

## « IMAGINE LA BIODIVERSITÉ À L'ÉCHELLE MOLÉCULAIRE »

### Qui sommes-nous ?

Nous sommes les élèves de 3e7 du Collège Aliénor d'Aquitaine de Salles situé au sud de Bordeaux. Nous sommes un groupe de 27 élèves comprenant 14 filles et 13 garçons.

Cette année nous avons réalisé un atelier scientifique groupé sur une semaine, qui a eu lieu du 15 au 18 janvier. 25h de sciences non stop, c'est intense !

Nous avons été accompagnés par nos professeurs de SVT, Mme Hupin et de Mathématiques, Mme Vincent.

Ce projet s'est fait en partenariat avec la ville de Salles et l'Université de Bordeaux. Il s'est déroulé sur 3 sites : le Collège Aliénor d'Aquitaine, « Le Labo » qui est la structure jeunesse de la ville de Salles et le laboratoire INCIA de l'Université de Bordeaux où nous avons eu le privilège de passer une journée pour découvrir les locaux, rencontrer des scientifiques dans leur environnement de travail et expérimenter.



Un projet sur 3 sites : le collège, le Labo, le Laboratoire INCIA.

Un petit reportage-vidéo sur la visite du labo réalisé par le groupe des Totally Spies



Nous avons eu la chance d'être accompagnés par 6 universitaires de la faculté de Bordeaux, travaillant dans les laboratoires de l'INRAE (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement) et du CNRS (Centre National de Recherche Scientifique) : 3 chercheurs , un maître de conférence, une ingénieure et une technicienne.



**Maria-Florencia ANGELO**,  
Ingénieure INRAE  
Laboratoire Nutrineuro



**Marie-Pierre MOISAN**,  
Chercheuse INRAE  
Laboratoire Nutrineuro



**Didier THORAVAL**,  
Maitre de conférence  
Laboratoire de Biogenèse  
Membranaire, CNRS



**Isabelle COUPRY**,  
Chercheuse INSERM  
INCIA - CNRS UMR5287

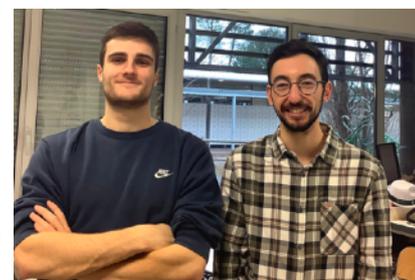


**Christophe PLOMION**,  
Chercheur INRAE Laboratoire  
Biogeco



**Karine TUPHILE**,  
Technicienne CNRS  
INSERM ARNA (ARN :  
Régulations Naturelle et  
Artificielle)

Deux étudiants en deuxième année de Master MEEF-SVT, nous ont aussi accompagné dans ce projet : Victor Rey et Felix Vinterof, deux futurs professeurs de SVT.



**Deux étudiants en Master MEEF SVT**



**André de Avila Ramos**, Professeur universitaire au département de biologie cellulaire, d'embryologie et de génétique à l'Université de Santa Catarina (Brésil)

A cette équipe de rêve s'est ajouté André Ramos, un professeur de l'Université de Santa Catarina au Brésil qui a été à l'origine du partenariat entre l'Université de Bordeaux et le collège de Salles. Nous avons eu la chance de pouvoir échanger avec lui en visio.

Un article sur nos différents  
scientifiques écrit  
par le groupe des Mannshaft



# Introduction

Cette année, en SVT, nous avons étudié la biodiversité, c'est à dire la diversité du vivant. Le but du cours, nous a expliqué notre professeur, est de comprendre l'origine de cette diversité du vivant. En classe, nous avons parlé d'ADN, de gènes, d'allèles, de mutations génétiques, que des notions abstraites et complexes. Nous avons eu des difficultés à comprendre de sens de tout ce vocabulaire scientifique.

Du coup, quand notre professeur nous a proposé de travailler avec une équipe de scientifiques de l'Université de Bordeaux, nous leur avons demandé de nous aider à donner du sens à tout cela.

Nous avons commencer par formuler précisément notre questionnement.

**Comment les scientifiques étudient concrètement la biodiversité ?**

**Comment observent-ils et mesurent-ils la biodiversité à différentes échelles (surtout à l'échelle microscopique) ?**

**Quels outils utilisent-ils pour le faire ?**

Nous avons donc naturellement appelé notre projet « **Imagine la biodiversité à l'échelle moléculaire** ».

**CHAPITRE 1** **L'ORIGINE DE LA BIODIVERSITÉ AU SEIN D'UNE POPULATION** **LE VIVANT ET SON ÉVOLUTION 3ÈME**

La **biodiversité** correspond à la diversité du vivant, c'est-à-dire à l'ensemble des espèces actuelles et passées.

**I. L'ORIGINE DES CARACTÈRES DES ÊTRES VIVANTS**

Le **phénotype** correspond à l'ensemble des caractères observables d'un être vivant (**caractères spécifiques** (= propres à son espèce) et **variations individuelles** (qui le différencient des autres au sein de son espèce)).  
Les caractères sont **héréditaires** : ils sont transmis aux générations suivantes via l'ADN grâce à la méiose et la fécondation. Ils peuvent varier en fonction de facteurs de l'environnement : ces modifications ne sont pas héréditaires.

Un **gène** est une portion d'ADN, donc une portion de chromosome qui détermine un caractère héréditaire. Les gènes existent en 2 exemplaires (un maternel, un paternel), un sur chaque chromosome d'une paire.  
Un gène peut exister sous différentes versions appelées **allèles**.  
Lorsque deux allèles sont identiques, le caractère est déterminé par cet allèle.  
Lorsque deux allèles sont différents, le caractère est déterminé par un seul allèle dit dominant (l'autre allèle est dit récessif).

Le **génom**e correspond à l'ensemble des gènes (et allèles) d'un individu.  
Le **génotype** correspond aux deux allèles que possède un individu pour déterminer un caractère, il détermine le **phénotype**.

*Génom*e : Livre de recette - *Génotype*/Gène : une recette donnée - *Allèle* : touche du chef - *Phénotype* : Gâteau

**II. L'ORIGINE DE LA DIVERSITÉ DES CARACTÈRES DES ÊTRES VIVANTS**

La diversité des individus au sein d'une population résulte de :

- la formation de **gamètes génétiquement différents (méiose)**
- la **combinaison aléatoire** de deux gamètes (**fécondation**)

Comme l'ADN est une molécule universelle (présente chez tous les êtres vivants), l'Homme peut artificiellement augmenter la biodiversité en concevant des **OGM** (**Organismes Génétiquement Modifiés**) : il transfère un gène d'une espèce à une autre.

L'apparition de nouveaux allèles et donc de nouveaux caractères est due à des **mutations** génétiques (des modifications accidentelles de la séquence d'ADN). Certaines mutations peuvent être favorisées par des facteurs de l'environnement (UV, radioactivité, produits chimiques...).

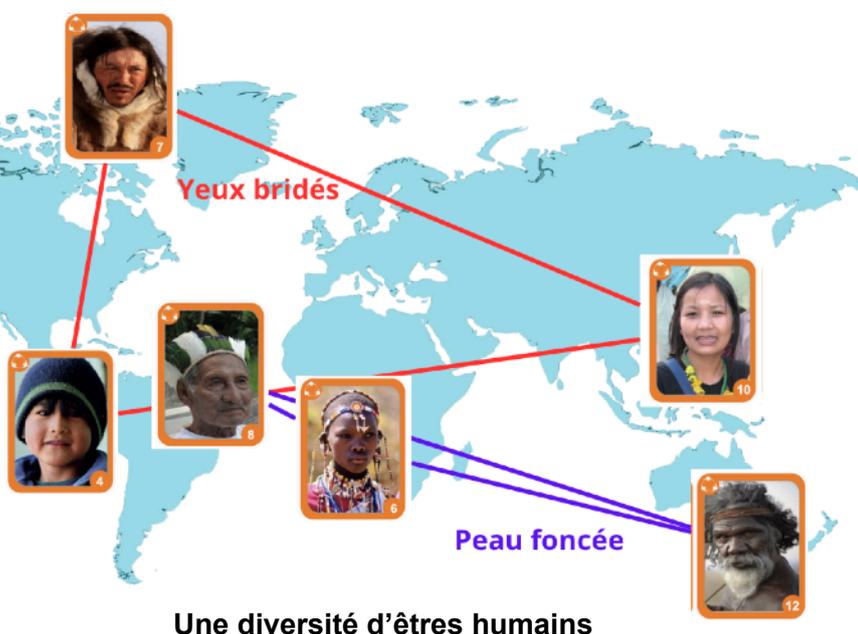


Le cours de SVT  
de 3ème

## I. Expliquer la biodiversité à l'échelle des individus par le concret.

Nous avons commencé à étudier la biodiversité à l'échelle des individus en commençant par ce que nous connaissons le mieux : nous !

En observant les traits de visages d'êtres humains provenant de différentes parties du monde, nous nous sommes aperçus que certains caractères qui nous paraissaient typiques d'une région donnée comme les yeux bridés ou une couleur de peau foncée pouvaient être trompeurs. Concernant la peau foncée, les individus pouvaient venir aussi bien d'Afrique que d'Amérique du Sud ou d'Australie. Concernant les yeux bridés, ils pouvaient venir d'Asie du Sud-Est, des Andes ou encore de l'Arctique. Nous avons compris que ces caractères sont liés à une adaptation du corps humain à l'ensoleillement ou à la luminosité importante de ces régions.



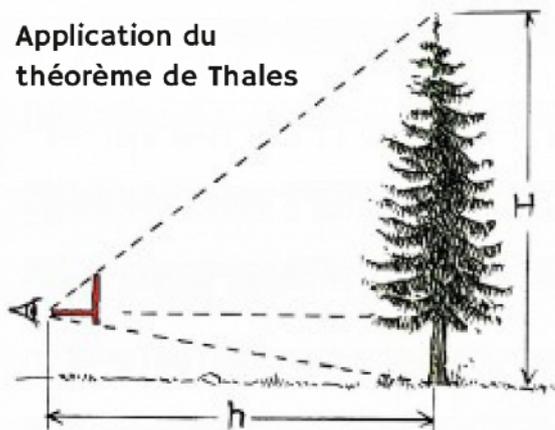
Afin d'éviter d'être trop centrés sur l'Homme, nous avons ensuite étudié une autre espèce que nous connaissons bien dans notre région, le Pin maritime « *Pinus pinaster* ». Quand nous regardons nos forêts, nous avons l'impression que ces arbres sont tous identiques mais à y regarder de plus près, ils sont un peu différents.

Nous avons notamment observé sur une même parcelle, des arbres plantés en même temps. Ils ont donc le même âge et pourtant ils semblent ne pas avoir la même taille. Nous avons alors décidé d'aller mesurer ces arbres afin de pouvoir mieux décrire cette diversité. Nous avons utilisé des mètres rubans pour mesurer les diamètres des arbres et la croix du bûcheron pour déterminer leur hauteur.



Mesurer des arbres avec la Croix du bûcheron

Cet outil s'appuie sur le théorème de Thalès. Nous plaçons une baguette de bois parallèle au tronc de l'arbre, l'autre, parallèle au sol à la hauteur des yeux, puis nous avançons ou reculons jusqu'à faire coïncider le pied et le haut de l'arbre avec le bas et le haut de la baguette. La hauteur de l'arbre va correspondre alors à la distance entre l'arbre et nous.



L'utilisation de la Croix du bucheron

Nous avons effectué ces mesures sur une douzaine d'arbres de même âge et nous avons constaté des différences de taille comme le montre le tableur ci-dessous.

N° de l'arbre	Hauteur n°1	Hauteur n°2	Circonférence 1	Circonférence 2	Calcul du diamètre 1	Calcul du diamètre 2
1	20,9	18,9	147	148	46,8	47,1
2	18	17,5	131	131	41,7	41,7
3	20,4	19,82	138	137	43,9	43,6
4	18,45	17,8	89	92	28,3	29,3
5	24,3	24,3	145	145,5	46,2	46,3
6	23	23	166	166,5	52,8	53,0
7	20	20,5	77	77	24,5	24,5
8	23	24	135	135	43,0	43,0
9	28,9	28,9	114	113	36,3	36,0
10	22,7	22,68	147	150	46,8	47,7
11	23,9	18,3	125	126	39,8	40,1
12	20	20,1	149	149	47,4	47,4
13	25	26	170	170	54,1	54,1
<b>MOYENNE</b>	22,20	21,68	133,31	133,85	42,43	42,60

**Comparaison des mesures effectuées sur les Pins (travail sur tableur en mathématiques)**  
 Chaque mesure a été réalisée 2 fois par 2 binômes différents afin de proposer des estimations moyennes plus justes. Nous avons remarqué une incertitude dans les mesures effectuées.

Christophe Plomion, un des chercheurs de l'INRAE qui nous a accompagné dans nos recherches, nous a aidé à identifier certains facteurs de l'environnement pouvant jouer sur cette diversité :

- tout d'abord l'ensoleillement que reçoit l'arbre suivant sa position dans la forêt,
- l'apport en eau et en sels minéraux qui peut varier d'un endroit à un autre suivant la nature du sol,
- mais aussi l'attaque de certains insectes. En effet, nous avons pu observer sur quelques troncs de la résine en grande quantité à certains endroits, signe de blessure de l'arbre.

Avec ces premières observations, nous avons observé et mesuré la biodiversité. Nous l'avons expliquée en partie par le fait que l'environnement modifie les caractères des êtres vivants.

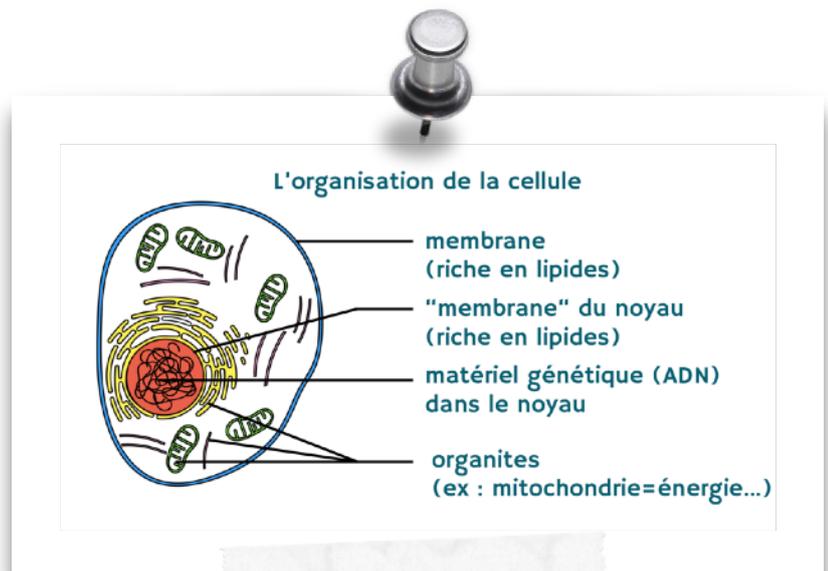
Cependant en classe, nous avons appris que la diversité des caractères s'explique aussi par la diversité génétique des êtres vivants. Nous voulons bien le croire, mais concrètement **comment les scientifiques sont-ils capable de voir l'invisible ? de voir de l'ADN ? de voir des différences entre d'ADN de deux êtres vivants ?**

## II. Expliquer la biodiversité à l'échelle moléculaire par l'expérience

Nous avons essayé de mieux comprendre l'organisation de la cellule à l'aide d'une vidéo scientifique.

Nous avons observé sa membrane riche en lipides (graisses), son matériel génétique enfermé dans un noyau et ses nombreux organites baignant dans le cytoplasme. Nous avons compris que l'organisation d'une cellule est bien plus complexe que ce que nous avons appris jusque là en classe, au collège.

Cette exploration de la cellule nous a permis de comprendre comment nous allons pouvoir isoler de l'ADN pour le visualiser et l'étudier.



Lien vers la vidéo : <http://bit.ly/3X7pT26>

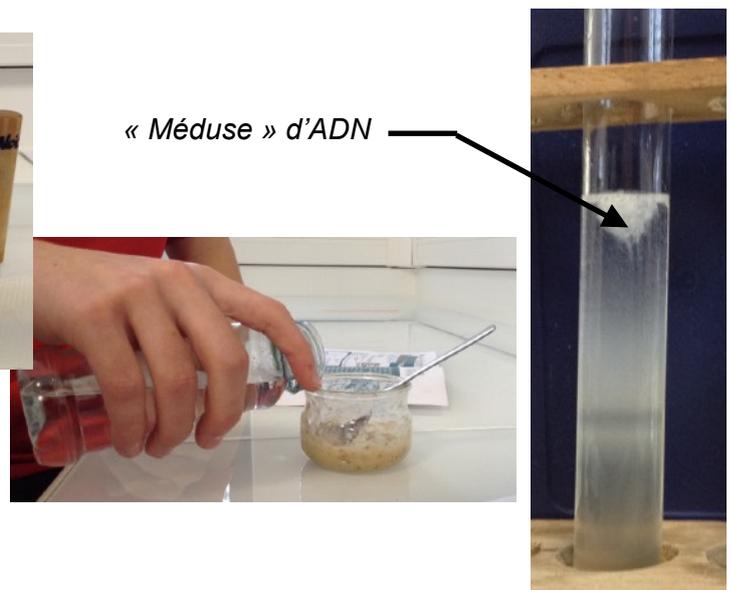
Pour extraire l'ADN de cellules, il faut tout d'abord casser les membranes (celle de la cellule et celle du noyau) : pour cela, il suffit d'écraser un morceau d'être vivant tel que la banane et y rajouter du liquide vaisselle qui va dissoudre les graisses des membranes de ses cellules.

Ensuite, il faut filtrer l'ensemble de manière à enlever tous les débris de cellule et récupérer l'ADN dans un filtrat.

Après, nous versons délicatement de l'alcool au dessus du filtrat ce qui permet de faire précipiter les molécules d'ADN qui s'agglutinent pour former une méduse. Ainsi, nous avons pu visualiser les filaments d'ADN d'un être vivant.



**L'extraction de l'ADN de banane**



Voir cet ADN ne nous a pas vraiment avancé pour savoir comment observer des différences entre l'ADN de deux êtres vivants...

Ce que nous avons appris en cours de SVT c'est que les êtres vivants de deux espèces n'ont pas les mêmes gènes et que les individus d'une même espèce ne possèdent pas les mêmes allèles.

Nous avons fait des recherches pour comprendre ce qui différencie 2 gènes ou même deux allèles et nous avons compris qu'ils n'ont pas la même taille car ils possèdent plus ou moins de paires de bases (A,T,C,G).

Du coup, nous avons cherché à savoir comment nous pourrions séparer des molécules de taille différentes. Nous avons trouvé 2 techniques.

La première technique est la chromatographie sur papier (ou en couche mince). Nous avons utiliser des pigments colorés (colorants alimentaires), du jaune et du bleu, que nous avons déposé en bas du papier, puis l'eau salée a fait migré ces pigments dans le papier. Nous avons remarqué que le pigment bleu était emporté plus loin que le jaune car il était de taille plus petite, il avait plus de facilité à se déplacer dans la maille du papier.



**La chromatographie sur papier**

La deuxième méthode utilisée pour séparer des molécules est l'électrophorèse. L'idée est de faire migrer des molécules, ici l'ADN chargé négativement, dans un gel d'agarose sous l'action d'un courant électrique.

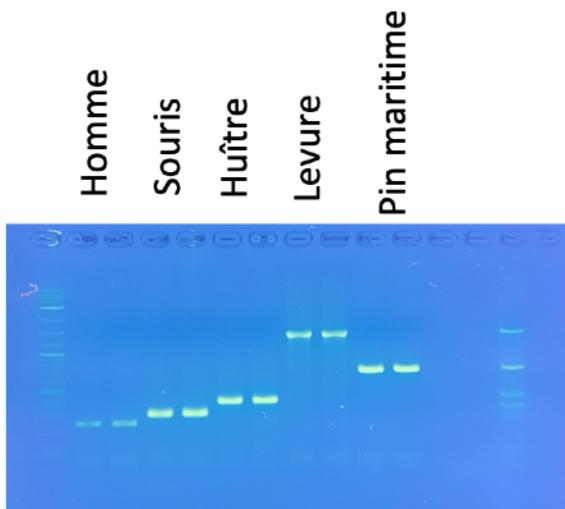
Avant de pouvoir faire cela, il est nécessaire d'amplifier le fragment d'ADN étudié grâce à la technique de PCR (Réaction de Polymérisation en Chaîne). Ainsi, nous obtenons le même fragment d'ADN en millions d'exemplaires ce qui permet d'en avoir assez pour le visualiser sur l'électrophorèse.

Une fois déposé dans les puits présents sur le gel d'agarose, du côté négatif, les molécules migrent dans le gel vers le côté positif, celles qui vont le plus loin sont les plus petites, celles qui possèdent le moins de paires de bases. Nous observons ensuite les fragments d'ADN sous forme de bandes grâce à une lumière UV.

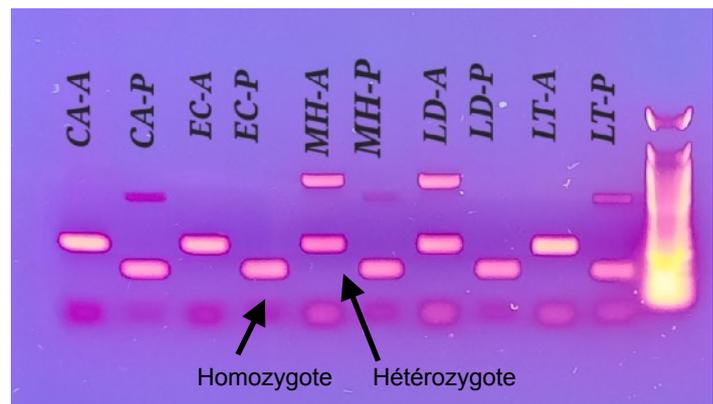
Grâce à cette technique,

- nous avons pu observer que des gènes d'espèces différentes n'avaient pas la même taille, c'est-à-dire le même nombre de paires de bases ;
- nous avons aussi vu que deux individus d'une même espèce pouvaient avoir soit deux fois le même allèle pour un gène (nous n'observons qu'une seule bande sur le gel) soit deux allèles différents (nous observons 2 bandes de tailles différentes sur le gel).

Ainsi nous avons visualisé de la diversité génétique !

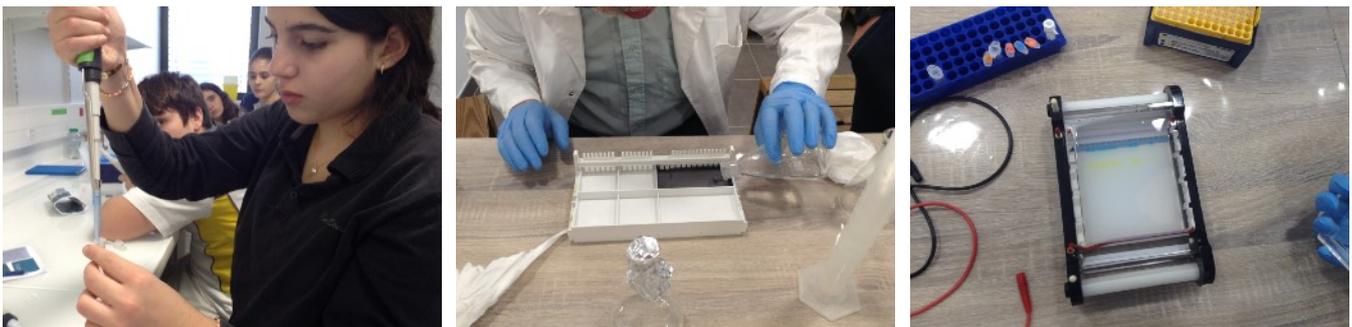


Des fragments d'ADN (=gènes) différents selon les espèces



Des élèves différents selon leurs allèles pour 2 fragments d'ADN étudiés.

Nous avons eu la chance d'expérimenter cette technique grâce au matériel apporté en direct de l'université de Bordeaux par nos chercheurs. En effet, au collège, nous n'avons pas la possibilité d'avoir du matériel aussi sophistiqué et aussi cher à notre disposition.



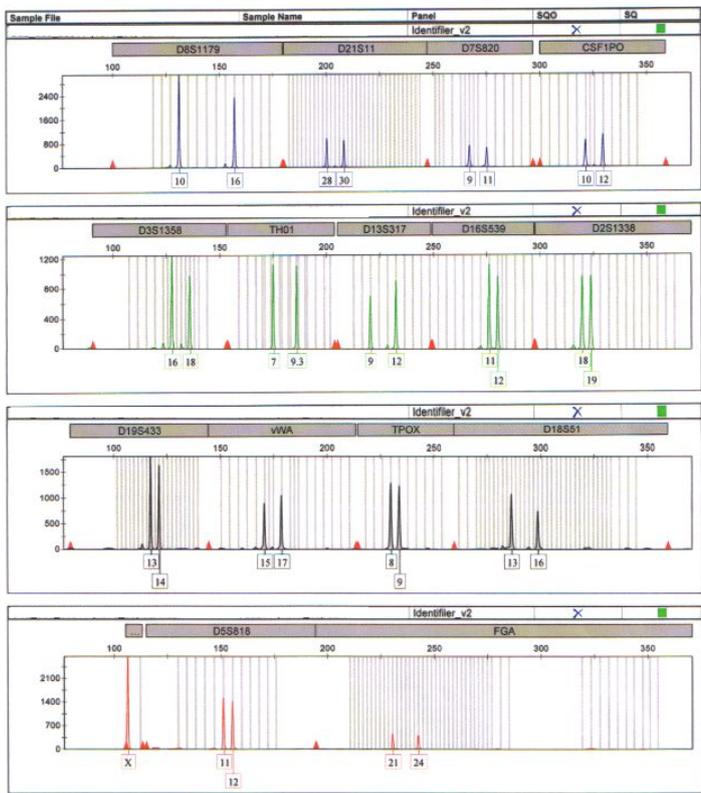
Expérimentation grâce à du matériel de laboratoire scientifique

La chercheuse de l'INCIÀ Isabelle Coupry nous a expliqué que la police scientifique utilise ce principe pour analyser l'ADN provenant d'indices et de suspects. Les résultats des électrophorèses, ou électrophorégrammes, se présentent cette fois sous forme de pics au lieu de bandes. Il suffit alors de comparer les pics correspondant à la taille des fragments d'ADN des suspects à ceux correspondant aux ADNs retrouvés sur la scène de crime pour identifier le coupable.

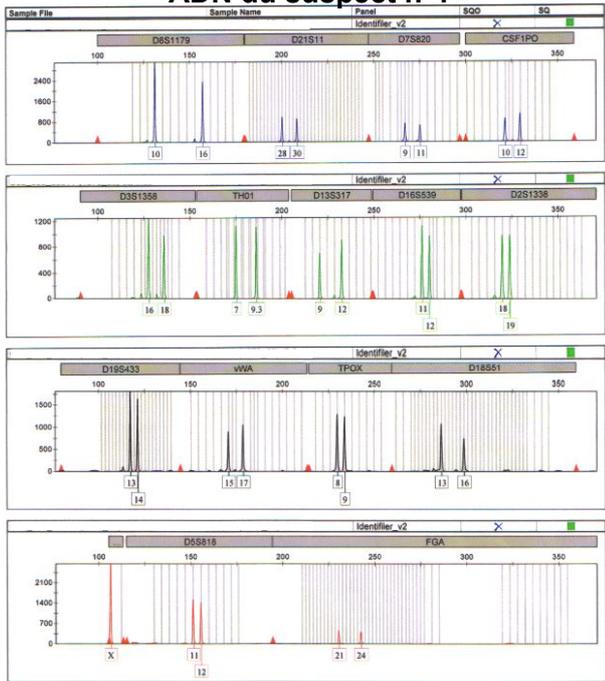


**Prélèvement d'ADN sur la scène de crime et préparation des échantillons**

**ADN retrouvé sur le manche du couteau**



**ADN du suspect n°1**



**Electrophorégrammes des suspects**  
L'ADN retrouvé sur le manche du couteau correspond à celui du suspect n°1.

**ADN du suspect n°2**

