



Les Savanturiers  
L'école de la recherche



Sciences à l'École



**Peut-on consommer du maïs OGM  
quand on se fournit dans les commerces locaux ?**

Présenté par les élèves d'accompagnement personnalisé de 1<sup>ère</sup> du lycée des Andaines

Encadrés par S.Turcan



Avec la participation de  
Tonino RIZZO (CRI),  
Jérôme LEVEE (BDN)

Introduction : explication du sujet .....	2
1. Pourquoi un détecteur .....	3
1.1. Le contexte .....	3
1.2. La législation .....	3
1.3. Les dangers des OGM .....	4
1.4. Nos choix de recherche d'OGM .....	4
2. Comment détecter des OGM ? .....	4
2.1. Technique d'obtention d'OGM .....	4
2.2. Principe de fonctionnement du détecteur .....	5
3. Construction du détecteur .....	5
3.1. Le support du détecteur .....	5
3.2. Les composants électroniques .....	7
4. Utilisation du détecteur .....	8
4.1. Le principe du test .....	8
1.1. Le protocole expérimental .....	8
4.2. Les résultats .....	11
4.3. Interprétation des résultats .....	12
Conclusion, perspectives .....	13

## Introduction : explication du sujet

Les OGM sont fréquemment cités dans l'actualité. Par exemple ces images de faucheurs volontaires d'OGM s'opposant aux forces de l'ordre ... ou au contraire les agriculteurs pro OGM s'opposant aux forces de l'ordre arrachant un champ de maïs OGM devenu hors la loi le 5 juin 2014...

Qu'en est-il vraiment ? Les OGM sont-ils dangereux pour l'homme ? pour l'environnement ? Sommes-nous réellement confrontés à ce problème ? En consommons-nous directement ou indirectement par le biais de notre chaîne alimentaire ?

Nous avons recherché rapidement comment nous pourrions en consommer : dans nos salades, céréales du matin, encas sucrés ou salés, en galettes, farine ou semoule... sans oublier que le maïs constitue aussi un aliment de base des animaux d'élevage dont nous consommons le lait, les œufs ou la viande...



Nous nous sommes donc posés la problématique suivante : Peut-on consommer du maïs OGM quand on se fournit dans les commerces locaux ou quand on mange à la cantine ?

## 1. Pourquoi un détecteur

### 1.1. Le contexte

Les OGM provoquent de fréquents débats dans l'opinion publique en France autour des aspects scientifiques, agricoles, et la population entière y est sensible. En effet, de nombreuses questions se posent, sur les risques sanitaires qu'ils pourraient générer ainsi que les éventuelles atteintes à la biodiversité. C'est pourquoi différentes actions ont été menées afin de protester contre l'importation d'OGM en France. Par exemple, plus de 200 agriculteurs de la coordination rurale ont mené une action sur le port de Lorient afin de dénoncer les importations massives de soja OGM.

### 1.2. La législation

En Europe, seul le maïs MON 810 est autorisé à la culture commerciale (depuis 1998). Pourtant, compte tenu de doutes sérieux sur son innocuité et impact environnemental, 9 pays, la France, la Grèce, l'Autriche, la Hongrie, la Pologne, l'Italie, l'Allemagne, le Luxembourg et l'Irlande refusent de le cultiver sur leur territoire.

L'Espagne est le pays qui cultive le plus d'OGM transgénique au sein de l'Union Européenne. Par rapport au continent américain, où les surfaces de cultures d'OGM se comptent en millions d'hectares, les chiffres européens paraissent dérisoires. En 2016, quatre pays de l'UE cultivent le maïs MON810 : l'Espagne en tête (129 081 ha), suivie du Portugal (7 070 ha), de la Slovaquie (112 ha) et de la République Tchèque (75 ha). Les surfaces cultivées et le nombre de pays concernés par la culture d'OGM sont en baisse depuis 2012. Plusieurs États membres de l'UE ont en effet choisi d'abandonner la culture des OGM comme par exemple la France.

En 2016, qui cultive des OGM transgéniques au sein de l'UE ?



- ● ● ● Cultivent des OGM transgéniques : du plus grand nombre d'ha cultivés (foncé) au plus petit (clair)
- Ont interdit ou restreint la culture d'OGM transgéniques
- Autorisent mais ne cultivent pas d'OGM transgéniques
- Pays hors UE

Des cultures en baisse dans pratiquement chaque pays depuis 2012  
En hectares de cultures



Europe : diminution des surfaces transgéniques

Cependant, de nombreux OGM, soja ou maïs notamment, sont autorisés à l'importation. C'est la Commission européenne qui tranche et autorise ces importations en se rangeant systématiquement à l'avis de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA).



### 1.3. Les dangers des OGM

Les OGM ont-ils des impacts sur la santé ? Peuvent-ils être toxiques en raison des concentrations de pesticides produits par ces plantes ? Provoquent-ils des allergies liées à la présence de protéines nouvelles dans l'aliment ? Pourraient-ils être la cause de résistance aux antibiotiques due à la présence de gènes de sélection associés au transgène ?

Normalement, avant toute autorisation commerciale éventuelle d'une plante transgénique, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (AESA) donne son avis sur d'éventuels risques sur la santé humaine ou animale et l'environnement. Mais de nombreuses critiques portent sur ces évaluations (partielles, trop rapides, orientées...).

Nous ne pouvons donc pas réellement être sûrs que les OGM soient inoffensifs pour la santé.

Quant à l'environnement, les questions sont nombreuses sur l'impact des OGM : transmission aux plantes sauvages proches de l'espèce utilisée, utilisation des pesticides en lien avec des plantes OGM y résistant, hécatombes parmi les insectes fréquentant les champs d'OGM fabriquant leur propre insecticide, développement de résistances, atteinte à la biodiversité ...

### 1.4. Nos choix de recherche d'OGM

Le CRI (Centre de recherches interdisciplinaires des universités Paris V et Paris VII) nous fournit les réactifs pour quelques tests. Il nous faut donc faire des choix... Voici les aliments que nous avons décidé de tester :

- Maïs cuit de la cantine : pour savoir ce que l'on mange au restaurant scolaire
- Maïs sans OGM : pour vérifier si on peut se fier aux étiquettes alimentaires
- Maïs éco+ : pour voir si les produits bas de gamme sont pires que les autres
- Corn flakes : pour étudier une forme de maïs fréquemment consommée par les enfants
- Maïs grillé d'origine espagnole : parce que l'Espagne cultive du maïs OGM
- Polenta bio : pour voir si les produits bio peuvent contenir des OGM
- Polenta turini : pour voir la différence entre bio et non bio

## 2. Comment détecter des OGM ?

### 2.1. Technique d'obtention d'OGM

Les initiales OGM sont issues des termes « Organisme Génétiquement Modifié ». Ce principe est utilisé dans le domaine de la santé ou de l'agriculture afin d'augmenter, par exemple, au maximum un rendement, de protéger certaines plantes de diverses maladies.

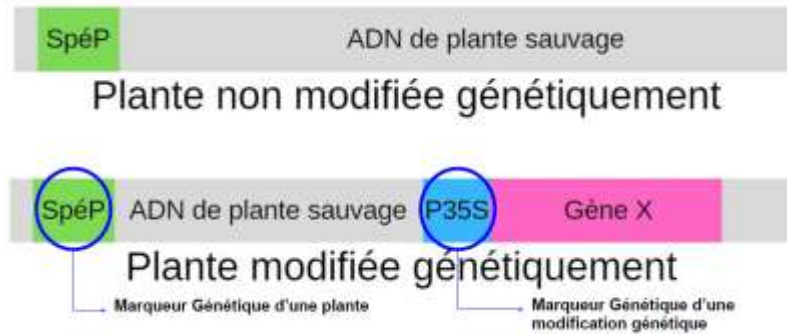
Afin d'obtenir un organisme génétiquement modifié, les scientifiques insèrent un gène non présent naturellement dans un organisme receveur. Ce gène est associé à des petits morceaux d'ADN permettant son insertion et qu'on nomme « marqueur ». Ce marqueur pourra être identifié à l'aide d'un produit appelé « Master Mix ADN ». Le gène inséré provient d'un organisme d'une espèce différente (=donneur) mais il gardera la même fonction, sera responsable de l'expression du même caractère dans l'organisme receveur.



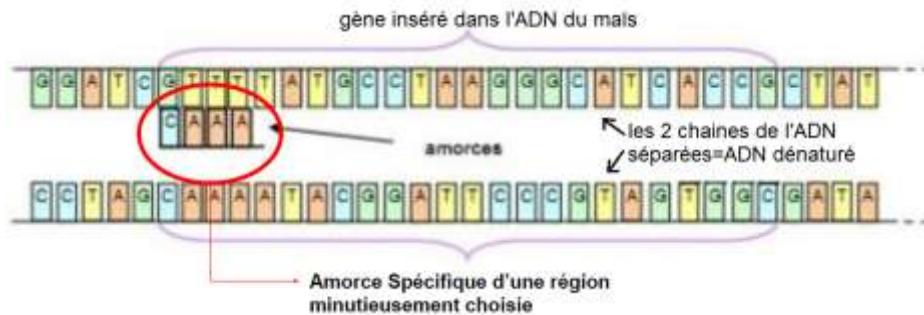
**Schéma de l'obtention d'un OGM**

## 2.2. Principe de fonctionnement du détecteur

Le principe du détecteur est basé sur le repérage d'un marqueur, P35S ici, séquence spécifique à tous les OGM (au moins pour le maïs).

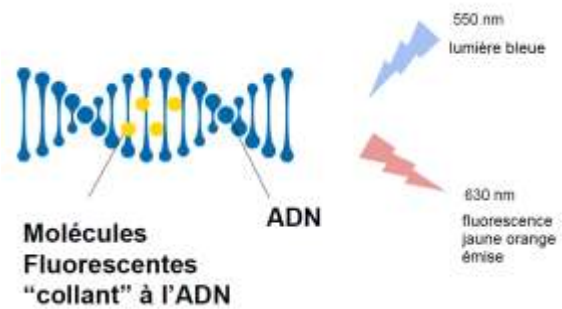


Si le marqueur est présent dans l'ADN, celui-ci va se multiplier en présence du mastermix (réactif qui contient une amorce de réplication de l'ADN complémentaire du marqueur P35S)

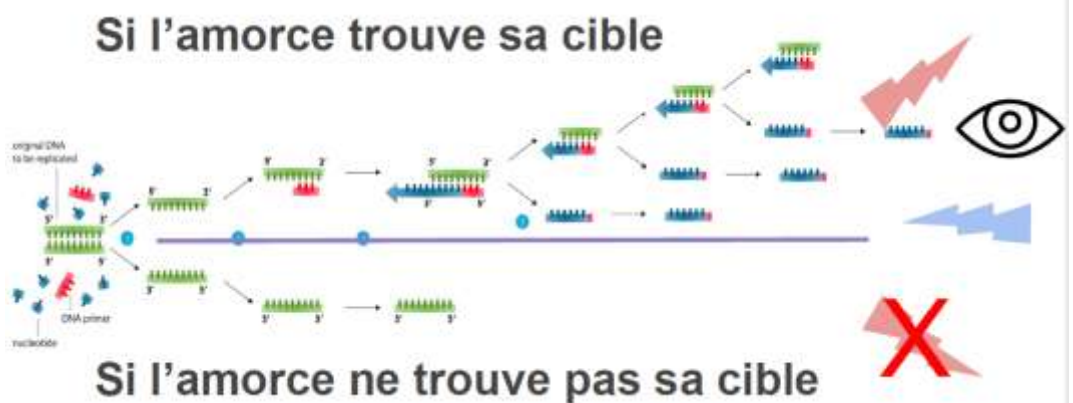


Une réaction de fluorescence permet de visualiser si l'ADN s'est multiplié dans le tube.

Le fluorochrome va recevoir puis restituer de l'énergie sous forme lumineuse. Il est couplé à des molécules qui inhibent le phénomène de fluorescence (=quencher). Lorsqu'ils se lient à de l'ADN double brin, les quenchers s'éloignent de la fluoresceine, lui permettant de retrouver ses pouvoirs fluorescents. Conséquences : La fluoresceine ne réagira à sa longueur d'onde d'excitation (550nm) que si elle est liée à de l'ADN double brin, la fluoresceine libre dans le milieu ne viendra pas parasiter les résultats.



Bilan : si l'amorce trouve sa cible, l'ADN est recopié (=amplifié) et la lumière bleue est transformée en fluorescence visible par l'expérimentateur.



## 3. Construction du détecteur

### 3.1. Le support du détecteur

Mardi matin 15 janvier, tout le groupe s'est rendu à Flers pour découvrir « les bains douches numériques » un lieu de coworking, doté d'une salle de réunion et surtout du DoucheLab : laboratoire de fabrication numérique.



Accueil des élèves par Jérôme Levée, responsable du lieu

Jérôme Levée leur a expliqué le mode de fonctionnement de ce lieu ouvert à tous. Il leur a aussi présenté les outils disponibles : la découpeuse 3D, la fraiseuse numérique, la découpeuse vinyle, la brodeuse numérique et surtout la découpe-laser. Cet outil était nécessaire pour découper en PMMA les éléments constituant le support du détecteur.



fraiseuse numérique et ordinateur de contrôle

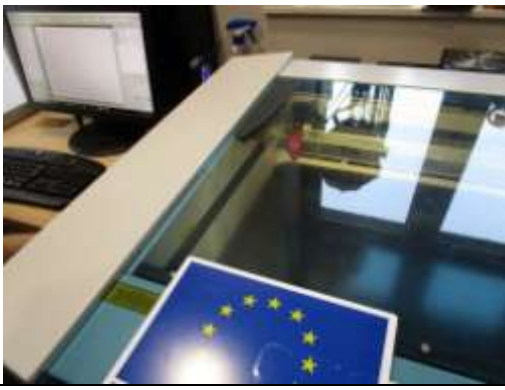
La machine



laser

découpe





sortie de la plaque de PMMA après usinage

### 3.2. Les composants électroniques

La séance du 22 janvier a été consacrée à la finition des détecteurs. Les composants électroniques permettent d'éclairer les tubes avec une lumière bleue et de révéler la présence d'OGM par une fluorescence.

Présentation du circuit : le courant passe dans les résistances, présentes pour protéger les LEDs d'un excès de puissance, puis dans les LEDs pour les allumer. Deux condensateurs ont été ajoutés pour lisser le courant.

éléments à souder sur la plaque :

- 8 LEDs Bleues 470nm,
- 8 Résistances de 68 Ohms,
- 1 connecteur pour Cable USB pour l'alimentation,
- 1 condensateur 10  $\mu$ F,
- 1 fusible 0,5 A

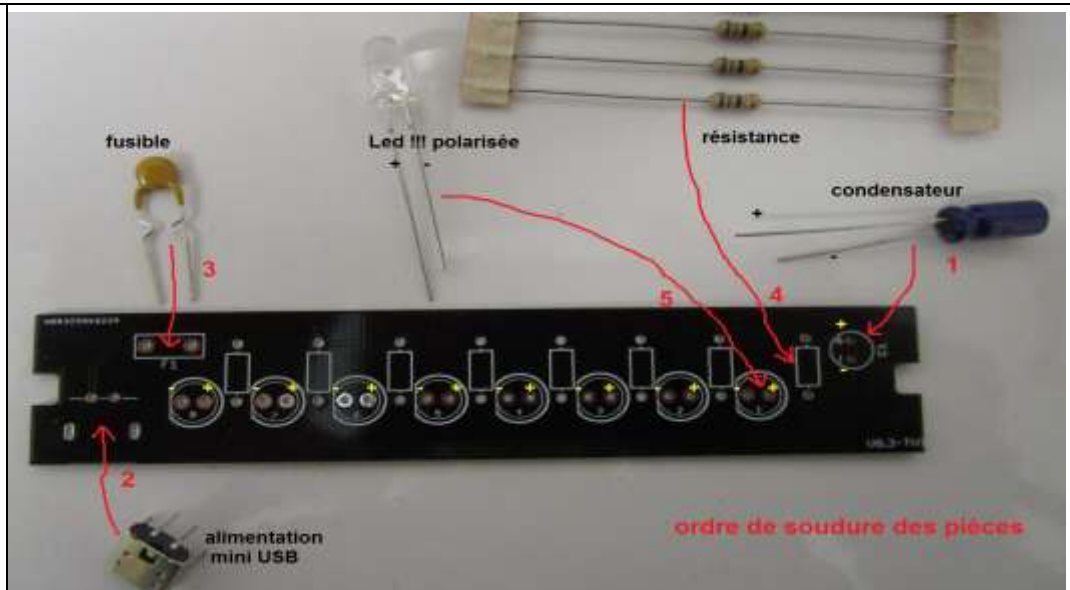




Photo du détecteur fini



## 4. Utilisation du détecteur

### 4.1. Le principe du test

**Le travail se fait sur une bande de 8 tubes PCR**

4 tubes (1-2-3-4) pour vérifier la présence d'ADN de plante dans l'échantillon (mastermix ADN plante)

4 tubes (5-6-7-8) pour vérifier la présence de fragments OGM dans l'ADN (mastermix OGM)

**Pourquoi 4 tubes à chaque fois ?**

1 et 5 avec un échantillon négatif (eau)

2 et 6 avec un échantillon positif (OGM pur)

3 et 7 avec un échantillon mystère (pour les études du CRI / fiabilité du test)

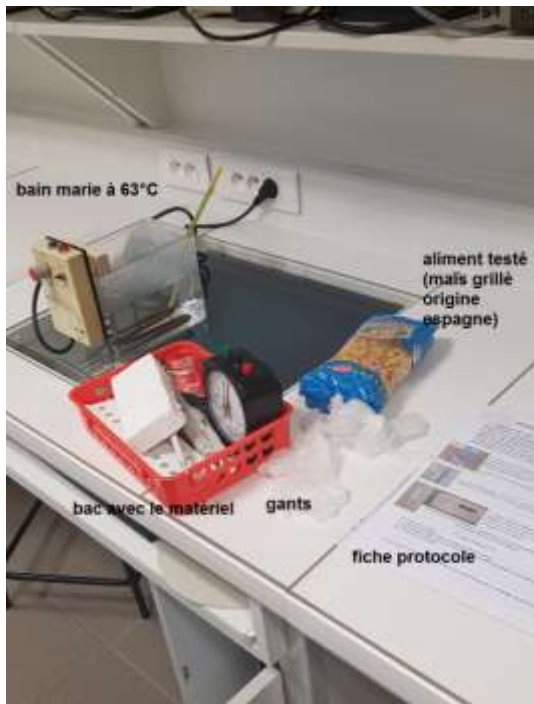
4 et 8 avec l'échantillon à tester

### 1.1. Le protocole expérimental

- **Extraction de l'ADN des cellules végétales contenues dans la nourriture**



Le matériel utilisé :



Prendre environ 0.005 gramme (1-2mm) de l'aliment à tester, puis le placer dans un tube vide de type Eppendorf 1.5 mL à l'aide d'une pince



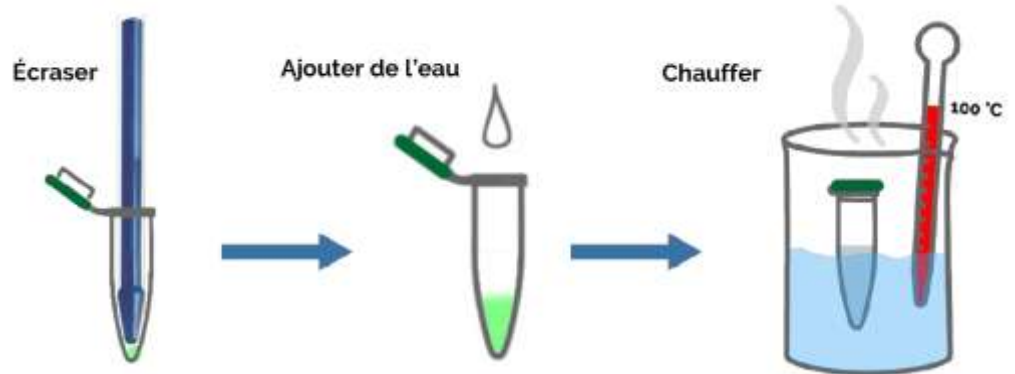
À l'aide des petits pilons, écraser chacun des échantillons à l'intérieur du tube.



Utiliser une micropipette pour ajouter 60  $\mu$ L d'eau et agiter.

Faire bouillir de l'eau et la verser dans une tasse ou dans un bécher.

Extraction de l'ADN - Placer les tubes Eppendorf 1 dans l'eau chaude pendant 5 minutes.

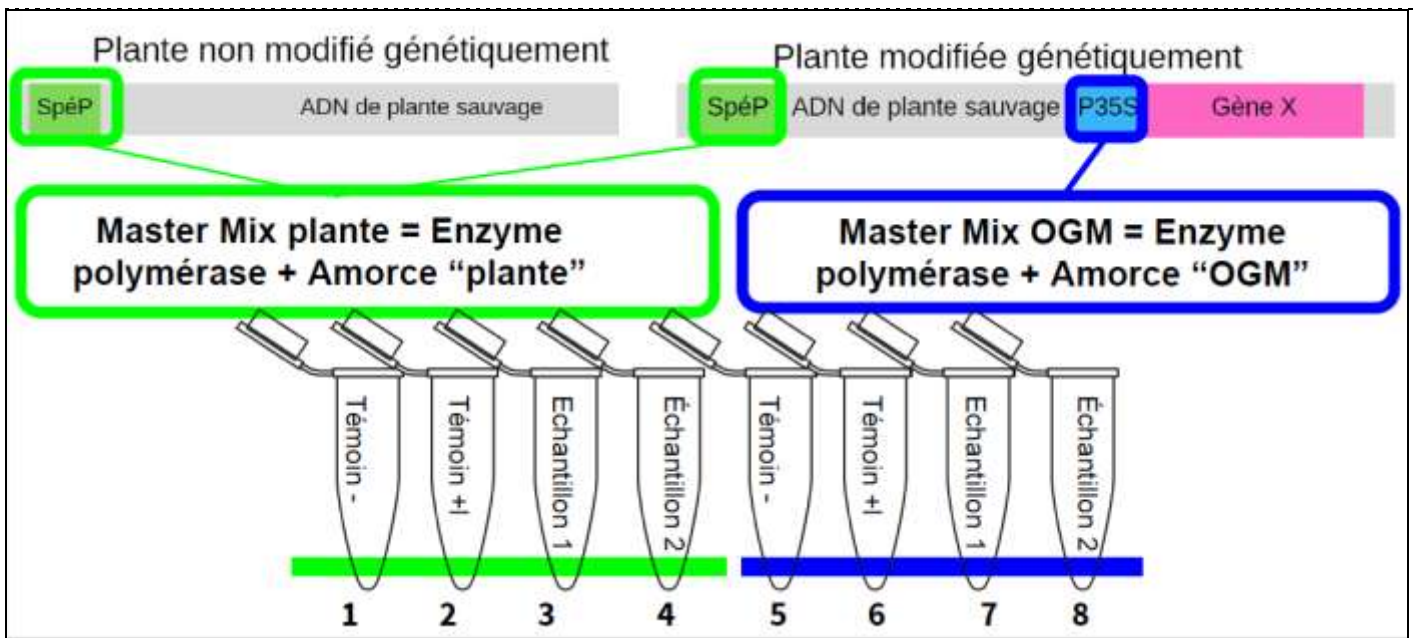


- **Préparation de la réaction d'amplification de l'ADN**

Le travail se fait sur une bande de 8 tubes pour PCR, bien étiquetée pour repérage des échantillons

Le tube 1 contient le master mix conçu pour détecter le marqueur génétique "plante". Il faut en transférer 8 $\mu$ L dans les tubes 2,3 et 4 avec une pipette 5-50  $\mu$  L réglée pour 8  $\mu$  L. (A la fin de l'opération les tubes 1, 2, 3 et 4 doivent contenir chacun 8  $\mu$ L)

Le tube 5 contient le master mix conçu pour détecter le marqueur génétique "OGM". On applique le même principe pour les tubes 6, 7 et 8.



•  **Ajout de l'ADN aux Master Mix**

Prélever 2µL de l'ADN à tester et l'ajouter au master mix plante et OGM dans le tube correspondant (selon le tableau suivant) :



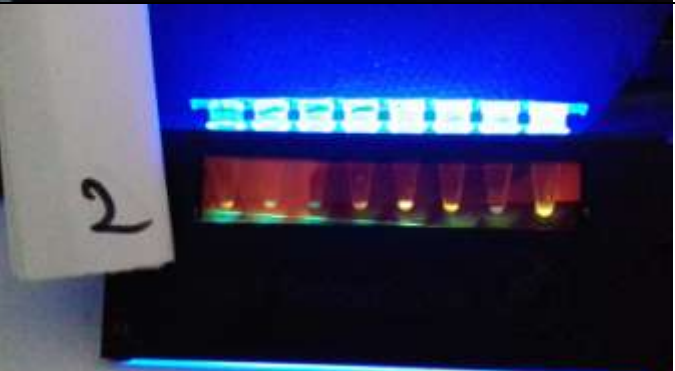






élève	Test CRI (3 et 7)	Test échantillon (4 et 8)	Curtis	O	4 : corn flakes « Kellogs »
Hugo	18	1 : maïs cantine	Marie-Hélène	R	5 : maïs grillé origine espagne
Victor	U	2 : maïs sans OGM « géant vert »	Sofiia	W	6 : Polenta (semoule de maïs) bio
Clara	T	3 : maïs « éco+ »	Alexis	V	7 : polenta « turini »



Agiter et tout placer au bain-marie à 63°C pendant 1h afin d'amplifier l'ADN (si le marqueur est présent dans l'ADN testé)



#### 4.2. Les résultats

Référence de l'échantillon		Résultat
1 : maïs cantine	Photos salade bar cantine	
2 : maïs sans OGM « géant vert »		
3 : maïs « éco+ »		
4 : corn flakes « Kelloggs »		
5 : maïs grillé origine espagne		



6 : Semoule de maïs bio

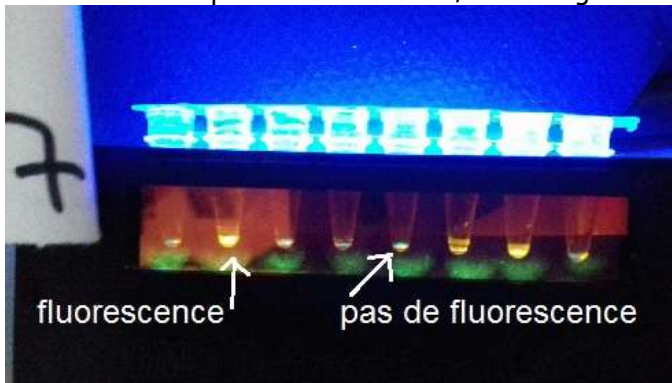


7 : Semoule de maïs polenta « turini »



### 4.3. Interprétation des résultats

Pour préciser dans quels aliments on peut trouver des OGM, on recherche une fluorescence dans le contenu des tubes traversés par la lumière bleue, en les regardant au travers de filtres orange.



Lecture du test

Le tableau suivant présente une interprétation des résultats : + quand le tube présente une fluorescence, - quand le tube ne présente pas de fluorescence (en rouge ce qui nous semble incohérent)

expérimentateur	Eau (tubes 1 et 5)		Témoin OGM (tubes 2 et 6)		Echantillon CRI (tubes 3 et 7)		Notre échantillon (tubes 4 et 8)		bilan
	ADN ?	OGM ?	ADN ?	OGM ?	ADN ?	OGM ?	ADN ?	OGM ?	
1 : Hugo	+	+	+	-	+	-	-	+	Le maïs de la cantine contient des OGM
2 : Victor	+	+	+	+	-	-	-	+	Le maïs « géant vert » contient des OGM
3 : Clara	-	-	-	+	-	+	-	-	Le maïs « éco+ » ne contient pas d'OGM

4 : Curtis	+	+	-	-	-	+	-	+	Les corn flakes « Kelloggs » contiennent des OGM
5 : Marie-Hélène	-	+	+	-	+	-	+	+	Le maïs grillé espagnol contient des OGM
6 : Sofiiia	+	+	+	-	+	-	+	+	La semoule de maïs bio contient des OGM
7 : Alexis	-	-	+	+	+	+	-	-	La semoule de maïs « turini » ne contient pas d'OGM

## Conclusion, perspectives

A la suite de nos tests, les résultats obtenus nous montrent que le maïs de cantine contient des OGM et que le maïs dit sans OGM en contient également. Malheureusement, nous ne savons pas si ces tests sont réellement concluants car nous n'avons pas toujours retrouvé des OGM dans les tubes 2 et 6 qui étaient censés en contenir alors que nous en avons retrouvé pour certains comme les tubes 1 et 5 (témoins négatifs) qui n'étaient pas censés en contenir. Nous n'avons retrouvé des OGM pour aucun des échantillons donné par le CRI.

Au vue de la difficulté à lire les résultats des tests, afin de les vérifier, il nous faudrait recommencer mais cette fois-ci avec des quantités plus importantes des produits. Nous remercions, toute fois, le CRI de nous avoir fourni le matériel nécessaire afin de les réaliser car ce fut une expérience nouvelle pour tout le monde.

Un grand merci à Tonino Rizzo pour son accompagnement efficace à distance tout au long de ce projet.

remercions aussi Jérôme Levée pour la découpe du support du détecteur et la découverte du laboratoire de fabrication numérique de Flers et M. Vettier pour nous y avoir accompagnés.



BERSON Hugo  
BESNEUX Curtis  
CROISE Capucine  
HOUSSIN Simon  
JARRY Sheena  
LEPLEUX Victor  
MESMOUDI Marie Helene  
ROCHERS Lola  
VAPAILLE Alexis  
VAVASSEUR Clara  
MATVIEKAS Jaunius  
PIERRE Maël  
YACHMENYOVA Sofiiia



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 709443.

