

# Les chemins buissonniers de la biologie : *L'École de l'ADN*

Marie-Pierre Chevron, Samuel Cordier et Jean-Christophe Lallement \*

*Fondée en 1998, l'École de l'ADN est intégrée au musée d'Histoire naturelle de Nîmes. Comment sa démarche expérimentale se situe-t-elle par rapport aux autres projets de ce type ? Quels sont les apports que peuvent en retirer les apprenants ?*

---

\* Marie-Pierre Chevron, Directeur recherche et développement, École de l'ADN, muséum de Nîmes  
19 Grand rue  
BP 81295  
30015 Nîmes cedex 1  
téléphone + 33 4 66 21 66 79  
télécopieur + 33 4 66 67 82 29  
mchevron@ecole-adn.fr.

Samuel Cordier, Doctorant en muséologie, musée d'Histoire naturelle, muséum de Nîmes

13 boulevard A. Courbet  
30033 Nîmes cedex 9  
téléphone + 33 4 66 76 39 14  
télécopieur + 33 4 66 76 73 46  
samuel.cordier@mageos.com

Jean-Christophe Lallement, Directeur général, École de l'ADN, muséum de Nîmes  
19 Grand rue  
BP 81295  
30015 Nîmes cedex 1  
téléphone/télécopieur + 33 4 66 67 82 29  
jclalle@ecole-adn.fr

Prendre les OGM comme point de départ d'une rencontre amoureuse aurait pu paraître difficile, il y a encore un an. C'est pourtant le début de *Mademoiselle*, un film de Philippe Lioret, sorti en salle en mars 2001... Une conversation s'engage sur la nature du saumon qui recouvre des petits-fours. S'agit-il d'un saumon transgénique comme le laisse à penser un article scientifique récent ou s'agit-il plutôt d'un saumon norvégien de rivière fumé au feu de bois à Oslo, comme le garantit le traiteur ? De ce débat sur les OGM (Organismes Génétiquement Modifiés), qui s'engage dans un grand hôtel d'Annecy, va naître une belle histoire d'amour... Ce thème permet de placer d'emblée le film dans l'air du temps : l'homme, une espèce biologique parmi tant d'autres, peut modifier le code de la vie. Les techniques récentes du génie génétique permettent de prélever un ou plusieurs gènes de n'importe quel organisme vivant (virus, bactérie, végétal, animal) pour l'insérer dans le patrimoine génétique d'un autre organisme.

À la différence des techniques antérieures d'amélioration des espèces, la transgénèse permet de franchir, de façon beaucoup moins empirique, les barrières entre les espèces, voire entre les règnes. Un phénomène sans précédent dans le monde vivant démarre sous nos yeux. Manipuler les organismes a toujours relevé du « satanique », de la mythologie, de l'acte du démiurge ou du savant fou... Désormais, c'est devenu possible et quasiment à la portée de l'étudiant de biologie. C'est

pour toutes ces raisons que le sujet fait peur et que les débats font rage. Et parce qu'il s'agit de la « manipulation » du patrimoine génétique du monde vivant, les risques doivent être évalués avec soin, et de grandes précautions doivent être prises, tant sur le plan de l'éthique, que sur celui des conséquences pour l'environnement, la santé, les relations économiques et sociales.

L'École de l'ADN a pour objectif de démythifier les sciences du vivant afin de dissiper tant les craintes injustifiées que les vaines espérances et d'engager le débat sur les nouvelles techniques du génome. Très librement inspirée des *DNA learning center* américains, elle est une première du genre en France et son audience ne cesse d'augmenter. Cette école se place-t-elle en rupture par rapport aux autres tentatives de médiation par l'expérience en milieu muséal ? Ou au contraire, sa création s'inscrit-elle dans la continuité d'autres organismes qui basent la diffusion de la culture scientifique sur l'expérience ?

L'objet manipulé par les participants, l'ADN (*Acide DésoxyriboNucléique*), un des éléments de base du vivant, est invisible à l'œil nu et les enseignants de l'École de l'ADN sont issus du monde de la recherche. La particularité de l'école réside-t-elle dans la fameuse « expérience » proposée (manipulation), ou dans le débat citoyen qui s'engage ensuite ?

Le rapport du thème, l'ADN, avec l'actualité, n'est sans doute pas, lui aussi, étranger au succès de l'école, mais l'ob-



Photo : Manuel Cordier

Une diffusion de la culture scientifique basée sur l'expérience (tournage de l'émission de France 5 *Va savoir*)

## Qu'est-ce que l'ADN ?

Une des caractéristiques du vivant est son incroyable diversité. En effet, les plantes ou végétaux supérieurs comptent au moins 270 000 espèces. Le règne animal quant à lui compte environ 1 386 000 espèces connues. L'homme, espèce animale parmi tant d'autres, compte environ 7 milliards d'individus sur terre... individus tous différents. Une tomate, une laitue ou une bactérie sont toutes aussi vivantes qu'un homme, un oiseau ou un embryon. Malgré la variété extraordinaire des formes que peut prendre la vie, celle-ci s'organise à partir d'un élément de base : la cellule, le matériau de construction du vivant. À l'intérieur de chaque cellule se trouve l'ADN (pour Acide DésoxyriboNucléique). C'est cette longue molécule d'ADN qui contient les plans d'organisation de chaque organisme vivant. Cette molécule, que l'on pourrait comparer à une bande magnétique, est formée de l'assemblage de maillons élémentaires que sont les nucléotides. Un nucléotide est formé de l'association d'un radical phosphate, d'un sucre et d'une base azotée. Chez tous les êtres vivants, les acides nucléiques (ADN et ARN) ne contiennent que quatre bases azotées : l'Adénine (A), la Thymine (T), la Cytosine (C), et la Guanine (G). Dans l'ARN, la Thymine est remplacée par l'Uracile (U). Quelle que soit son origine, l'ADN, l'ensemble du patrimoine génétique d'un être vivant ne s'écrit qu'avec quatre lettres. C'est la combinaison de ces quatre lettres qui définit le code génétique. Ces séquences caractérisent, et ce de manière unique, chaque être vivant. On parle de séquence nucléotidique. L'ADN humain contient environ 3 milliards de ces nucléotides.

jectif de l'école n'est pas dans le spectaculaire ou le sensationnel : la démarche se borne simplement à donner au plus grand nombre un bagage de connaissances pour mieux appréhender ce qu'est le monde vivant, quelles en sont ses caractéristiques ? Qu'est ce que l'ADN ? Par quelles techniques peut-on le modifier et quels en sont les enjeux ?

### L'École de l'ADN, la cuisine-média <sup>(1)</sup>

#### Un espace citoyen d'éducation et de culture dédié à la génétique

Fondée à la fin de l'année 1998, l'École de l'ADN est un centre de formation sur les avancées de la biologie moléculaire et de la génétique. Sa mission principale consiste en la conception, la réalisation et la présentation d'ateliers scientifiques de haut niveau technologique à l'adresse de différents publics. Sa spécificité et sa force essentielle résident dans son savoir-faire : une de ses priorités consiste à rendre accessible l'ensemble des ateliers, du plus simple au plus complexe, à tous les publics grâce à la capacité de son équipe enseignante à délivrer un message scientifique adapté à chacun, quel que soit son niveau, son bagage et son exigence.

Ce centre dispense un enseignement pratique et/ou théorique des méthodes utilisées en biologie moléculaire et en

génétique. Cet enseignement est destiné aux élèves et enseignants du primaire et du secondaire. Il s'adresse aussi, sous des formes plus élaborées, aux étudiants et enseignants chercheurs des premiers et seconds cycles universitaires, à la demande des universités, pour des formations continues ou des enseignements spécifiques.

De plus, il organise des stages de formation payants spécialement adaptés aux exigences de professionnels concernés par le génie génétique. Par exemple, des juristes en droit pénal qui souhaiteraient se former sur les empreintes génétiques se voient proposer de réaliser un test d'identification humaine sur leur propre ADN. Acteurs de l'expérimentation, ils peuvent ainsi se familiariser avec les techniques et les méthodes appliquées à ce type de test. Les paramètres critiques sont abordés afin que les stagiaires puissent se familiariser avec les limites et les contraintes de ces méthodes. L'essentiel du message pédagogique porte sur l'interprétation des résultats et ses conséquences sur le jugement du pénaliste quant à l'identification d'un criminel par empreinte génétique, le cas des tests de paternité ou des questionnaires de santé dans le domaine des assurances complémentaires relevant du civil. Il est possible de faire intervenir un médecin légiste et/ou un juriste spécialisé en la matière pour compléter la

formation dans les domaines juridique et médico-légal. Ce type de formation peut être réalisé en une journée voire une journée et demie.

À l'égard du citoyen, l'École de l'ADN garantit un service d'information, mais aussi de diffusion et de rayonnement de la culture scientifique et technique en matière de biologie moléculaire, de génétique et des applications qui en découlent. Dans ce cadre, et en sus des ateliers scientifiques, l'École de l'ADN prépare et coordonne la conduite de conférences, débats, séminaires ou soirées thématiques destinées à un large public, comme dernièrement à l'occasion du 5<sup>e</sup> Carrefour des Biotechnologies à Nîmes. Par ailleurs, l'École de l'ADN présente ses ateliers scientifiques sous forme itinérante dans les établissements du secondaire, les universités, les musées, les centres de culture scientifique et technique, etc. Toujours dans le cadre de sa mission d'éducation, de formation et d'information, l'École de l'ADN conçoit et édite des documents (vidéos, bandes sonores, programmes enregistrés, animations, cédéroms, livres, revues, etc.) sur tout type de support, numérique ou non.

Au départ, l'École de l'ADN embauchait une personne qui assurait les ateliers et une partie de l'administration. Depuis elle s'est enrichie d'une responsable scientifique, d'une administratrice, et de deux enseignants. De manière pon-



Photo : © A. Filippi

tuelle, l'école fait appel à d'autres amateurs de l'Université de Montpellier. Les intervenants sont directement issus de laboratoires de recherche, c'est une spécificité de l'école.

#### **Les cuisines d'un hôtel : le muséum de Nîmes**

Symboliquement, l'École de l'ADN est installée dans les murs du musée d'Histoire naturelle de Nîmes. Fondé par une société savante locale dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, celui-ci a ouvert ses portes en 1892 dans un bâtiment du XVII<sup>e</sup> siècle, un ancien collège de Jésuites, situé dans le centre historique de Nîmes. Le musée d'Histoire naturelle, le Planétarium et l'École de l'ADN sont aujourd'hui les trois composantes du muséum de Nîmes.

Ce musée conserve des milliers d'objets regroupés en collections qui se rapportent, dans une large majorité, à l'Histoire naturelle. Les spécimens conservés au musée sont documentés et une large part porte l'information potentielle d'une carte d'identité génétique. Tous deux lieux d'éducation populaire, l'École de l'ADN et le musée d'Histoire naturelle se complètent parfaitement en proposant des ateliers qui vont de la molécule de base du vivant jusqu'à l'écosystème.

#### **Des ateliers à la carte**

Dans un premier temps, l'École de l'ADN s'est consacrée à un public de jeunes de l'enseignement secondaire ou supérieur en proposant quatre ateliers. Devant son

### **Les ateliers proposés par l'École de l'ADN**

1. Le monde vivant : unité, diversité
2. Voyage au centre de la cellule
3. L'ADN, lien commun entre les organismes vivants
4. L'ADN, support de l'information génétique
5. Les outils du génie génétique (I) : l'ADN au scalpel
6. Les outils du génie génétique (II) : les bactéries au service de l'homme « Fabriquez votre OGM dans votre cuisine »
7. Les outils du génie génétique (III) : OGM, comment les reconnaître
8. Les outils du génie génétique (IV) : produire des molécules ; le clonage moléculaire
9. L'ADN comme base d'un « cluedo » moléculaire
10. De la mutation génétique à la pathologie
11. Un génome commun, des individus différents (I) : la structure du génome
12. Un génome commun, des individus différents (II) : les empreintes génétiques
13. L'anagramme moléculaire : la recombinaison dirigée
14. Séquençage de l'ADN

succès, elle a rapidement élargi sa gamme d'ateliers pour accueillir de nouveaux publics. *Les ateliers citoyens*, ouverts à tous, se déroulent le samedi et depuis peu des ateliers sont proposés aux élèves du primaire. Parallèlement à sa fonction d'information, l'école assure une mission de formation professionnelle et continue et organise des débats sur des thèmes comme la bioéthique ou les aliments transgéniques.

Dans tous les cas, l'École de l'ADN s'engage à diffuser le savoir dans un souci scrupuleux d'objectivité. À cette fin, notamment pour ce qui concerne les applications des biotechnologies et leur impact sur la vie économique et sociale, la culture citoyenne et les représentations mentales, l'École de l'ADN se doit de respecter le principe de pluralisme et de présenter les progrès scientifiques sous un angle critique en essayant d'exposer ou de favoriser l'expression d'arguments contradictoires. Aussi, l'école s'impose des règles de déontologie et d'éthique. Dans le cadre de ses actions de formation, d'information et d'enseignement, elle s'engage à bannir les thèses sectaires, favorables à l'eugénisme, ou cédant à des partis pris corporatistes ou confessionnels, voire à des intérêts privés.

Une séance de l'École de l'ADN se divise en deux parties. D'emblée l'apprenant est confronté à l'expérience qu'il va devoir réaliser. L'introduction donnée au préalable est brève, elle précise le but de la manipulation, présente le matériel et les solutions chimiques

utilisées. Le protocole à suivre est inscrit au tableau. La deuxième partie de l'atelier est réservée à un débat citoyen.

Les ateliers découverte, à l'adresse des plus jeunes, comme *Unité et Diversité du monde vivant* ou *La molécule d'ADN : le lien commun des organismes vivants* ou *l'ADN, support de l'information génétique*, durent entre quarante cinq minutes et deux heures. Les ateliers faisant appel aux techniques d'empreintes génomiques (identification humaine, recherche de paternité, criminologie, détection de mutations...), les expériences de séquençage, de voyage à l'intérieur de la cellule, d'anagramme moléculaire ou de transformation de bactéries durent environ entre une demi-journée et deux jours. L'atelier le plus long proposé au public a une durée de douze heures : au cours de cet atelier, les participants travaillent sur leur propre ADN, afin de mettre en évidence des différences au niveau génétique entre les individus présents, puis le séquencent.

Par ailleurs, l'École de l'ADN dispense également des ateliers à façon au cours desquels elle essaie de répondre à la demande spécifique, en adaptant ses ateliers à un débat, une question ou un public particulier. L'effectif d'un groupe reçu à l'École de l'ADN de Nîmes n'exède jamais dix-huit à vingt personnes.

### **Les spécialités maison**

#### **Un enseignement spécifique**

Comment peut-on situer une structure telle que l'École de l'ADN par rapport



Photo : © B. Comte

**Ensemencement en bactéries génétiquement modifiées en boîtes de culture**

au monde de la recherche et au public ? Nous allons voir que cette école marginale, originale, et même expérimentale (!), s'inscrit aisément dans l'histoire des établissements voués à la culture scientifique tout en ayant sa spécificité.

### **Un jardin, un Palais et la banlieue de Washington**

Nous allons nous référer au Jardin royal des plantes médicinales des origines, au Palais de la Découverte et au musée intermédiaire d'Anacostia. Nous dégagerons ainsi trois caractéristiques : un enseignement ouvert à tous, un apprentissage basé sur l'expérience et une volonté d'ouvrir un débat citoyen. Symboliquement, l'École de l'ADN est logée dans un musée. Nous commencerons donc notre histoire en mai 1635 lorsqu'un édit royal constitue l'acte de naissance de l'ancêtre du Muséum national : le Jardin royal des plantes médicinales. Quand celui-ci ouvre ses portes, il propose des cours gratuits et ouverts à tous. Cet enseignement est assuré par des démonstrateurs, il est professé non en latin comme partout ailleurs, mais en français. En adoptant un ton résolument concret, les démonstrations du Jardin des plantes médicinales vont connaître un succès immédiat. Elles s'adressent autant aux curieux qu'à un public de spécialistes, les futurs médecins et les apothicaires.

Le Palais de la Découverte est inauguré avec l'Exposition internationale de 1937. Par rapport aux musées qui proposent des expositions chronologiques

d'objets savamment répertoriés, la rupture est nette : l'objectif est de présenter la « science en train de se faire » à un public tout venant. Comme le souligne une étude récente, « *il s'agit de populariser les avancées d'une recherche scientifique basée sur l'expérience* » (Eidelman, Van Praët, 2000). Le public regarde des expériences réalisées devant lui et il est invité à en réaliser lui-même par l'intermédiaire de dispositifs. Ce procédé, déjà expérimenté au Museum of Science and Technology de Chicago en 1933 (Eidelman, 1992), va attirer un public nombreux et sera ensuite développé à l'Exploratorium de San Francisco.

Le musée intermédiaire d'Anacostia souhaite d'abord répondre aux préoccupations quotidiennes de ses visiteurs. Quand l'idée d'un musée est née en 1967 dans cette ville de la banlieue de Washington, un comité provisoire a été fondé, « *impliquant tous les étages de la communauté d'Anacostia : groupes civiques, groupes de jeunes, associations de locataires, conseils scolaires, corps policier, clergé et autres* » (Kinrad, 1992). En montant une exposition sur les rats, peu après sa création, il a souhaité aborder un problème environnemental auquel étaient confrontés les habitants d'Anacostia et plus particulièrement les adolescents, « *qui ont une expérience de première main avec les rats* » (Kinrad, 1971). Le musée a tenté de répondre aux questionnements sur les maladies portées par les rats ou sur les bénéfices éventuels apportés par ces

rongeurs, « *à mesure que la population locale discute, le musée devient une oreille attentive* » (Kinrad, 1971). Le contexte social d'Anacostia dans les années 1960 n'est pas comparable à celui de Nîmes. Mais l'École de l'ADN est aussi un lieu où l'on discute et comme ce musée, elle souhaite se placer dans un débat de société et informer le public sans prendre position.

### **Le lieu, l'objet, la méthode**

En continuant notre réflexion à partir des mêmes exemples, passons maintenant aux spécificités de l'école : une connexion directe avec le monde de la recherche et un protocole expérimental identique à celui réalisé en laboratoire au centre de l'apprentissage.

L'école se place comme intermédiaire entre la recherche fondamentale et le public. Dans le Jardin royal des plantes, les lieux de recherche et d'enseignement des botanistes (souvent formés au Jardin de Montpellier), ne sont pas dissociés : le public est au contact direct avec le monde de la recherche. L'École de l'ADN propose aussi des ateliers basés sur un matériel du vivant en relation avec des problèmes de santé et d'alimentation, mais elle n'est pas un lieu de recherche. Cette remarque est à nuancer car les deux enseignants de l'école sont des chercheurs et les rapports de l'école avec les laboratoires de Nîmes et Montpellier sont constants.

Les ateliers de l'École de l'ADN sont basés sur un protocole expérimental reproduit par l'apprenant. Au XVII<sup>e</sup> siècle, la recherche était basée sur l'observation des plantes et sur leurs effets sur l'organisme. L'objet de base manipulé en biotechnologies, la molécule d'ADN, n'apparaît pas de manière immédiate à l'œil, « *les objets matériels des disciplines physiologiques et moléculaires sont davantage des méthodes, conservées dans les articles scientifiques ou les brevets déposés, que des objets au sens strict* » (Giordan, 1999). Pour cette raison, les élèves sont tenus d'observer une méthode précise et de manipuler un matériel scientifique varié et dont l'emploi requiert parfois une haute technicité.

Contrairement à une démonstration sur l'électricité statique, les expériences proposées par l'École de l'ADN n'ont rien de spectaculaire et sont réalisées en temps réel. La contrainte temporelle imposée par la biologie est difficile à respecter pour présenter une expérience, aussi, « *les expositions biolo-*

### Les impressions d'une participante

«... Le titre de l'atelier, *Fabriquez votre OGM dans votre cuisine*, un peu comme une invitation à faire une grosse bêtise, m'avait franchement séduite. Une promesse de piquant et de plaisir, alors que l'image de la recherche en génétique est le plus souvent froide et inquiétante... J'étais assez curieuse de savoir si on allait casser le stéréotype à coup de rouleau à pâtisserie. Et bien non. Sans dérision, sans artifice, on se trouve simplement face au quotidien du chercheur en génétique : on exécute son protocole, avec ses outils. Quelques appareils, beaucoup de petits tubes de plastique, de toutes petites quantités de produits... On calcule, on mesure, on mélange, on attend, quelquefois on se trompe, on recommence : fabriquer un OGM, c'est un peu long, mais c'est facile. Chaque étape est expliquée avec simplicité et concision, chaque temps mort de la manipulation utilisé pour clarifier des notions et répondre aux interrogations de chacun. J'ai vraiment été surprise du naturel avec lequel s'articulent les questions soulevées par le protocole et les questions beaucoup plus générales qui alimentent le débat sur les biotechnologies : l'utilité de certaines techniques, leur évolution possible, d'autres voies de recherches éventuelles, leurs conséquences, etc. À la fin de l'atelier, un mythe est cassé : la manipulation d'une molécule d'ADN n'impose plus ni silence ni recueillement, mais réflexion et discussion... »

*Sophie Zuber a participé à un atelier de l'école lors des Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles organisées à Chamonix en mars 2001.*

### Rigidité méthodologique, plasticité thématique

L'atelier scientifique est le produit de référence de l'École de l'ADN. Les technologies qui se sont développées autour de la biologie se sont constituées à partir d'une matière hétérogène, par à-coups, mêlant de véritables conquêtes dans le domaine théorique à des tours de mains purement techniques. Le profane perçoit une science très structurée là où les spécialistes compilent des concepts abstraits d'une part qui forment un cadre théorique plastique, et un vague ensemble de techniques concrètes d'expérimentation d'autre part, compléments nécessaires à l'observation des phénomènes biologiques dont l'analyse permet de valider, invalider ou découvrir les acquis théoriques.

Le profane appréhende ordinairement les sciences biologiques selon des représentations mentales semblables à celles qu'il applique aux sciences physiques, voire aux mathématiques où la part de raisonnement théorique l'emporte souvent sur la méthode expérimentale. L'absolu de l'expérimentation, propre à la biologie, est donc primordial dans l'enseignement des sciences biologiques.

Les ateliers de l'École de l'ADN obéissent strictement à une méthode simple de didactique qui voue le stagiaire au rôle d'expérimentateur. L'acquisition des méthodes expérimentales précède les éléments théoriques. Ces derniers sont introduits en complément de la démarche expérimentale qu'ils viennent soutenir. En effet, utiliser la démarche expérimentale dans le seul souci de la démonstration des acquis théoriques aboutit trop souvent par souci de rigueur à une présentation lourde et laborieuse de la démarche scientifique et qui impose des raccourcis réductionnistes.

L'atelier se présente donc avant tout comme un processus, un itinéraire qui mène de multiples points de départ à des points d'arrivées qui varient selon la nature des publics, jalonné d'étapes expérimentales fixes et assorties d'explications théoriques plus ou moins vulgarisées.

*giques ont largement recours à des artefacts (maquettes, audio-visuels, etc.), comme la célèbre "loterie de l'hérédité" conçue par Jean Rostand » (Eidelman, 1992). Il existe aujourd'hui une école de l'ADN au Palais de la Découverte avec les mêmes ateliers qu'à Nîmes, dans lesquels les expériences sont réalisées en temps réel et sans artefacts.*

#### **Une expérience sur un sujet d'actualité : un débat citoyen**

Les biotechnologies sont entrées dans l'imaginaire collectif et suscitent de nombreuses craintes. En s'ouvrant à tous les types de publics, l'École de l'ADN répond à une attente sur des problèmes de société concrets. Dans les années 1960, le musée intermédiaire d'Anacostia fit la même chose en faisant travailler des universitaires sur les problèmes auxquels étaient confrontés quotidiennement les habitants de la banlieue de Washington. Dans le domaine des biotechnologies, des initiatives ont été prises outre-Atlantique il y a plus de dix ans, la plus célèbre, le *DNA Learning Center* de Cold Spring Harbor (New-York) a eu plus de 150 000 visiteurs en dix ans et accueille 5 000 stagiaires par an (Sérusclat, 1999). Il est impossible de dissocier la liberté

de modifier le patrimoine génétique d'un être vivant (ce que font les participants aux ateliers de l'école avec une bactérie) de la responsabilité des conséquences de cette modification (ce qui fait l'actualité). C'est pourquoi les ateliers de l'École de l'ADN sont tous suivis d'un débat citoyen qui permet d'aborder les problèmes de manipulations d'organismes vivants, du végétal à la bactérie, jusqu'à l'homme. La nouveauté de l'école est peut-être dans ce débat entre les participants et les animateurs issus du monde de la recherche. Il permet à chacun de tester les connaissances acquises au cours de la séance — la dimension technique et théorique d'une méthode de transgénèse — et surtout de mieux comprendre les enjeux en matière de technologies de génome.

#### **On mange dans la cuisine**

Le protocole est au centre de l'apprentissage. Il s'agit d'une démarche différente des travaux pratiques habituels du secondaire construits à partir d'objectifs pédagogiques précis écrits dans un programme. Nous avons insisté sur les liens de parenté de l'école avec des établisse-

ments de culture scientifique et sur le rapport entre ceux-ci et la recherche. L'expérience proposée à l'École de l'ADN offre une interface directe entre le laboratoire et le public et se place au centre d'un débat de société. La présence de scientifiques, de matériel de laboratoire, le fait que l'expérience soit réalisée dans des conditions réelles, sont des éléments qui créent un environnement favorable autour de l'apprenant.

Les élèves suivent une démarche expérimentale pour comprendre les enjeux des technologies du génome. Placer n'importe quel apprenant, quel que soit son niveau ou son âge, devant une expérience pratiquée habituellement dans un laboratoire de recherche peut paraître étonnant. Et pourtant, la nature des questions posées lors du débat qui suit l'atelier laisse penser que le message passe. Les mêmes questions reviennent constamment après avoir analysé puis compris la faisabilité technique d'une manipulation génétique : « *mais le fait-on déjà ?* », « *est-ce dangereux pour l'homme ou pour l'environnement ?* », « *existe-t-il un contrôle sur ce que peuvent faire les chercheurs ou les laboratoires ?* », « *peut-on cloner un homme ?* », « *a-t-on vraiment le droit*

Un élève met des bactéries en présence d'ADN.

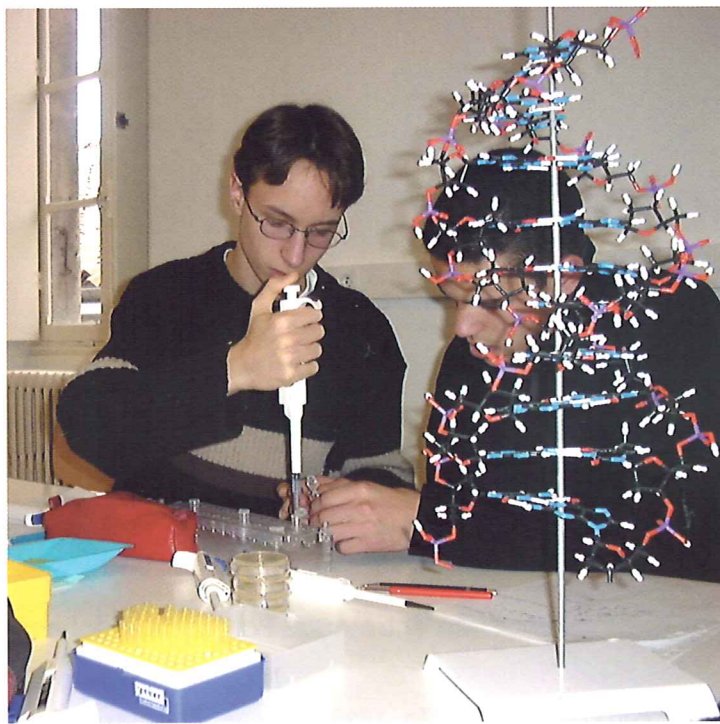


Photo : © B. Comte

*d'interférer avec la nature (ou Dieu) ? »...* Dans la suite du débat, et dans un souci de pluralité et de déontologie, les animateurs de l'école expliquent ce qui est légalement autorisé ou rigoureusement interdit (lois de bioéthique), et soulignent l'importance pour chaque citoyen de se sentir concerné, et donc de pouvoir se prononcer devant les futurs choix éthiques qui lui seront proposés. Le débat se joue davantage au sein du groupe qu'entre animateurs et élèves.

Pour préparer les participants au débat, l'idée est la suivante : tout le monde peut modifier le patrimoine génétique d'une bactérie en reproduisant un protocole expérimental. Il est nécessaire de savoir utiliser un matériel de laboratoire (micropipettes, centrifugeuse ou encore thermocycleur <sup>(2)</sup>...) et il faut respecter un ensemble de consignes et un protocole précis. Le niveau de difficulté de la séance demande une attention soutenue pendant plusieurs heures. C'est une conséquence de la volonté initiale de n'employer aucun artifice pour adapter l'expérience à un public particulier et de garder un matériel identique à celui employé en troisième cycle à l'université ou dans les laboratoires de recherche. Les chercheurs qui encadrent la séance ont un rôle essentiel, ils adaptent leurs réponses à chacun et surtout donnent un cadre théorique aux apprenants.

La superposition du cadre théorique au cadre pratique peut expliquer le succès

de l'école. L'élève manipule des molécules du vivant invisibles à l'œil nu : pour comprendre ce qu'il fait, il a besoin de dessins et d'un vocabulaire précis. Rien n'est spectaculaire et pourtant l'attention reste mobilisée. Les étapes de la démarche de type expérimental — question, hypothèse, argumentation (Giordan, 1999) — ne sont pas définies au préalable. Comme dans un laboratoire, l'apprenant est confronté à des problèmes techniques et à des modèles thématiques souvent remaniés ; il fait des erreurs ou doit effectuer plusieurs fois la même opération avant de la réussir, « *les explications prennent le statut de suppositions qu'il s'agit d'éprouver* » (Giordan 1999). Du coup, l'expérience de la réalité gagne du terrain sur l'imaginaire et les biotechnologies perdent toute leur dimension mythologique. Il est possible par comparaison de montrer que le clonage d'organismes entiers et l'introduction d'un gène nouveau ou cloné sont deux approches très différentes dans le domaine de la génétique. Le débat n'est plus au niveau de la technique de manipulation du vivant, mais sur ses conséquences.

L'École de l'ADN propose de réaliser des expériences sur les molécules du vivant afin de sensibiliser les citoyens à l'irruption des biotechnologies dans leur quotidien. Apprendre la technique de fabrication d'un OGM, c'est les présenter sous un jour biologique très concret et une manière d'informer le public sur le sujet. C'est aussi encourager les

divergences d'opinion, pour prendre des images, jeter de l'huile sur le feu, faire des vagues. Dans *Les deux anglaises et le continent*, un film de François Truffaut, une barque avance sur un lac. Un simple regard de spectateur suffit pour voir que la barque en avançant, tangue légèrement, et... fait des vagues. La génétique est une chose bien trop sérieuse pour être laissée aux seules mains des scientifiques (Bernard, 2000), continuons à aller au cinéma pour en parler ! ■

Nous tenons à remercier André Giordan pour sa relecture critique et détaillée de cet article.

## Notes

(1) Nous avons choisi de donner un titre provocateur à l'un des ateliers de l'école *Fabriquez votre OGM dans votre cuisine* et de poursuivre la métaphore pour cet article.

(2) Un thermocycleur est un appareillage scientifique qui permet de soumettre des échantillons biologiques à des températures comprises entre 0 et 100°C. Il permet la réalisation de cycles de températures parfois complexes qui offrent notamment la possibilité d'amplifier des séquences spécifiques d'ADN.

## Bibliographie

Eidelman, J. et Van Praët, M. La Muséologie des sciences et ses publics, *Regards croisés sur la Grande Galerie de l'Évolution du Muséum national d'Histoire naturelle*. Paris : Presses Universitaires de France, octobre 2000.

Eidelman, J. Qui fréquente les musées à Paris ?, *Publics et Musées* n°2, 1992, pp. 19-45.

Kinrad, J. Intermédiaires entre musée et communauté, in Desvallées A., *Vagues, Une anthologie de la nouvelle muséologie*, volume 1, Presses Universitaires de Lyon, 1992, pp. 99-108.

Sérusclat, F. *Rapport sur Génomique et informatique : l'impact sur les thérapies et sur l'industrie pharmaceutique*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, n°1817, Assemblée Nationale, n°20, Sénat, Paris 1999. p. 148.

Giordan, A. *Didactique des sciences expérimentales*, Paris : Belin, 1999.

Bernard, C. Si l'ADN m'était conté, *Libération*, mardi 29 février 2000, p. 21.