir des oiseaux vers les êtres humains.

Après avoir rencontré deux fois et entendu des exposés de la part des responsables de la sécurité des États-Unis, le *National Science Advisory Board for Biosecurity (NSABB)*, l'organisation américaine de conseil scientifique en matière de biosécurité, a finalement approuvé la publication des deux documents.

Des études portant sur les virus en question ont révélé que l'infection était contrôlée par seulement quatre mutations dans la protéine hémagglutinine du virus qui détermine la liaison du virus à des cellules hôtes spécifiques [2].

Le chercheur principal, Yoshihiro Kawaoka a déclaré au journal *The Guardian* que l'une des mutations identifiées est déjà en circulation dans des virus au Moyen-Orient et en Asie ; il n'y a donc aucune inquiétude à avoir pour que ces virus puissent acquérir plus de mutations et deviennent transmissibles chez les mammifères. Si les équipes de surveillance savaient bien quelles mutations sont importantes, ils seraient attentifs à l'émergence de virus à potentiel pandémique et elles pourraient informer les autorités afin de prendre les précautions appropriées.

Malik Peiris, un expert de la grippe aviaire à l'Université de Hong Kong en Chine, qui n'est pas impliqué dans ces travaux de recherche, a déclaré qu'il était «absolument nécessaire» de publier les documents [1].

Cette recherche met en évidence les dangers et les avantages potentiels de la **biologie synthétique** qui a pris le relais du génie génétique.

Un tollé se fait entendre autour de la reconstitution de la vie

La **biologie synthétique** semble toucher un point sensible depuis le début et il n'y a rien d'étonnant à cela. Steven Benner, un chimiste qui travaille maintenant à l'Université de Floride à Gainesville, aux États-Unis, lança un appel en 1988 pour sa conférence dans le but d'explorer les possibilités de réaliser des systèmes chimiques artificiels avec les fonctionnalités essentielles des êtres vivants, sous le titre «Repenser la vie» [3].

Mais cet appel avait soulevé un tel vent de protestation parmi les participants potentiels qu'il lui avait fallu changer le titre en le reformulant ainsi «Repenser les molécules de la vie». Il avait expliqué au rédacteur en chef Philip Ball, consultant pour la revue *Nature*, que des individus aussi distingués que des lauréats du prix Nobel étaient convaincus que le titre choisi inciterait à des émeutes en Suisse à propos de l'ADN-recombiné. Le propre article de Ball, paru en 2004, ne fut pas moins provocant dans son titre - «*Le génie génétique est une vieille histoire. Les biologistes sont maintenant en train de synthétiser des génomes, de modifier le code génétique et de contempler de nouvelles formes de vie*» - même si tout ce qu'il disait était vrai, comme il l'a décrit dans le travail accompli sous la bannière de la biologie synthétique.

Le virologue Eckard Wimmer et son équipe de l'Université d'État de New York, à Stony Brook, avait construit le virus vivant de la polio en 2002 en commandant et en utilisant des segments d'ADN et une carte du génome viral, qui étaient disponibles gratuitement sur l'Internet. D'autres génomes microbiens ont été construits depuis, et beaucoup plus rapidement.

En 1989, Peter Schultz, un chimiste qui travaille maintenant au *Scripps Research Institute* de La Jolla, en Californie, avait modifié des bactéries qui incorporent un acide aminé non naturel dans des protéines, et produisant des enzymes avec des activités légèrement différentes. Schultz avait ajouté plus de 80 acides aminés non naturels aux protéines.

Dans la même année 1989, Benner avait préparé des cellules pour leur insérer une nouvelle paire de base dans leur ADN. En 2000, les physiciens biologistes Michael Elowitz et Stanislas Leibler à l'Université de Princeton, dans l'Etat du New Jersey aux Etats-Unis, avaient conçu un circuit génétique qui produisait une protéine fluorescente, de sorte que la population de bactéries émettaient périodiquement de la fluorescence. D'autres circuits génétiques ont été construits : ils pourraient être commandés par des signaux ou des produits chimiques externes.

Sous le titre intitulé *Extreme Genetic Engineering*, un rapport publié en 2007, faisait écho à la manchette de Ball [4]: «Le génie génétique est dépassé» : « *Aujourd'hui, les scientifiques ne sont pas seulement en train de faire la cartographie des génomes et de manipuler des gènes, mais ils construisent la vie à partir de zéro - et ils le font en l'absence de tout débat dans la société et sans aucune surveillance réglementaire* ». Cependant, cela n'est pas vrai. Les spécialistes de la biologie synthétique ont fait beaucoup de choses, mais ils ont singulièrement manqué la création de la vie "from scratch", à partir de rien, et pour de bonnes raisons.

Qu'est-ce que la biologie synthétique?

La 'biologie synthétique' est le nouveau mot d'ordre de ce que l'on appelait le génie génétique - le découpage, la modification et l'épissage de l'ADN (ou de l'ARN) - mais elle comprend aussi d'autres choses. Les biologistes synthétiques sont de deux types, selon Benner et Michael Sismour [5]: ceux qui utilisent des molécules artificielles pour reproduire le comportement naturel du vivant, dans le but de créer une vie artificielle, et d'autres qui recherchent des pièces interchangeables de la biologie naturelle, pour les monter dans les systèmes qui fonctionnent anormalement. L'acte de synthèse, ont-ils déclaré, force les scientifiques à rencontrer et à résoudre les problèmes qu'ils n'auraient autrement jamais rencontrés, et à encourager l'émergence de nouveaux paradigmes. (On peut toujours l'espérer).

Au fond, la biologie synthétique combine la **biologie moléculaire** avec la conception technique. Au mieux, cela peut augmenter la vitesse ainsi que la précision, la fiabilité, l'efficacité et l'efficacité, de processus imprévisibles et incontrôlables, qui se déroulaient précédemment au hasard. L'objectif le plus ambitieux de la biologie synthétique - et c'est là que la grande antipathie se manifeste et que l'anxiété du public se réveille - est de concevoir et de créer des organismes (y compris des êtres humains) avec des fonctions nouvelles ou améliorées, allant même jusqu'à créer la vie elle-même.

Les spécialistes de la biologie synthétique n'ont pas créé la vie

La biologie synthétique n'a certainement pas réussi à créer la vie à partir de zéro, car ni les biologistes moléculaires, ni les ingénieurs chimistes concernés, n'ont réussi à créer la vie elle-même. Leur idée de la vie, conçue comme des noix et des boulons moléculaires qui sont assemblés comme les pièces d'un jeu de Lego, est tout simplement erronée (voir ci-dessous).

La vie est plus qu'une simple combinaison des molécules adéquates (voir [6] [The Rainbow and the Worm, The Physics of Organismes](#) et sa suite [7] ('Living Rainbow H2O', ISIS publications). On peut y trouver un point de vue radicalement différent et beaucoup plus réaliste concernant des cellules et les organismes vivants.

Pour commencer, les molécules dans les organismes vivants sont dynamiquement organisées par un état quantique très particulier de l'eau [8] ([Living H2O the Dancing Rainbow Within](#), SiS 55) *; les biologistes synthétiques, comme la plupart des biologistes en général, sont totalement inconscients de l'importance cruciale de l'eau pour la vie.

* Version en français "Un arc-en-ciel dansant au sein de l'eau vivante" par le Dr. Mae-Wan Ho. « L'eau contenue dans les êtres vivants est à la fois la génératrice énergétique de la vie et son carburant ; elle est simultanément un milieu tout à fait particulier, mais aussi à la fois le message et le messenger de la vie ». Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur le site : <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article278>

Par conséquent, je peux prédire avec confiance que la biologie synthétique ne créera jamais la vie à partir de zéro, si ses protagonistes restent sur leur trajectoire actuelle.

Une approche principale à la biologie synthétique est la construction d'"biobricks" - des circuits génétiques préfabriqués ou des pièces normalisées - qui peuvent être assemblés dans n'importe quel système désiré. Le registre de pièces standards biologiques qui est ouvert avec un accès en ligne, a plus de dix mille entrées (il a plus que doublé en 2012 [9]).

Mais la grande majorité de ces pièces n'ont pas été caractérisées, et elles ne fonctionnent pas comme prévu. Les participants à une réunion concernant la biologie synthétique, qui s'est tenue en juillet 2010 a conclu que sur 13.413 articles alors énumérés, 11.084 ne fonctionnent pas. Un intervenant a fait remarquer [10]: que « Beaucoup de pièces sont indésirables ».

Cependant, je suis beaucoup moins confiante dans le fait que les biologistes synthétiques sont sans danger, en tentant de créer la vie artificielle ou de recréer la vie, en plus des risques qui sont d'ores et déjà prévus pour le génie génétique et qui ont été documentés à la fois sur le terrain et en laboratoire (voir de nombreux rapports sur site Web d'ISIS depuis 1999, et parmi les dernières [11]] [GM Feed Toxic, New Meta-Analysis Confirms](#), SiS 52) *.

* Version "Une nouvelle méta-analyse confirme que les aliments issus d'OGM sont toxiques pour les animaux" par le Dr Eva Sirinathsinghji. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible par <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article181&lang=fr>

James Collins, un pionnier de la biologie synthétique, à l'Université de Boston, dans l'Etat du Massachusetts aux Etats-Unis, donne une vue assez représentative de la façon dont les praticiens voient ce contexte. « *Les chercheurs scientifiques combinent la biologie et l'ingénierie pour changer le monde* », a déclaré le titre héroïque de son article "*Bits and pieces come to life*" [12], « Des petits bouts et des pièces détachées viennent à la vie » [12], « Avec une boîte de Lego, vous pouvez créer toute une gamme de structures

différentes ... un groupe croissant de chercheurs scientifiques [biologistes synthétiques] sont amenés à la réflexion que c'est à peu près de la même chose pour les parties des cellules ».

Collins lui-même envisage que la biologie synthétique pourrait résoudre les grands problèmes mondiaux tels que « la famine, les maladies et la pénurie d'énergie ».

Et sur sa liste des choses que nous pouvons énumérer, Collins suggère « *des humains avec un sonar, comme celui qui est utilisé par les chauves-souris, pour nous aider à naviguer dans l'obscurité* », ou « *des gènes pour obtenir de l'énergie à partir des rayons du soleil, comme les plantes* ».

Néanmoins, Collins admet que « *la complexité et le désordre de la biologie signifie que nous sommes encore loin d'avoir un manuel pour savoir comment fonctionne une cellule. De nombreuses zones ont encore besoin de clarification et d'élaboration* ».

Les succès de la biologie synthétique obtenus jusqu'à présent

Qu'est-ce que la biologie synthétique peut montrer au-delà de la preuve du principe génétique des interrupteurs à bascule, des oscillateurs, et même d'un réseau qui joue au '**tic-tac-toe**' contre n'importe quel adversaire humain et qui ne perd jamais, à la condition qu'il fasse le premier pas [12] ?

Un des premiers succès de la biologie synthétique a été la fabrication d'une souche de levure conçue avec un groupe de gènes pour produire le composé **artémisinine** [13]. Les médicaments antipaludiques les plus efficaces, sont actuellement disponibles à partir de la plante *Artemisia annua*. L'artémisinine issue de la levure devait être mise en production en 2012. mais il n'est pas encore clair si elle est vraiment beaucoup moins chère que celle qui est obtenue à partir de la plante. Un souci majeur est que l'artémisinine de levure va perturber les agriculteurs qui font la culture des plantes en Asie, en Afrique et au Brésil [14].

L'offre mondiale d'artémisinine naturel passe par des phases d'expansions et de récessions, et le médicament est encore hors de portée pour beaucoup de pauvres. Il est clair que les impacts socio-économiques de la synthèse de l'artémisinine par les levures doivent faire partie intégrante de l'évaluation des risques, car ils se situent au niveau des modifications génétiques. Mais il faut aussi envisager la possibilité que les agriculteurs peuvent s'y retrouver s'ils ont été indemnisés pour la perte de leurs cultures et qu'ils peuvent alors passer, à la place, à la production de leur propre nourriture.

Un autre succès de ces nouvelles technologies est le dosage de l'**ADN ramifié** ou ADN branché, inventé en 1997 [15], ce qui a grandement accéléré la détection de séquences virales et bactériennes dans les tests de diagnostic, avec une sensibilité et une spécificité très améliorée (voir encadré 1).

Ces deux exemples sont tout simplement des extensions du génie génétique conventionnel.

Encadré 1

Test avec l'ADN ramifié

Un test avec de l'ADN ramifié (bDNA) détecte des quantités infimes de séquence d'ADN en amplifiant le signal, plutôt que d'amplifier la séquence d'ADN cible dans la réaction en chaîne par polymérase (PCR) classique, une technique qui prend beaucoup de temps et qui est sujette à des erreurs et à des contaminations.

Le test bDNA commence par de courtes molécules d'ADN simple brin - *sonde de capture* - attachées à un support solide et se collant vers le haut dans l'air. Elles sont hybridées avec l'extendeur, une séquence simple brin avec deux domaines : l'un qui est complémentaire de la sonde de capture et qui s'hybride avec elle, et le second qui est complémentaire de la séquence d'ADN cible à détecter. Lorsque la sonde de capture et les molécules d'extension sont en place, l'échantillon à tester est ajouté, et les molécules d'ADN cible dans l'échantillon se lient aux molécules d'extension.

Vient ensuite l'étape d'amplification au cours de laquelle on ajoute un *extendeur de marquage*, des molécules d'ADN ayant deux domaines, l'un complémentaire de la cible, et il s'hybride, et l'autre pour les molécules d'ADN, des *préamplificateurs* à nouveau avec deux domaines, le premier s'hybride à l'étiquette d'allongement et la seconde aux molécules *d'amplification* d'ADN, avec un second domaine lié à des enzymes donnant une couleur ou une réaction de fluorescence.

Le test avec l'ADN branché est beaucoup plus rapide que la PCR classique et il offre une sensibilité et une spécificité nettement améliorées pour détecter des séquences virales et bactériennes dans les tests de diagnostic et de dépistage.

Selon Collins [16], la plupart des demandes et des applications initiales de la biologie synthétique se rapportent à la conversion de la biomasse ou de la lumière solaire en biocarburants, mais jusqu'à présent, elles n'ont pas été menées à grande échelle. « *Il peut en coûter 54 US \$ pour 1 US \$ de valeur de carburant* ». (Mais il faut aussi voir le succès récent qui a été enregistré dans la fabrication d'éthylène à partir du CO₂ [17] [Photosynthetic Bacterium Converts CO2 into Petrochemical and O2](#), SiS 56) *.

* Version en français "Une bactérie photosynthétique convertit le CO₂ issu de la pétrochimie et génère du dioxygène O₂" par le Dr Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur le site :

<http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article286>

De quoi devrions-nous avoir peur ?

Collins est optimiste en ce qui concerne les applications médicales de la biologie synthétique, en passant de la biologie synthétique des micro-organismes dans le système des mammifères, et l'ingénierie des communautés microbiennes qui colonisent le système digestif, pour les applications thérapeutiques. Ce sont exactement certaines de ces applications qui me donnent des raisons d'être inquiète.

Bien que les systèmes microbiens puissent être modifiés très précisément, toutes les tentatives pour cibler les modifications génétiques dans les cellules eucaryotes ont jusqu'ici échoué (c'est la raison pour laquelle les modifications génétiques des plantes et des animaux sont, par nature, incontrôlables et imprévisibles), et des méthodes pour contrôler la précision de ciblage de gènes chez les cellules des mammifères sont tout juste en cours de développement en ce moment [18].

L'ingénierie des communautés microbiennes dans le système digestif fait preuve d'une insouciance grave, car ces communautés microbiennes sont intimement liées à la physiologie et à l'immunité de l'hôte humain (voir [19] [Genetically Modified Probiotics Should Be Banned](#), ISIS publication scientifique) *.

* Version en français 'OGM. Interdisons les probiotiques génétiquement modifiés'

Résumé : Les bactéries bénéfiques qui vivent dans l'intestin humain sont maintenant sujettes à des modifications génétiques considérables qui pourraient les transformer en microbes pathogènes. Le Professeur [Joe Cummins](#) et le Docteur [Mae-Wan Ho](#) réclament une interdiction de la dissémination des probiotiques génétiquement modifiés.

Source : *Ban GM Probiotics*. [Mae-Wan Ho](#) et Joe Cummins. Communiqué de presse de l'institut ISIS en date du 22/04/2005 - Traduction par Jacques Hallard ; accessible sur <http://www.i-sis.org.uk/BanGMprobioticsFR.php>

Les profits passent avant la sécurité et la sûreté

En juin 2011, l'organisation *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*, l'Agence des projets de recherches militaires avancées aux Etats-Unis, a annoncé la somme de 30 millions de dollars, débloqués pour un programme de recherche sur trois ans intitulé '*Living Foundries*' pour soutenir les chercheurs universitaires et les entreprises afin de mettre des produits sur le marché. « *Il est trop tôt pour prédire l'importance commerciale de cette jeune discipline* », a fait remarquer Collins [16], « *il est encore difficile de dire si elle va se révéler comme la prochaine industrie après celle des semi-conducteurs* ».

Pour ne pas être en reste, la Grande-Bretagne a publié un document de base intitulé '*A Synthetic Biology Roadmap for the UK*', 'Une feuille de route pour la biologie synthétique' au Royaume-Uni' en juillet 2012 [20] - qui a été commandée par le *Department for Business and Skills* et publié en son nom par le *Technology Strategy Board* - citant une estimation selon laquelle le marché de la biologie synthétique global va croître, passant de 1,6 milliards de dollars en 2011 à 10,8 milliards de dollars en 2016, et appelant à d'importants investissements publics dans la création de centres pluridisciplinaires, de réseaux de biologie synthétique et d'un « leadership du conseil » avec des sous-groupes nommés pour diriger, coordonner et superviser tout cela, et pour assurer le bon passage de la recherche vers la commercialisation. Cela ressemble à un cauchemar bureaucratique potentiel de la recherche scientifique par ceux qui ont véritablement peu ou pas du tout de compréhension de la démarche scientifique, sans parler des questions soulevées en matière de sécurité ; c'est pourquoi je me félicite personnellement d'avoir quitté le milieu des universitaires.

Bien que les mots «responsable» et «éthique» apparaissent assez souvent dans les documents, les organisations de la société civile n'ont pas du tout participé à la rédaction de ces documents : les représentants de l'industrie et des conseils de recherche, ainsi que quelques universitaires des secteurs de la biologie synthétique et des sciences sociales ont été les seuls consultés. Il n'y avait aucune mention d'une consultation publique ouverte à tous. Etre «responsable» semblait n'être rien d'autre que d'adhérer à des "directives réglementaires existantes", c'est à dire celles qui s'appliquent aux modifications génétiques pour une utilisation confinée et pour la dissémination volontaire des OGM, qui pourrait bien être assouplies à l'avenir, afin de ne pas entraver indûment la commercialisation. Et le mot «sécurité» ne figure nulle part.

Des dangers encore plus méconnus qu'avec que les Organismes Génétiquement Modifiés (OGM) 'conventionnels'

Tandis que la précision et la fiabilité accrues peuvent améliorer la sécurité des modifications génétiques, les possibilités grandement élargies de l'ingénierie pour les nouvelles constructions et organismes, multiplie également les risques de rejets et disséminations délibérés ou accidentels.

Il est maintenant possible de construire des génomes entiers de virus et de bactéries à partir des informations de séquences qui sont disponibles gratuitement sur le web. Mis à part le poliovirus synthétisé à partir de sa séquence publiée en 2002 (voir ci-dessus), le virus responsable de la pandémie de 1918-19 contre la grippe a été reconstruit de façon similaire en 2005 [21].

En 2008, le *Craig Venter Institute* a synthétisé le premier génome bactérien de *M. genitalium*, et en 2010, l'équipe a assemblé le génome de *M. mycoides* et l'ont transplanté dans une cellule de *M. capricolum* pour créer de nouvelles cellules de *M. mycoides* [22] (voir aussi [23]] [Synthetic Life? Not By a Long Shot](#), *SiS* 47) *

* Version en français "Vie synthétique ? Danger d'une percée technologique sans limitations" par le Dr. Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard : accessible <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article169&lang=fr>

La plupart des constructions génétiques et les organismes impliqués sont nouveaux *par nature*, comme les nouvelles bases pour l'ADN, et de nouveaux acides aminés destinés à être incorporés dans des protéines (voir ci-dessus), et dont on ignore tout en matière de sécurité. Dans le même temps, les questions éthiques entourant les animaux génétiquement modifiés et même les êtres humains, sont mises beaucoup plus fortement en relief. (voir [24] [Unspinning the Web of Spider-Goat](#), *SiS* 54) *

* Version en français "Méfions-nous de la toile de la 'chèvre-araignée'" par le Dr. Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article213&lang=fr>

Dans la présente série d'articles, je mets en évidence deux domaines florissants qui sont sur le point d'exploser. Le premier est l'utilisation croissante des aptamères d'acides nucléiques, des séquences courtes d'ARN ou d'ADN qui se lient à des protéines ou à de petites molécules ([25] [Aptamers for Biosensing, Diagnosis, Drug Delivery and Therapy](#), *SiS* 56) *.

* Version en français "Des aptamères pour la biodétection, le diagnostic, l'administration des médicaments et la thérapie" par le Dr Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article267&lang=fr>

Le second domaine en expansion est la modification rapide de génomes entiers pour pratiquement n'importe quelle utilisation souhaitée ([26]). Ces domaines se développent si vite que la sécurité est en danger réel d'être laissée pour compte.

Comme Ball le faisait remarquer en 2004 [3]: « *La boîte à outils de l'expansion des moyens de re-engineering sur les microbes - et même la construction de nouveaux microbes - a ouvert des possibilités extraordinaires pour les découvertes dans le secteur biomédical et dans le génie de l'environnement. Mais elle comporte aussi des dangers potentiels qui pourraient éclipser les préoccupations déjà soulevées par le génie génétique et par les nanotechnologies* ».

En Juillet 2011, le projet de la biologie synthétique au *Woodrow Wilson International Center for Scholars* à Washington DC aux Etats-Unis, a réuni un groupe de biologistes synthétiques et des écologistes pour explorer les risques possibles de l'introduction de nouveaux organismes dans l'environnement, et comment évaluer ces risques. Ces scientifiques mettent au point un programme de recherche 'éco-risque' pour aider à faire avancer les choses d'une manière productive, tout en cherchant à éviter de graves impacts écologiques.

Ils proposent quatre domaines de recherches sur les risques:

- Les différences dans la physiologie des organismes naturels et synthétiques, dans la production de substances toxiques ou d'autres métabolites dommageables ;
- Comment des micro-organismes échappés du laboratoire pourraient altérer les habitats, les filières des productions alimentaires et la biodiversité;
- La vitesse à laquelle l'organisme synthétique et son matériel génétique évoluent,
- Le risque lié au mécanisme de transfert horizontal de gènes.

Ils ont proposé un investissement (très) minimum de 20 à 30 millions de dollars sur 10 ans pour les recherches sur les risques.

Mais le groupe de scientifiques n'a pas réussi à proposer un moratoire sur tous les rejets et disséminations dans l'environnement jusqu'à ce que les molécules de synthèse et les organismes soient avérés et reconnus comme inoffensifs et sûrs.

La question est urgente, comme cela a été souligné dans un rapport sur la biologie synthétique présenté par un groupe de travail de la société civile internationale à l'Organisme subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques auprès de la Convention sur la diversité biologique [8].

Il n'existe actuellement aucun instrument juridique qui couvre la réglementation des constructions nouvelles en biologie synthétique, et aucun protocole d'évaluation des risques. Il s'agit d'une hypothèse générale dans ce domaine selon laquelle le confinement

physique des organismes synthétiques n'est pas possible en pratique, en particulier dans les systèmes de production commerciale à grande échelle.

Les catastrophes naturelles telles que les inondations et les tremblements de terre pourraient facilement conduire à des rejets et à des disséminations non intentionnelles, comme ce fut le cas dans l'épidémie de fièvre aphteuse au Royaume-Uni qui trouvait sa cause dans des cassures au niveau des conduites d'eaux usées du laboratoire Pirbright.

Les comportements des nouvelles constructions génétiques et des organismes vivants concernés sont tout simplement imprévisibles. Il est maintenant reconnu que le **transfert horizontal de gènes** est beaucoup plus vaste et généralisé qu'on ne le pensait. Un rapport publié en 2010 rapporte que les fréquences de transfert horizontal de gènes dans les océans, sont des milliers ou des centaines de millions de fois supérieures aux estimations qui avaient été faites antérieurement [27].

Il ne fait aucun doute que l'ADN génétiquement modifié peut se propager facilement par transfert horizontal de gènes avec des conséquences imprévisibles et potentiellement incontrôlables (voir [28] *).

* Version en français "Des chercheurs scientifiques découvrent une nouvelle voie par laquelle les gènes génétiquement modifiés peuvent s'échapper" par le Dr. Mae-Wan Ho. Traduction par Jacques Hallard ; accessible sur [Scientists Discover New Route for GM-gene 'Escape', SiS 50](#)

Nous devons en effet avoir peur de l'absence totale de consultation du public et de la réglementation relative à une entreprise qui peut apporter de nombreux résultats bénéfiques et utiles, allant presque jusqu'à créer la vie, mais qui peut tout aussi bien déclencher des morts partout ailleurs et des destructions dans les populations et sur la planète.

© 1999-2012 The Institute of Science in Society

[Contact the Institute of Science in Society](#)

MATERIAL ON THIS SITE MAY NOT BE REPRODUCED IN ANY FORM WITHOUT EXPLICIT PERMISSION. FOR PERMISSION, PLEASE [CONTACT ISIS](#)

Définitions et compléments

ADN branché - Extrait d'un cours de virologie - Auteur non mentionné

Méthodes de Diagnostic virologique - Hybridation avec amplification du signal

- **Principe de l'ADN branché :**

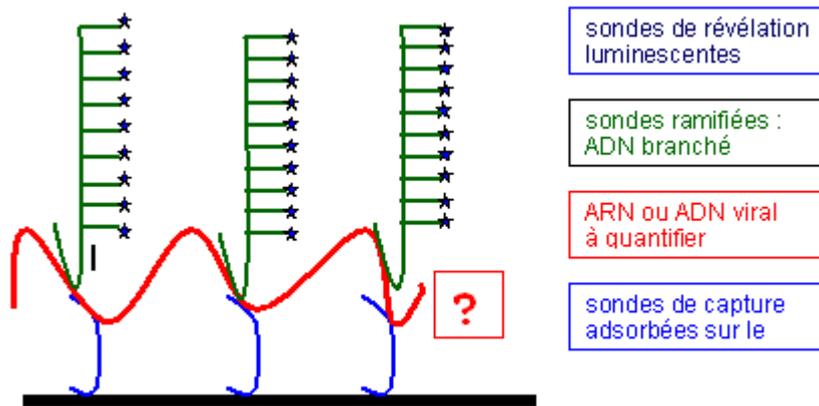
L'acide nucléique viral (prélèvement) est

- adsorbé sur un support grâce à des sondes de capture, puis
- détecté grâce à des sondes ramifiées sur lesquelles
- s'hybrident des sondes de révélation.

Des molécules luminescentes sont présentes sur les sondes de révélation; le signal luminescent est proportionnel au nombre de molécules d'acide nucléique viral adsorbées.

L'utilisation simultanée de nombreuses sondes ramifiées, complémentaires de différentes régions du génome viral cible, permet la détection de virus

génétiqumnt trs variables (HIV, HVC). Le grand nombre de molcules luminescentes en jeu permet une diminution du seuil de dttection, sans risque de contamination (il n'y a pas amplification de l'acide nuclique, contrairement à une PCR).



- Applications courantes : ARN HIV-1 , ARN HVC, ADN HVB

Source sur le site <http://www.microbe-edu.org/etudiant/methodediag.html>

Artémisinine - Article Wikipédia

L'**artémisinine** (qing hao su (青蒿素) en chinois) est la [substance active médicamenteuse](#) isolée de la plante [armoise annuelle](#) *Artemisia annua* (qing hao (青蒿) en chinois). Elle est la base principale des [médicaments antipaludiques](#) actuels.

Sommaire

- [1 Histoire](#)
- [2 Fonctionnement](#)
- [3 Traitement de la malaria](#)
- [4 Traitement de certains cancers](#)
- [5 Notes et références](#)
 - o [5.1 Notes](#)
 - o [5.2 Références](#)
- [6 Voir aussi](#)
 - o [6.1 Articles connexes](#)
 - o [6.2 Liens externes](#)

Histoire

La plante, qui appartient à la famille des [Asteraceae](#), est utilisée en médecine traditionnelle chinoise depuis plus de 2 000 ans. Sa présence figure dans une formulation datant de [168 av. J.-C.](#).

L'histoire contemporaine de l'artémisinine^{[note 1](#)} commence pendant la [guerre du Viêt Nam](#) lorsque l'armée [nord-vietnamienne](#) construit tout un réseau de souterrains. Comme ces tunnels récupéraient toute l'eau de pluie, les [anophèles](#) transporteurs du [paludisme](#) se reproduisaient dans l'eau stagnante. Le problème prit une telle ampleur, que l'armée nord-vietnamienne a perdu plus de soldats par le paludisme que par les armes. Les Nord-vietnamiens se sont alors tournés vers la [Chine](#) pour essayer de trouver une solution.

En [1967](#), des chercheurs militaires chinois se sont donc attelés à étudier les remèdes traditionnels à base de plantes pour essayer d'en trouver un d'efficace contre la variété de paludisme [endémique](#) au Vietnam. Ils ont assez rapidement trouvé l'armoise annuelle, dans une région de Chine peu touchée par cette maladie. Ils ont observé, qu'au premier symptôme de paludisme, les habitants de cette région buvaient une décoction d'*Artemisia annua*. Cette plante était utilisée dans le traitement d'une grande variété de maladies depuis plus de deux millénaires. Généralement administrée sous forme de [thé](#), elle n'avait pas d'[effet secondaire](#) visible et semblait très efficace.

L'isolement de l'artémisinine, sous la direction du professeur [Youyou Tu](#), fut réussie, en [1972](#) par un chercheur essayant d'en extraire [la \(ou les\) substance\(s\) active\(s\)](#). Il eut l'idée originale d'utiliser un [solvant](#) non aqueux ([hexane](#) ou [alcool](#) suivant les versions). Il obtint (après purifications répétées sur [gel de silice](#)) une substance huileuse jaunâtre qu'il put [cristalliser](#) en une poudre blanchâtre faiblement soluble dans l'eau mais bien dans la plupart des solvants organiques ([dichlorométhane](#), [acétone](#)) présentant une bonne stabilité thermique à température ambiante et, le plus important, capable de tuer [Plasmodium falciparum in vitro](#). Ses actions antipaludiques (découvertes par le médecin

naturaliste et pharmacologue chinois, [Li Shizhen](#)) et l'élaboration d'un procédé d'extraction simple ont rapidement suivi.

Sa structure a été confirmée en [1979](#) par des [analyses cristallographiques par rayons X](#) et en utilisant un [microscope électronique à balayage](#). C'est une [lactone sesquiterpénique](#) avec deux atomes d'[oxygène](#) liés par un pont [peroxyde](#) au-dessus d'un cycle à sept atomes de [carbone](#) (cf. le tableau à droite). Avec sept centres d'asymétrie autorisant un grand nombre de [stéréoisomères](#) c'est une chance que *Artemisia annua* n'en synthétise qu'un seul ; néanmoins, le caractère totalement asymétrique de la molécule d'artémisinine rend sa synthèse artificielle particulièrement difficile, en particulier à des coûts acceptables (d'où l'utilisation de dérivés semi-synthétiques comme l'[artésunate](#), l'[artéméther](#) et l'[artéether](#)).

Ce n'est qu'après la constatation, au début des [années 1990](#), de l'aggravation des phénomènes de résistance du parasite envers les médicaments classiques comme la [chloroquine](#) ou l'[amodiaquine](#) que les laboratoires pharmaceutiques ont commencé à s'y intéresser, et il fallut attendre [2001](#) pour que l'[Organisation mondiale de la santé](#) (OMS) déclare l'artémisinine « le plus grand espoir mondial contre le paludisme ». En [2006](#), elle recommandait toutefois d'arrêter la [monothérapie](#) afin d'éviter les risques de résistance : l'artémisinine affaiblit le parasite mais ne le tue pas systématiquement, et elle présente son efficacité maximale en association avec d'autres anti-paludéens ([ACT](#))². Malgré cela, en [mai 2009](#) deux études indépendantes ont rapporté pour la première fois une augmentation significative de la résistance à l'artémisinine de *P. falciparum* sur le terrain, au [Cambodge](#), probablement en conséquence de pratiques et de traitements incorrects, tel que cela avait été prédit en 2006 par l'OMS³.

Fonctionnement

L'artémisinine est une lactone sesquiterpénique portant un [groupe peroxyde](#) qui semble être la clé de son efficacité. Elle bloquerait une [enzyme](#) qui permet au parasite de pomper le [calcium](#) et l'empêchant ainsi de se développer.

Tandis que l'[artéméther](#), c'est-à-dire la molécule de peroxyde réduite de l'artémisinine, réagit avec le [fer](#) des [globules rouges](#) pour créer des [radicaux libres](#) qui, à leur tour, détruisent les [membranes](#) du parasite ou de certaines [cellules cancéreuses](#) et les tuent. À noter cependant que la présence de toute substance protégeant des dommages radicalaires ([antioxydant](#)) pourrait contrarier son efficacité.

Traitement de la malaria

On appelle [Artemisinin-based Combination Treatment](#) (ACT) un traitement basé sur l'utilisation de l'artémisinine administrée en association avec une autre molécule, SP (sulfadoxine-pyriméthamine), amodiaquine ou [méfloquine](#) pour augmenter son effet, mais aussi retarder l'apparition de résistances et, ainsi, mieux soigner la malaria.

Traitement de certains cancers

Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. [Votre aide](#) est la bienvenue !

Notes et références

Notes

- ↑ L'artémisinine est parfois aussi écrite, à tort, artémisine.

Références

- ↑ Masse molaire calculée d'après [Atomic weights of the elements 2007 \[archive\]](#) sur www.chem.qmul.ac.uk.
- ↑ [L'OMS demande l'arrêt immédiat de la commercialisation des comprimés antipaludiques comportant uniquement de l'artémisinine \[archive\]](#), [Organisation mondiale de la santé](#), 2006
- ↑ Dondorp AM, Nosten F, Poravuth Yi, [Artemisinin resistance in plasmodium falciparum malaria \[archive\]](#), *N Eng J Med*, 2009;361:455-467

Voir aussi

Articles connexes

- [Armoise annuelle](#)
- [Paludisme](#)

Liens externes

- (en) [Sweet Annie - Wormwood, Artemisia annua](#)
- (en) [Design and synthesis of antimalarial endoperoxides](#)
- (en) [Clinical trials of artemether-lumefantrine](#)
- (en) [Malaria, Science, and Social Responsibility: Nonprofit drug-development partnership seeks to cure the ills of developing nations](#)
- (en) [Research on the use of Artemisinin for cancer treatment](#)
- (en) [Artemisia Annua L.: the Hope Against Malaria and Cancer](#)
- (en) [Artemisinin - Researchers blend folk treatment, high tech for promising anti-cancer compound](#)
- (en) [BBC Horizon documentary about artemisinin](#)
- (en) [From Malaria to Cancer Treatment, by Robert Jay Rowen, MD Editor-in-Chief, Second Opinion](#)
- (en) [Artemisia Annua, by Memorial Sloan-Kettering Cancer Center.](#)
- (en) [Use of Artemisinin for Cancer Treatment and Bacterial Infection, Henry Lai, Ph.D., University of Washington \(streaming video, Spring 2005\)](#)

Source <http://fr.wikipedia.org/wiki/Art%C3%A9misine>

Biologie moléculaire – Extrait d'un article Wikipédia

La **biologie moléculaire** (parfois abrégée bio. mol.) est une [discipline scientifique](#) au croisement de la [génétique](#), de la [biochimie](#) et de la [physique](#), dont l'objet est la compréhension des mécanismes de fonctionnement de la [cellule](#) au niveau moléculaire. Le terme « biologie moléculaire », utilisé la première fois en 1938 par [Warren Weaver](#), désigne également l'ensemble des techniques de manipulation d'acides nucléiques ([ADN](#), [ARN](#)), appelées aussi techniques de [génie génétique](#).

La biologie moléculaire est apparue au [XX^e siècle](#), à la suite de l'élaboration des lois de la génétique, la découverte des [chromosomes](#) et l'identification de l'ADN comme support chimique de l'information génétique.

Après la découverte de la structure en double hélice de l'[ADN](#) en 1953 par [James Watson](#) (1928-), [Francis Crick](#) (1916-2004), [Maurice Wilkins](#) (1916-2004) et [Rosalind Franklin](#) (1920-1958), la biologie moléculaire a connu d'importants développements pour devenir un outil incontournable de la biologie moderne à partir des [années 1970](#).

Sommaire

- [1 Relation avec les autres sciences biologiques « à l'échelle moléculaire »](#)
- [2 Techniques de biologie moléculaire](#)
 - o [2.1 Clonage d'expressions](#)
 - o [2.2 Réaction en chaîne par polymérase](#)
 - o [2.3 Électrophorèse](#)
 - o [2.4 Southern blot](#)
 - o [2.5 Northern blot](#)
 - o [2.6 Western blot](#)
 - o [2.7 Puce à ADN](#)
 - o [2.8 Technologie abandonnée](#)
 - o [2.9 Histoire](#)
- [3 Liste de quelques biologistes moléculaires connus](#)
- [4 Notes et références](#)
- [5 Voir aussi](#)
 - o [5.1 Bibliographie](#)
 - o [5.2 Articles connexes](#)
 - o [5.3 Liens externes](#)

Relation avec les autres sciences biologiques « à l'échelle moléculaire »

🔗 Schéma à consulter à la source - Relation schématique entre la [biochimie](#) (*biochemistry*), la [génétique](#) (*genetics*) et la biologie moléculaire (*molecular biology*)

Les chercheurs en biologie moléculaire utilisent des techniques spécifiques pour la biologie moléculaire (voir plus loin *Techniques de biologie moléculaire*), mais les combinent de plus en plus avec les techniques et les idées provenant de la [génétique](#) et de la [biochimie](#). Il n'y a pas de frontière bien définie entre ces disciplines, bien qu'il y en ait eu à une certaine époque. La figure ci-contre illustre une vue possible de la relation entre les domaines :

- La [biochimie](#) est l'étude des substances chimiques et des processus vitaux qui se produisent dans les [organismes vivants](#).
- La [génétique](#) est l'étude des effets des différences génétiques entre les organismes. Souvent cela peut être déduit par l'absence d'un composant normal (par exemple un [gène](#)). L'étude des « [mutants](#) » — organismes dont il manque un ou plusieurs composants fonctionnels par rapport au soi-disant « [type naturel](#) » ou

au [phénotype](#) normal. Les interactions génétiques telles que les [épistasies](#) mettent souvent en défaut les interprétations simples de ces études par « élimination ».

- La *biologie moléculaire* est l'étude des processus de réplication, de transcription et de traduction du [matériel génétique](#). Le [dogme central de la biologie moléculaire](#) où le matériel génétique est transcrit en ARN, puis traduit en protéines, bien qu'il soit une image très simpliste et sans fondement de la biologie moléculaire, fournit encore un bon point de départ pour comprendre ce domaine. Cette image, cependant, doit être révisée à la lumière des nouveaux rôles qu'on découvre à l'[ARN](#).

L'essentiel du travail en biologie moléculaire est quantitatif, et récemment beaucoup de travaux ont été faits à l'intersection de la biologie moléculaire et de l'informatique, dans la [bio-informatique](#) et dans la [biologie calculatoire](#). Depuis les années [2000](#), l'étude de la structure et de la fonction des gènes, la [génétique moléculaire](#), fait partie des sous-domaines les plus saillants de la biologie moléculaire.

De plus en plus, de nombreux autres domaines de la biologie se concentrent sur les molécules, soit directement, en étudiant leurs interactions propres comme en [biologie cellulaire](#) et en [biologie du développement](#), soit indirectement, quand les techniques de la biologie moléculaire sont utilisées pour déduire les attributs historiques des [populations](#) ou des [espèces](#), comme dans les domaines de la biologie de l'[évolution](#) telles que la [génétique des populations](#) et la [phylogénie](#). Il y a également une longue tradition d'étude des [biomolécules](#) « à partir du bas » en [biophysique](#).

Lire l'article complet sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Biologie_mol%C3%A9culaire

Biologie synthétique – Extrait d'un article Wikipédia

La **biologie synthétique** est un domaine scientifique combinant [biologie](#) et principes d'[ingénierie](#) dans le but de concevoir et construire (« synthétiser ») de nouveaux systèmes et fonctions biologiques.

 Image à consulter à la source

Un [biofilm](#) bactérien programmable par la lumière construit par les équipes [iGEM](#) de l'UT Austin / UCSF durant la compétition de biologie synthétique Igem 2004 [\[2\]](#)

Sommaire

- [1 Objectifs](#)
- [2 Concepts](#)
- [3 Histoire](#)
 - o [3.1 Première génération : les années 1900](#)
 - o [3.2 Naissance du génie génétique : les années 1970-1980](#)
 - o [3.3 Renaissance : les années 2000](#)

- o [3.4 Le premier organisme utilisant un génome synthétique](#)
 - o [3.5 En France](#)
- [4 Méthodes](#)
- [5 Applications](#)
 - o [5.1 Mieux comprendre la biologie](#)
 - o [5.2 Ingénierie du vivant](#)
 - [5.2.1 Chimie, biochimie et néocodage du vivant](#)
 - [5.2.2 Ingénierie métabolique](#)
 - [5.2.3 Réécriture](#)
 - [5.2.4 Exemples d'applications](#)
- [6 Sécurité](#)
- [7 Technologies clés](#)
 - o [7.1 Séquençage](#)
 - o [7.2 Fabrication](#)
 - o [7.3 Modélisation](#)
 - o [7.4 Caractérisation](#)
- [8 Questions sociales et éthiques](#)
- [9 Notes et références](#)
- [10 Voir aussi](#)
 - o [10.1 Articles connexes](#)
 - o [10.2 Bibliographie](#)
 - o [10.3 Liens externes](#)
 - [10.3.1 Multimédia](#)
 - [10.3.2 Concours iGEM](#)
 - [10.3.3 Autres](#)

Objectifs

Les objectifs de la biologie synthétique sont de deux types :

1. Tester et améliorer notre compréhension des principes gouvernant la biologie (apprendre en construisant).
2. Construire de façon fiable des organismes accomplissant des fonctions biologiques complexes répondant à diverses applications (énergie, santé par exemple).

Concepts

Dans sa phase actuelle, les efforts en biologie synthétique visent à rendre le génie biologique plus simple, plus rapide, plus accessible et moins onéreux en faisant un usage extensif de principes d'ingénierie ([standardisation](#), automatisation, [conception assistée par ordinateur](#)...) ayant fait leurs preuves dans d'autres domaines plus matures tels le génie civil ou l'électronique. La biologie synthétique doit cependant affronter des défis d'ingénierie uniques au substrat biologique, tels la compréhension incomplète des principes de fonctionnement des systèmes biologiques ou l'[évolution](#).

Modifier le vivant pose aussi des questions philosophiques et éthiques nouvelles et complexes, en relançant la question de la [brevetabilité du vivant](#) ou de ses produits et plus généralement de la [propriété intellectuelle](#).

Lire l'article complet sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Biologie_synth%C3%A9tique

Furet - Extrait d'un article Wikipédia

Le **furet** (***Mustela putorius furo***) est un [mustélidé](#) exclusivement [domestique](#) du genre [mustela](#), genre qui comprend également la [belette](#), l'[hermine](#) et le [vison](#). C'est une [sous-espèce](#) de *Mustela putorius* domestiquée au cours de [1^{er} millénaire av. J.-C.](#)¹ et qui n'existe pas naturellement à l'état sauvage. Traditionnellement utilisé pour la chasse aux [rongeurs](#) près des habitations et au [lapin](#) dans les terriers, le furet est également élevé pour sa [fourrure](#) et comme [animal de laboratoire](#). Il est de nos jours essentiellement apprécié comme [animal de compagnie](#).

Il existe deux grandes variétés de furets : le **furet albinos** (absence de pigmentation) et le **furet putoisé** (pigmenté). Au début de sa [domestication](#), les furets utilisés à la chasse étaient presque exclusivement des furets [albinos](#) afin d'être facilement repérables, ainsi les descriptions anciennes du furet ne mentionnent souvent que cette variété^{2,3,4}. Le furet putoisé apparaît plus tardivement, au [XIX^e siècle](#), il est alors décrit comme étant un hybride entre un furet albinos traditionnel et un putois sauvage⁵. Désormais, depuis les années [1980](#), le furet putoisé a la faveur du consommateur grâce aux différentes couleurs et marquages possibles obtenus par mutation. Ce changement s'explique par la prédominance du furet en tant qu'[animal de compagnie](#) par rapport à son usage traditionnel. Cette période a également vu l'apparition des furets de type angora, à poils longs. Le furet est un [animal](#) exclusivement domestique qui fait ses besoins dans une [litière](#)⁶ et qui peut vivre en [liberté](#) dans une [maison](#) ou un [appartement](#) sécurisé, toutefois son caractère joueur et curieux contraint souvent ses maîtres à le placer dans un parc à furet durant leurs absences. Le furet répond à son nom et dort beaucoup ce qui en fait un [animal de compagnie](#) apprécié des personnes absentes durant la journée.

Au début du [XXI^e siècle](#), le furet se place au rang de troisième animal de compagnie le plus répandu en [Amérique du Nord](#)⁷, en [Europe](#)^{8,9} et au [Japon](#)¹⁰, juste derrière le [chien](#) et le [chat](#). Dans de nombreux pays, le furet entre dans le cadre de la législation sur les

[carnivores domestiques](#) au même titre que le [chien](#) et le [chat](#). En [Europe](#), le furet doit posséder un [passeport européen](#) pour voyager et pour cela être vacciné contre la [rage](#) et identifié¹¹. Depuis le [4 juillet 2011](#)¹², cette identification se fait obligatoirement à l'aide d'une [puce électronique \(RFID\)](#) implantée sous la [peau](#) du furet, dans la partie gauche du [cou](#) de l'animal.

Sommaire

- [1 Étymologie](#)
- [2 Description](#)
 - [2.1 Caractéristiques morphologiques](#)
 - [2.2 Régime alimentaire](#)
 - [2.3 Reproduction](#)
 - [2.4 Caractéristiques comportementales](#)
 - [2.5 Espérance de vie](#)
- [3 Histoire](#)
 - [3.1 Les origines du furet](#)
 - [3.2 La diffusion du furet hors d'Europe](#)
 - [3.3 Le furet comme animal de compagnie](#)
- [4 Les utilisations](#)
 - [4.1 Animal de chasse](#)
 - [4.2 Animal de laboratoire](#)
 - [4.3 Animal de compagnie](#)
 - [4.4 Utilisation pour la fourrure](#)
 - [4.5 Autres utilisations](#)
- [5 Les différentes variétés](#)
 - [5.1 Le furet albinos](#)
 - [5.2 Le furet putoisé zibeline](#)
 - [5.3 Les mutations du furet putoisé propres au furet d'agrément et de compagnie](#)
 - [5.3.1 Les marquages](#)
 - [5.4 Les furets de type angora](#)
 - [5.5 Les croisements entre furets et putois](#)
- [6 Aspects légaux](#)
 - [6.1 Statut juridique du furet](#)
 - [6.2 Pose d'une puce d'identification](#)
 - [6.3 Vaccination obligatoire](#)

Lire l'article complet sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Furet>

Grippe aviaire – Introduction d'un article Wikipédia



Cet article ou cette section d'un article de [zoologie](#) doit être [recyclé](#). Une réorganisation et une clarification du contenu est nécessaire. Discutez des points à améliorer en [page de discussion](#).

La **grippe aviaire** désigne les différentes formes du [virus](#) de la [grippe](#) qui infecte les oiseaux sauvages et domestiques. La maladie est également connue sous le nom de **peste aviaire**.

En 2004, une [souche H5N1](#) du virus a été médiatisée en raison de sa dangerosité et de sa transmissibilité à l'homme.

Cette affection est transmissible entre volatiles et plus rarement à des [mammifères](#) (dont le [porc](#) qui est à la fois réceptif aux virus grippaux aviaires et [humains](#)), mais elle est habituellement difficilement transmissible à l'[homme](#). Certaines espèces d'oiseaux, et en particulier certains [canards](#) sont souvent [porteurs asymptomatiques](#).

 Illustration à consulter à la source - **Influenza A** au microscope électronique (Source : Dr Erskine Palmer, Centers for Disease Control and Prevention Public Health Image Library).

Sommaire

- [1 Grippe aviaire de type A \(H5N1\)](#)
- [2 Classement du virus](#)
- [3 Transmission du virus](#)
 - o [3.1 Transmission à la faune sauvage](#)
 - o [3.2 Transmission de la grippe aviaire à l'homme](#)
 - o [3.3 Transmission entre animaux](#)
- [4 Lutte contre la maladie](#)
 - o [4.1 Facteurs de risques](#)
 - o [4.2 Facteur d'émergence](#)
 - o [4.3 Position de l'OMS](#)
 - o [4.4 Moyens de protection](#)
 - o [4.5 Vaccins et traitements](#)
- [5 Conséquences de la panzootie](#)
 - o [5.1 Coût de la pandémie](#)
 - [5.1.1 Quelques dates et chiffres indicatifs](#)
 - o [5.2 Scénario possibles](#)
- [6 Mobilisation face à la pandémie](#)
 - o [6.1 Estimation de la future pandémie](#)
 - o [6.2 Mesures préventives contre la pandémie](#)
 - [6.2.1 Recommandations des organismes internationaux](#)
 - [6.2.2 Décisions européennes](#)
 - [6.2.3 France](#)
- [7 Autres articles sur le sujet](#)
- [8 Notes et références](#)
- [9 Voir aussi](#)
 - o [9.1 Articles connexes](#)
 - o [9.2](#)
 - o [9.3 Liens externes](#)

Lire l'article complet sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Grippe_aviaire

Grippe porcine – Extrait d'un article Wikipédia

 Ne doit pas être confondu avec la [grippe A \(H1N1\) de 2009](#), initialement appelée « grippe porcine ».

Une **grippe porcine** est une [maladie respiratoire](#) provoquée par un [virus grippal](#) infectant les cochons. Courante chez les [porcs](#), avec une estimation de 25 % des animaux atteints à l'échelle mondiale, son [taux de morbidité](#) est élevé mais son [taux de mortalité](#) est faible^{1,2}. La maladie qui se caractérise par un pic de fièvre, de la toux, la perte d'appétit et une respiration difficile guérit spontanément en 7 à 10 jours .Les formes asymptomatiques ne sont pas rares. Du fait et du faible impact sur la prise de poids finale des animaux et de la non-contagiosité de la viande d'animaux infectés, les éleveurs sont peu enclins à une surveillance de cette maladie, qui n'est d'ailleurs sujette à aucune déclaration obligatoire³. Le virus est transmis par contact direct et indirect et par [aérosols](#), par des animaux malades ou porteurs asymptomatiques. On ne retrouve pas de saisonnalité marquée contrairement à ce qui s'observe pour la grippe humaine en zone tempérée⁴. Des [vaccinations](#) systématiques sont effectuées sur les populations de porcs dans de nombreux pays.

Les virus grippaux porcins les plus fréquents appartiennent au sous-type [H1N1](#) mais d'autres sous-types existent et les porcs peuvent être co-infectés par plusieurs types de virus en même temps, ce qui peut engendrer un virus [recombiné](#) résultant du mélange de différents sous-types. Ces virus n'infectent normalement que les porcs mais ils peuvent parfois passer la barrière de l'espèce et provoquer la maladie chez l'homme, généralement chez des personnes en contact étroit avec les porcs. Quelques cas de transmissions interhumaines ont également été rapportés. En [1976](#), elle causa la mort d'une personne aux [États-Unis](#)⁵. En 2009, les souches de grippe porcine connues comprennent des virus d'[influenza C](#) et des [virus de type A](#), notamment certains appartenant aux sous-types [H1N1](#), [H1N2](#), [H3N1](#), [H3N2](#) et [H2N3](#).

 Photo à voir à la source - Les virus de la grippe peuvent migrer des cochons aux hommes et aux oiseaux.

Sommaire

- [1 Historique d'une découverte](#)
 - [1.1 Épidémies](#)
- [2 Une maladie du porc](#)
 - [2.1 Étiologie](#)
 - [2.2 Tableau clinique](#)
 - [2.3 Diagnostic expérimental](#)
 - [2.4 Traitements](#)
 - [2.5 Épidémiologie](#)
- [3 Transmission à l'homme](#)
- [4 Impact économique](#)
- [5 Notes et références](#)
- [6 Voir aussi](#)
 - [6.1 Articles connexes](#)
 - [6.2 Liens externes](#)

Historique d'une découverte

C'est seulement après, et dans la foulée de, la pandémie humaine de grippe de 1918 que la grippe a été pour la première fois observée chez les porcs . J.S. Koen, un vétérinaire de l'Iowa, publia⁶ses observations en 1919 aux États-Unis. D'autres observateurs, moins cités, relevèrent également des faits semblables en Hongrie⁷mais aussi en Chine⁸). J.S. Koen suggérait déjà que l'étiologie de la grippe humaine et de la grippe porcine étaient commune ce qui lui valut l'opposition d'un professeur de médecine vétérinaire Charles Murray en 1921. En 1922 Dorset et allii décrivent à leur tour cette maladie ; d'accords avec Murray pour écarter l'identité de la grippe humaine et de la grippe des porcs, ils proposent l'appellation de "*hog flu*" en lieu et place de "*swine flu*"⁹ . MacBryde décrit à son tour la maladie en 1927¹⁰ en remarquant une saisonnalité marquée en Iowa .La grippe porcine qui avait suscité la crainte des éleveurs à son apparition aux États-Unis était considérée comme une maladie bénigne qui ne nécessitait pas le recours au vétérinaire .La faible mortalité était d'ailleurs alors un critère diagnostique a-posteriori permettant de distinguer une infection par grippe de celle consécutive à la [peste porcine](#) très mortifère¹¹.

C'est Richard E. Shope qui isole le virus de la grippe du porc en 1930, soit trois ans avant que Smith n'isole celui de la grippe humaine, en s'inspirant d'ailleurs des méthodes de Shope .Avec son mentor Paul Lewis, Shope, qui prouva expérimentalement la contagiosité de la maladie¹², avait d'abord cru à une origine bactérienne de la maladie conformément à la théorie alors en cours concernant la grippe humaine. De même que le

bacille de Pfeiffer était à l'époque considéré comme l'agent étiologique de la grippe humaine, Shope et Lewis considèrent un temps *B. influenzae suis* comme étant à l'origine de la grippe porcine ; ils durent abandonner cette hypothèse suite à des expériences qui l'infirmèrent¹³. Shope expérimenta donc avec du mucus filtré. Suivant qu'il injectait à des animaux sains des matières infectées ayant été filtrées ou non il induisait une maladie légère - appelée parfois ultérieurement "*filtrate disease*" - ou sévère : pour Shope, le virus seul de la grippe porcine ne déclenche qu'une infection légère; c'est son association avec l'"*haemophilus influenzae suis*" qui engendre des infections sévères¹⁴. Dans les années qui suivent, frappé par le caractère alors fortement saisonnier des épidémies de grippe porcine, et ne disposant pas encore de la connaissance d'autres réservoirs animaux du virus- ce n'est que dans les années 1950 que la "peste aviaire" sera identifiée à une grippe - Shope imagine un cycle infectieux impliquant des vers. Écartée notamment suite à la découverte de la grippe aviaire, cette hypothèse demeura peu explorée^{15,11}.

Durant 60 ans, les gripes porcines ont été presque exclusivement des souches H1N1. Puis, entre 1997 et 2002, de nouvelles souches de trois sous-types différents et cinq génotypes se sont révélés être à l'origine de la grippe chez le porc en Amérique du Nord. En 1997-1998, les souches H3N2 apparurent. Ces souches, qui comprennent des gènes dérivés de [réassortiment](#) avec les souches humaine, porcine et aviaire, sont devenues une cause majeure de la grippe porcine en Amérique du Nord. Des réassortiments entre H1N1 et H3N2 ont produit le H1N2. En 1999 au Canada, une souche du H4N6 a franchi la barrière des espèces d'oiseaux pour les porcs, mais a été contenue sur une seule ferme...

Article complet sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Grippe_porcine

Tic-tac-toe (jeu) - Introduction d'un article de Wikipédia

Le **Tic-tac-toe** [parfois désigné par 'Jeu de Morpion'] est un [jeu](#) de réflexion se pratiquant à deux joueurs au tour par tour et dont le but est de créer le premier un alignement. Le jeu se joue généralement avec [papier et crayon](#).

Sommaire

- [1 Jeu sur grille de 3x3](#)
- [2 Cinéma et télévision](#)
- [3 Liens internes](#)
- [4 Variante](#)
- [5 Liens externes](#)

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Tic-tac-toe_%28jeu%29

Transfert horizontal de gènes - Extrait d'un article de Wikipédia

Le **transfert horizontal de gènes** (aussi appelé **transfert latéral de gènes**) est un processus dans lequel un organisme intègre du [matériel génétique](#) provenant d'un autre organisme sans en être le descendant. Par opposition, le transfert vertical se produit lorsque l'organisme reçoit du matériel génétique à partir de son ancêtre. La plupart des

recherches en matière de génétique ont mis l'accent sur le transfert vertical, mais les recherches récentes montrent que le transfert horizontal de gènes est un phénomène significatif. Une grande partie du [génie génétique](#) consiste à effectuer un transfert horizontal artificiel de gènes.

Sommaire

- [1 Historique](#)
- [2 Archées](#)
- [3 Bactéries](#)
- [4 Eucaryotes](#)
- [5 Virus](#)
- [6 Rôle dans l'évolution et son étude](#)
- [7 Application pratique des transferts de gènes horizontaux](#)
- [8 Notes et références](#)

📄 Schéma à consulter à la source - [Arbre phylogénétique](#) à trois domaines montrant les possibles transferts horizontaux

Historique

Le transfert horizontal de gènes a été décrit pour la première fois en 1959 dans une publication japonaise démontrant l'existence du transfert de la résistance aux antibiotiques entre différentes espèces de bactéries^{1,2}. Cependant cette recherche a été ignorée en Occident pendant une dizaine d'années. Michael Syvanen a été parmi les premiers biologistes occidentaux à étudier la fréquence des transferts horizontaux de gènes. Syvanen a publié une série d'articles sur le transfert horizontal de gènes à partir de 1984³, prédisant que le transfert horizontal de gènes existe, qu'il a une importance biologique réelle, et que c'est un processus qui a façonné l'histoire de l'évolution dès le début de la vie sur Terre.

Comme Jain, Rivera et Lake (1999) l'ont dit : « De plus en plus, les études sur les gènes et les génomes, indiquent que de nombreux transferts horizontaux ont eu lieu entre les procaryotes. »⁴ (voir aussi Lake et Rivera, 2007⁵). Le phénomène semble avoir eu une certaine importance pour les eucaryotes unicellulaires également. Comme Baptiste *et al.* (2005) l'observent, « de nouveaux éléments donnent à penser que le transfert de gènes peut également être un important mécanisme d'évolution chez les [protistes](#) »⁶.

Il existe des preuves que les plantes supérieures et les animaux ont également acquis des gènes par transferts horizontaux. Toutefois, Richardson et Palmer (2007) indiquent : « Le transfert horizontal de gènes a joué un rôle majeur dans l'évolution bactérienne et est assez courante dans certains eucaryotes unicellulaires. Toutefois, la prévalence et son importance dans l'évolution des eucaryotes pluricellulaires demeurent obscures. »⁷

En raison de l'augmentation d'éléments de preuve suggérant l'importance de ces phénomènes dans l'évolution, des biologistes moléculaires, tels que Peter Gogarten ont décrit le transfert horizontal de gènes comme « Un nouveau paradigme pour la biologie »⁸.

Article complet à découvrir sur le site

http://fr.wikipedia.org/wiki/Transfert_horizontal_de_g%C3%A8nes

Des gènes peuvent passer d'une plante à une autre. Par Bruno Scala, [Futura-Sciences](#) - Le 23 février 2012 à 11h28

Des [espèces](#) de plantes éloignées génétiquement qui s'échangent des [gènes](#), on appelle cela un **transfert horizontal** et ce phénomène vient d'être mis en évidence chez des graminées. Comme l'explique à Futura-Sciences **Guillaume Besnard**, coauteur de l'étude, des espèces du genre *Alloteropsis* ont reçu des gènes conférant une forme de [photosynthèse](#) adaptée à leur milieu. Une sorte de **raccourci évolutif qui pourrait alimenter les craintes devant les [OGM](#)**.

Chez les [eucaryotes](#) dits supérieurs, les gènes se transmettent à la descendance principalement via la reproduction sexuée. On parle de [transfert vertical](#) des gènes. Une équipe de chercheurs vient pourtant de mettre en évidence un transfert horizontal entre des espèces de plantes non [parasites](#) dont le lien de parenté est très éloigné.

« Nous avons montré qu'il y avait eu un transfert latéral chez *Alloteropsis*, un genre de graminées » résume [Guillaume Besnard](#), chercheur au [CNRS-université Paul Sabatier](#) de Toulouse, qui a participé aux travaux publiés dans [Current Biology](#). Il ne s'agit pas d'un phénomène insignifiant puisqu'il « concerne l'évolution d'un caractère adaptif très important, à savoir la photosynthèse C4 ».

La photosynthèse C4 pour s'adapter aux milieux chauds

La [photosynthèse](#) C4, qui se différencie notamment de la C3 - utilisée par la grande majorité des plantes -, est une adaptation à des milieux chauds : « elle permet de limiter la photorespiration, en particulier dans les milieux tropicaux » explique le biologiste. Or l'acquisition de ce caractère C4 nécessite le recrutement et l'optimisation de nombreux [gènes](#), qui sont détournés de leur fonction initiale. C'est en particulier le cas de ceux qui codent pour les [protéines](#) PEPC et PCK C4.



Schéma à consulter à la source - Arbre [phylogénétique](#), étallonné dans le temps (Ma pour millions d'années) du genre *Alloteropsis* (en gris) et des autres groupes impliqués dans le transfert de gène (les zones grisées, dans l'arbre, correspondent aux intervalles de confiance). Les flèches indiquent les transferts de gènes. © Christin *et al.* 2012, *Current Biology* - adaptation Futura-Sciences

Ce sont justement eux qui ont été transférés au genre *Alloteropsis*. Selon Guillaume Besnard, cette « *aubaine* » a permis à *Alloteropsis* d'acquiescer la fonction C4 bien plus rapidement que s'il avait fallu que la [sélection naturelle](#) se charge du recrutement et de l'optimisation de ces gènes (il n'est d'ailleurs pas garanti qu'elle y serait parvenue).

Plus de similarité génétique avec les espèces éloignées

Le transfert horizontal est un phénomène déjà connu. Il n'est pas rare chez les bactéries et les champignons mais apporté par les relations hôte-parasite où les contacts entre cellules sont fréquents. La transgénèse est aussi une forme – artificielle – de ce phénomène. « *La nouveauté vient surtout du fait qu'il s'agit d'un transfert de plante à plante qui ne sont pas parasites.* » En outre les séquences concernées font partie du génome nucléaire.

Comment les chercheurs savent-ils qu'il s'agit bien d'un transfert horizontal ? Ils ont reconstitué l'histoire évolutive d'environ 3.300 gènes au sein de la lignée d'*Alloteropsis* (où l'on trouve des individus C4 et C3) et d'autres graminées. Or PEPC et PCK chez les *Alloteropsis* C4 étaient bien plus proches de ceux d'espèces éloignées C4 que de ceux des *Alloteropsis* C3. Ils ont pu établir que ces transferts avaient eu lieu à plusieurs reprises (au moins quatre fois) à partir de différentes espèces. Leurs analyses montrent en plus que seuls PEPC et PCK semblent avoir été transmis.

Transfert horizontal de gènes d'OGM ?

Le mécanisme n'est en revanche pas encore bien compris : « *nous n'avons encore que des hypothèses à ce sujet*, indique prudemment Guillaume Besnard. *Il s'agit peut-être de croisements partiels* ». En effet, il a déjà été montré que du pollen de graminées appliqué sur les stigmates d'une autre très divergente peut germer et induire le développement de l'embryon. Des fragments du génome portés par le pollen peuvent ainsi être communiqués à la descendance. Les individus résultant de tels croisements sont en général peu viables. Toutefois, si les gènes transmis sont fortement favorisés par la sélection naturelle, ils ont des chances d'être intégrés.

Quoi qu'il en soit, l'étude devrait donner de l'eau au moulin des anti-OGM qui redoutent le transfert de gènes d'OGM vers des plantes non-OGM. « *On pourrait très bien imaginer qu'un tel événement puisse se passer sur des transgènes de résistance à des herbicides*, explique Guillaume Besnard. *Un échange entre un colza transgénique et une mauvaise herbe pourrait permettre d'acquérir rapidement la résistance à un herbicide.* » Il est probable qu'une telle situation soit extrêmement rare mais il suffirait d'une seule fois pour que le gène soit transmis...

© 2001-2012 Futura-Sciences, Source http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/botanique-1/d/des-genes-peuvent-passer-dune-plante-a-une-autre_36894/

Traduction, définitions et compléments :

Jacques Hallard, Ing. CNAM, consultant indépendant.

Relecture et corrections : Christiane Hallard-Lauffenburger, professeur des écoles

Adresse : 585 19 Chemin du Malpas 13940 Mollégès France

Courriel : jacques.hallard921@orange.fr

Fichier : ISIS Biologie **Synthetic Biology Should We Be Afraid ?** French version.4 allégée.
