

## Mémoire

**Auteur :** Bodart, Mathilde

**Promoteur(s) :** Hindryckx, Marie

**Faculté :** Faculté des Sciences

**Diplôme :** Master en biologie des organismes et écologie, à finalité didactique

**Année académique :** 2015-2016

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/1611>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

Université de Liège - Faculté des Sciences  
Département Biologie, Ecologie, Evolution  
Service de Didactique des Sciences biologiques

Université  
de Liège



**Intérêts et limites du Flip learning (*classe inversée*) pour enseigner la  
génétique dans le secondaire**

Mémoire présenté par ***Mathilde BODART***

En vue de l'obtention du grade de master en biologie des organismes et écologie, à finalité didactique.

Promoteur : HINDRYCKX, Marie-Noëlle

Année scolaire 2015 - 2016

## **REMERCIEMENTS**

---

Je tiens à remercier mon promoteur Marie-Noëlle Hindryckx qui m'a guidé dans cette année d'étude et dans la création de ce mémoire, ainsi que Corentin Poffé qui a permis, grâce à ses relectures, l'achèvement de ce mémoire.

J'adresse également mes remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à ce mémoire en répondant au questionnaire sur la classe inversée.

Je voudrais également remercier tous ceux qui m'ont soutenu dans ma reconversion en professeur : ma famille, mes amies de l'école Bordeaux Sciences Agro, Christian Germain, Bruno Tisseyre et plus particulièrement mon compagnon qui m'a encouragé à trouver ma voie.

J'aimerais dédier ce mémoire à mon père qui a toujours cru en moi et m'a soutenu dans mes choix.

## REMERCIEMENTS

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

<b>I. ELÉMENTS DE CONTEXTE.....</b>	<b>1</b>
<b>I. 1. L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE SUPÉRIEUR EN FÉDÉRATION WALLONIE- BRUXELLES .....</b>	<b>1</b>
<b>I. 2. LE PROGRAMME DE GÉNÉTIQUE EN SECONDAIRE SUPÉRIEUR AU SEIN DE LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES .....</b>	<b>2</b>
I. 2. 1. Les référentiels.....	2
I. 2. 2. Les points difficiles du programme en génétique pour les élèves .....	2
<b>I. 3. LES PRINCIPES DE LA CLASSE INVERSÉE.....</b>	<b>3</b>
I. 3. 1. Définitions .....	3
I. 3. 2. La pédagogie de la maîtrise inversée.....	5
I. 3. 3. La pédagogie de l'activité.....	6
I. 3. 4. Intérêts.....	9
I. 3. 5. Inconvénients.....	11
<b>I. 4. LES NOUVELLES TECHNOLOGIES CHEZ LES JEUNES .....</b>	<b>12</b>
<b>II. PROBLÉMATIQUE .....</b>	<b>14</b>
<b>III. ETAT DE L'ART SUR LA CLASSE INVERSÉE.....</b>	<b>16</b>
<b>III. 1. MÉTHODES UTILISÉES.....</b>	<b>16</b>
<b>III. 2. COMPARAISON D'OUTILS INFORMATIQUES UTILES POUR LA CRÉATION DE SÉQUENCES NUMÉRIQUES.....</b>	<b>17</b>
<b>III. 3. ÉTUDE DE SITES INTERNET UTILISÉS POUR LA CLASSE INVERSÉE .....</b>	<b>20</b>
<b>III. 4. QUESTIONNAIRE AUPRÈS DE PROFESSEURS.....</b>	<b>22</b>
<b>III. 5. ANALYSE DE RÉCITS D'UTILISATION DU PRINCIPE DE LA CLASSE INVERSÉE.....</b>	<b>25</b>
<b>III. 6. BILAN DES ANALYSES ET CONSTRUCTION D'UN MODÈLE DE CLASSE INVERSÉE... 28</b>	<b>28</b>
<b>IV. CRÉATION D'UNE SÉANCE DE COURS EN CLASSE INVERSÉE .....</b>	<b>30</b>
<b>IV. 1. LE CONTENU.....</b>	<b>30</b>
<b>IV. 2. PRÉPARATION DU COURS AU DOMICILE DE L'ÉLÈVE .....</b>	<b>31</b>
<b>IV. 3. QUESTIONNAIRE DE VÉRIFICATION DES CONNAISSANCES.....</b>	<b>32</b>
<b>IV. 4. PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS EN CLASSE.....</b>	<b>34</b>
<b>V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>37</b>
<b>V. 1. RETOUR SUR LES RÉSULTATS OBTENU .....</b>	<b>37</b>
<b>V. 2. UNE PRÉPARATION POUR LES ÉTUDES SUPÉRIEURES .....</b>	<b>37</b>

<b>V. 3. UNE SOLUTION À APPLIQUER PAR TOUS ET PARTOUT ?.....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>40</b>
<b>ANNEXES</b>	
<b>RÉSUMÉ</b>	

## **LISTE DES ILLUSTRATIONS**

---

Figure 1	<i>Les différentes configurations de classes inversées</i>	4
Figure 2	<i>Représentation de la pédagogie de l'activité</i>	8
Figure 3	<i>Pyramide de la taxonomie de Bloom</i>	10
Figure 4	<i>Connaissance du concept de la classe inversée au sein du panel d'enseignants</i>	23bis
Figure 5	<i>Pourcentage des enseignants du panel qui pratiquent la classe inversée</i>	23
Figure 6	<i>Méthodes employées par les enseignants pour faire découvrir le cours au élève à domicile</i>	23
Figure 7	<i>Méthodes utilisés par les enseignants pour les activités des élèves en classe</i>	23
Figure 8	<i>Raisons pour lesquelles les enseignants ne pratiquent pas la classe inversée</i>	24bis
Figure 9	<i>Part des enseignants, ne pratiquant pas classe inversée, qui pense que toutes les matières ne peuvent pas s'inverser</i>	24bis
Figure 10	<i>Extrait des feuilles de cours sur le monohybridisme</i>	31bis
Figure 11	<i>Exercice extrait de la feuille de cours élève</i>	31
Figure 12	<i>Fiche outil sur le monohybridisme</i>	31bis
Figure 13	<i>Extraits de la vidéo sur le monohybridisme</i>	32bis
Figure 14	<i>Illustration des différents commentaires en fonction de la réponse de l'élève à une question</i>	34bis
Figure 15	<i>Extrait de la feuille de cours des élèves</i>	34bis
Tableau 1	<i>Récapitulatif des applications pour la création des vidéos éducatives</i>	20
Tableau 2	<i>Synthèse des notions du programme appliquées au cours sur le monohybridisme</i>	30
Tableau 3	<i>Tableau illustrant les différents groupes sanguins</i>	36

## ***I. ELÉMENTS DE CONTEXTE***

---

### ***I. 1. L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE SUPÉRIEUR EN FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES***

L'enseignement secondaire est divisé en deux sections : une section de transition et une section de qualification, elles-mêmes subdivisées en filières : générale et technique de transition, pour la section de transition, et technique de qualification et professionnelle, pour la section de qualification. Les établissements sont également répartis dans plusieurs réseaux : l'officiel de la Fédération Wallonie-Bruxelles, l'officiel subventionné (confessionnel ou non-confessionnel), le libre subventionné et le libre non-subventionné.

Les élèves ont la possibilité de changer de filière et d'établissement au cours de leurs études. Au regard des indicateurs de l'enseignement 2015 en Belgique (*Fédération Wallonie Bruxelles, 2015, p.37*), on peut noter que de nombreux élèves du secondaire supérieur ont changé d'établissement à la rentrée 2012 : de 17 à 20 % des élèves entre la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup>, de 5 à 11 % des élèves entre la 5<sup>ème</sup> et la 6<sup>ème</sup>. Ainsi, il est difficile pour certains élèves de suivre les cours dans leur nouvel établissement car il n'y a actuellement pas d'uniformisation entre les programmes des différents réseaux, malgré des référentiels de compétences communs entrant en vigueur à partir de septembre 2016.

Si on s'intéresse au redoublement (*Fédération Wallonie Bruxelles, 2015, p.31*), on s'aperçoit qu'au secondaire supérieur plus de 55 % des élèves ont un an de retard scolaire, 30 % ont même au moins deux ans de retard scolaire. Ce taux de redoublement élevé doit impliquer une remise en question de l'enseignement actuel en Fédération Wallonie-Bruxelles.

Nous allons étudier la méthodologie d'enseignement dite de la « classe inversée », ou « flip learning », comme possible solution à ces deux problématiques : 1- parce qu'elle permettrait à l'élève de récupérer le savoir qui était en vigueur l'année précédente dans son école d'arrivée, 2 – parce qu'elle pourrait limiter l'échec, chaque élève étant acteur du rythme de sa connaissance.

## *I. 2. LE PROGRAMME DE GÉNÉTIQUE EN SECONDAIRE SUPÉRIEUR AU SEIN DE LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES*

### **I. 2. 1. Les référentiels**

Les nouveaux référentiels de sciences sont découpés en trois sections différentes :

- Compétences terminales et savoirs requis en sciences générales pour les humanités générales et technologiques<sup>1</sup> (5 heures par semaine pour les 4<sup>ème</sup>, 6 heures par semaine pour le 3<sup>ème</sup> degré) ;
- Compétences terminales et savoirs requis en sciences de base pour les humanités générales et technologiques (3 heures par semaine) ;
- Compétences terminales et savoirs communs en formation scientifique pour les humanités professionnelles et techniques<sup>2</sup>.

Les référentiels sont divisés en unités d'acquis d'apprentissage (UAA) visant la mise en place d'une ou plusieurs compétences disciplinaires. Pour ce mémoire, j'ai décidé d'étudier le programme de génétique, ce qui correspond à :

- UAA 3 « Unité et diversité des êtres vivants » et UAA 8 « De la génétique à l'évolution » pour les sciences générales [Annexe I] ;
- UAA 3 « Unité et diversité des êtres vivants » et UAA 5 « De la génétique à l'évolution » pour les sciences de bases [Annexe II] ;
- UAA 13 « Les organismes vivants contiennent, utilisent et transmettent de l'information génétique » [Annexe III].

Ce découpage permet d'uniformiser les apprentissages entre les établissements et les différents réseaux, puisque ces référentiels sont communs. Il reste cependant une différence entre établissements liée aux différents programmes proposés par les différents pouvoirs organisateurs.

### **I. 2. 2. Les points difficiles du programme en génétique pour les élèves**

S. Cascio (2011) lors de son mémoire a étudié les difficultés liées à l'enseignement et l'apprentissage de la génétique. Les difficultés du côté des élèves semblent venir principalement de l'échelle macroscopique des phénomènes étudiés, qu'ils ne peuvent donc pas directement voir ou toucher, ainsi que plusieurs niveaux d'organisation, ce qui nécessite

---

1. Technologique : technique de transition

2. Technique : technique de qualification

un bonne connaissance des structures microscopiques. Cet auteur regroupe les points difficiles pour les élèves en génétique en cinq items :

- le vocabulaire vaste et complexe, la ressemblance de mots dont la signification est différente; l'emploi d'expressions différentes pour désigner le même phénomène ou l'emploi à tort de certains mots ;
- la notion d'échelle : les élèves ont des difficultés à faire des liens entre les différents niveaux d'organisation, seul le niveau macro est visible par les élèves, le niveau micro reste inaccessible;
- le caractère abstrait de la matière ;
- la mitose et la méiose : les élèves ne voient souvent pas la différence entre ces deux phénomènes, ce qui semble venir d'une mauvaise compréhension de la notion de chromosome ;
- le manque de liens entre les différents concepts, dû à leur séparation dans les programmes et les manuels scolaires.

### *I. 3. LES PRINCIPES DE LA CLASSE INVERSÉE*

#### **I. 3. 1. Définitions**

La manière la plus générale de définir la *classe inversée* est : « Faire le cours à la maison et les devoirs en classe », ce qui est une définition assez succincte. Aucun manuel existant décrit avec exactitude la manière de construire un cours suivant les principes de la *classe inversée*. Cependant certains professeurs ont tenté l'expérience en testant plusieurs méthodes et ont ainsi pu construire différents modèles empiriques de *classe inversée*. Ces enseignants sont partis de plusieurs constats :

- peu d'élèves participent aux cours et pendant de brefs moments ;
- la majorité des élèves apprend par cœur sans arriver à extraire les informations utiles du cours ;
- le temps extra scolaire accroît les écarts entre élèves car certains élèves ne peuvent pas être aidés par leurs parents ou avoir un professeur particulier ;

Ces modèles sont basés sur plusieurs pédagogies différentes : la pédagogie de l'activité (constructivisme) et la pédagogie de la maîtrise inversée (behaviorisme). Cependant un point commun existe entre ces différentes méthodes : l'inversion des rôles entre l'élève et l'enseignant. L'enseignant n'est plus au centre du savoir, il n'est plus le

transmetteur du savoir il devient l'accompagnateur du savoir. Ainsi, l'élève est remis au centre de son apprentissage. Le but de ces méthodes est de mettre davantage les élèves au travail pendant les cours.

M. Lebrun (2016) distingue trois niveaux de classes inversées (Figure 1) qui diffèrent en fonction des rôles des élèves et des enseignants mais également en fonction du rapport au savoir :

- la *classe translatée* (niveau 1) : la partie transmissive de l'enseignement est fait « à distance » en préalable à la séance (vidéo, lecture, préparation d'exercices) et l'apprentissage est basé sur des activités et des interactions en classe avec l'enseignant et les autres élèves grâce à des projets, des activités, des laboratoires... Il y a seulement un « glissement spatio-temporel de ces différentes activités » : la théorie est vue avant le cours et la pratique intervient pendant le cours.
- la *classe inversée* (niveau 2) : les élèves récoltent eux-mêmes et « à distance » différents savoirs, individuellement ou en groupes, (en effectuant des recherches, des lectures, des interviews...) qu'ils devront présenter en classe devant leurs pairs qui les évalueront. Les élèves modéliseront les différents savoirs récoltés en classes avec leurs pairs. Dans ce cas, l'enseignant définit la thématique et les contraintes de la recherche, puis il accompagne également la construction des connaissances.
- La *classe renversée* (niveau 3) : c'est une hybridation des niveaux précédents qui se fait en quatre temps :
  - (1) Expérience concrète (Niveau 2 à « distance ») : recherche d'informations en dehors de la classe
  - (2) Observation réfléchie (Niveau 2 « en classe ») : présenter les informations trouvées
  - (3) Conceptualisation abstraite (Niveau 1 à « distance ») : prendre connaissance des théories
  - (4) Expérimentation active (Niveau 1 « en classe ») : consolider les acquis

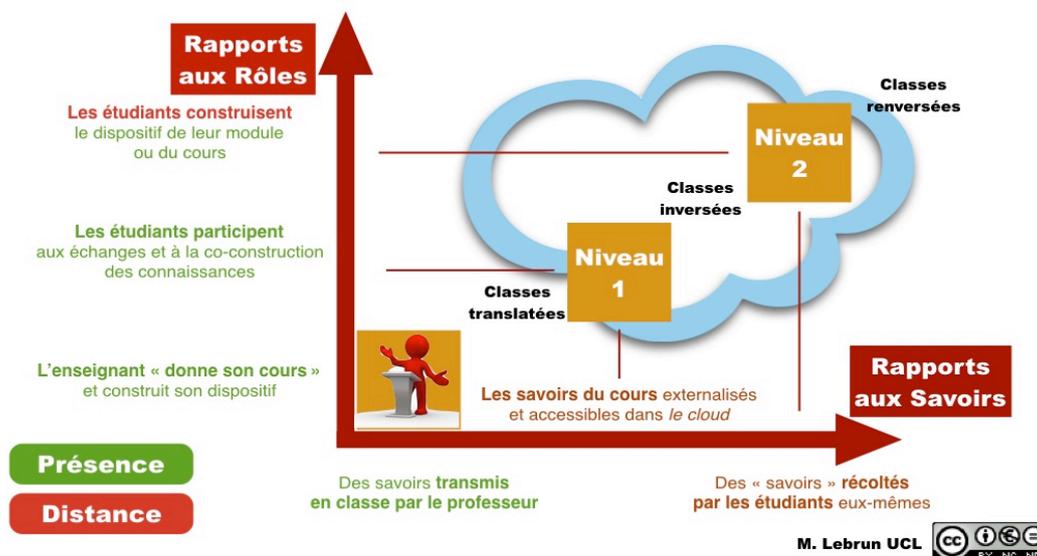


Figure 1 : Les différentes configurations de classes inversées (Lebrun, 2016)

### I. 3. 2. La pédagogie de la maîtrise inversée

Bergmann et Sams (2014) sont partis de la définition de la pédagogie de la maîtrise popularisée par Benjamin Bloom dans les années 60, afin de construire leur propre modèle de classe inversée. L'idée de base de cette pédagogie est que « *tout élève est capable de maîtriser toute matière, à condition de disposer de temps et de soutien* » (Bergmann & Sams, 2014, p.59). Ainsi, chaque élève progresse à son propre rythme en ayant une série d'objectifs pédagogiques à maîtriser. Les élèves travaillent soit en petits groupes soit individuellement et sont évalués sur la compréhension des différents objectifs pédagogiques avec un feedback rapide, ce qui augmente la collaboration entre élèves et renforce la confiance en soi.

Cette méthode a été peu appliquée, malgré de très bons résultats, à cause de la surcharge de travail qu'elle demandait à l'époque. En effet, l'enseignant devait créer de nombreuses évaluations différentes, évaluer de nombreux objectifs simultanément et se répéter souvent au sein d'une même classe. Actuellement, avec le développement des nouvelles technologies, il est possible de contourner les difficultés rencontrées :

- le professeur n'a plus besoin de se répéter sans cesse ; les élèves peuvent visionner des vidéos à leur propre rythme ; il peut ainsi consacrer plus de temps à aider des élèves en difficulté et à expliquer des notions difficiles;

- les ordinateurs peuvent gérer de nombreuses évaluations différentes à partir d'un réservoir commun de questions et donnent aussi un retour rapide aux élèves sur leur avancement grâce aux corrections enregistrées et à la notation calculée directement.

Si on applique cette pédagogie à une classe inversée, cela implique une liste de conditions à mettre en œuvre pour qu'elle soit efficace :

- l'enseignant doit pouvoir répondre aux questions des élèves, mais il doit également pouvoir chercher une réponse avec eux s'il ne connaît pas la réponse sur le moment ; il doit également être capable de donner un cours de manière non linéaire en fonction des avancées des élèves et ainsi « *céder le contrôle du processus d'apprentissage* » (Bergmann & Sams, 2014, p.63) ;
- les objectifs d'apprentissage doivent être définis clairement en début de cours et toujours rester consultables par les élèves afin qu'ils puissent se positionner dans leur niveau de maîtrise ;
- les activités d'apprentissage doivent être stimulantes afin de permettre une bonne participation des élèves et favoriser l'apprentissage ;
- Un accès aux vidéos doit être assuré à tous les étudiants, il faut donc avoir plusieurs moyens de diffusion et s'assurer qu'elles soient lisibles sur plusieurs supports (ordinateur, tablette, smartphone, télévision) ;
- l'enseignant doit proposer plusieurs versions d'évaluations formatives en fonction des avancements des élèves.

### I. 3. 3. La pédagogie de l'activité

Taurisson et Herviou (2015) se sont appuyés sur plusieurs théories : celle de Vygotski, de Léontiev et d'Engeström.

Vygotski appartient au courant des socioconstructivistes qui « met l'accent sur deux aspects centraux, à savoir l'influence du social et de la culture sur le développement » (Fagnant, 2015, p. 93). Il donne ainsi une importance aux interactions sociales et aux outils dans la relation entre l'homme et son environnement même si l'apprentissage est individuel. Il soutient également que « *le seul bon enseignement est celui qui précède le développement* » (cité par Fagnant, 2015, p. 95), c'est-à-dire que le bon enseignement est celui qui met l'élève dans sa zone proximale de développement qui est la zone de difficulté

située entre son niveau actuel et son niveau potentiel. Ainsi, si un problème est trop simple, l'élève n'apprendra pas et donc ne se développera pas, mais si un problème est trop complexe il n'évoluera pas non plus, car celui-ci lui sera hors de portée. La zone proximale de développement est propre à chaque élève, c'est son « *espace potentiel de progrès* » (Fagnant, 2015, p. 95).

Léontiev défend que la conscience individuelle est indispensable à l'apprentissage, ce qui signifie que le travail effectué doit avoir un sens pour permettre l'apprentissage (Taurisson & Herviou, 2015). L'intériorisation est le processus permettant d'acquérir et de modifier les données extérieures pour leur donner un sens. Ainsi, on peut intérioriser les informations puis se les approprier. Pour cela, l'enseignant doit permettre à l'élève de comprendre comment il doit apprendre. Il définit également l'activité comme une « *organisation sociale du travail tournée vers le développement de la conscience* » (Taurisson & Herviou, 2015, p. 75), elle doit préciser ce que les élèves doivent apprendre et comment.

Engeström a développé plus profondément la théorie de l'activité, en insistant également sur l'importance de la collaboration dans l'apprentissage (Taurisson & Herviou, 2015). Dans une activité d'apprentissage, le but ne doit pas pouvoir être atteint seul ni facilement, il doit nécessiter l'utilisation d'outils qui permettent de structurer la pensée et d'acquérir de nouvelles connaissances afin d'établir une stratégie pour résoudre le problème. L'organisation d'une activité est régie par différentes médiations :

- la *médiation par les outils* : ce sont des aides qui permettent de réaliser la production demandée par l'activité ;
- la *médiation par les règles* : les règles clarifient le fonctionnement de l'activité ainsi que les rôles des apprenants ;
- la *médiation par la communauté* : la communauté comprend toutes les personnes qui interviennent dans la réalisation de la production (le professeur, la classe, les sous-groupes, mais aussi d'autres personnes en dehors de la classe comme les parents ou les amis). Toutes ces personnes exercent des médiations différentes permettant d'accompagner l'apprentissage;
- la *médiation par la division du travail* : tous les élèves n'arrivent pas forcément à remplir les mêmes actions mais en discutent ensemble et mettent leurs connaissances en commun afin que tous arrivent à réaliser la production demandée.

Pour résumer les différents apports de la théorie de l'activité au domaine scolaire (Figure 2), il faut structurer la classe pour que les élèves puissent travailler efficacement en petits groupes, afin de leur permettre d'acquérir des compétences à partir de ce qu'ils produisent. L'enseignant se retrouve architecte de l'activité et doit favoriser la collaboration, l'utilisation d'outils permettant la résolution du problème, la mise en œuvre de la zone proximale de développement chez chaque élève, les multiples médiations et le développement de la conscientisation pour l'intériorisation des informations.

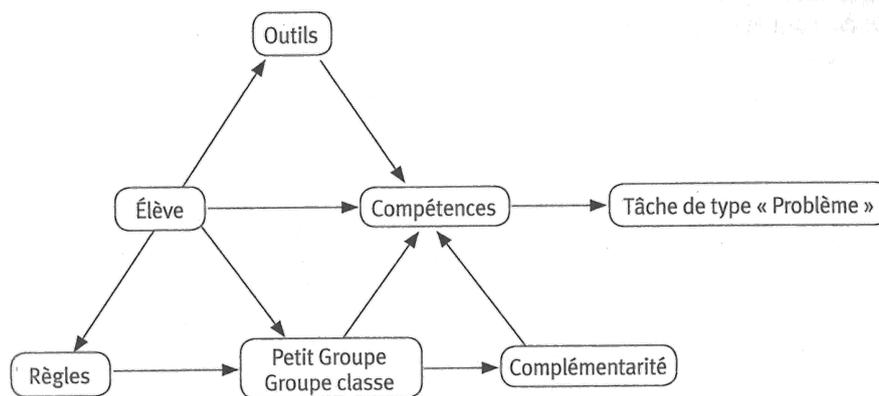


Figure 2 : Représentation de la pédagogie de l'activité (Taurisson & Herviou, 2015, p. 85)

Les outils sont des médiateurs entre l'élève et les compétences visées, ils indiquent les étapes à franchir pour résoudre le problème et peuvent rappeler brièvement des connaissances. La collaboration doit se faire au sein des différents groupes. Pour cela il est indispensable de veiller à avoir une certaine hétérogénéité qui va servir de moteur au groupe. Les règles doivent être explicitées pour permettre la collaboration entre les élèves. La complémentarité est assurée par la diversification des rôles que vont jouer les élèves au sein d'un groupe selon l'objet abordé. Le problème doit se situer dans la zone proximale de développement des élèves afin d'être stimulant et de permettre le développement de nouvelles compétences. Trop souvent, les élèves cherchent directement la réponse au problème posé plutôt que de se focaliser sur la manière de résoudre le problème proposé, c'est pourquoi les outils doivent leur permettre de se poser les questions pertinentes au bon moment. L'hétérogénéité du groupe permet aussi le développement de cette compétence car, les individus n'avançant pas au même rythme, les questions nécessaires à l'avancement du groupe vont alors apparaître grâce à la communication entre élèves. Ainsi, si un élève réussit à résoudre un problème alors qu'un autre n'y arrive pas et demande au premier de

l'aide en lui posant des questions ; ils vont s'entraider. L'élève en difficulté va donner l'occasion à l'autre d'explicitier son raisonnement, y compris à lui-même, et celui qui explique va permettre à l'élève en difficulté de comprendre le raisonnement à adopter pour résoudre son problème.

L'application de cette pédagogie implique une liste de conditions à mettre en œuvre pour que cette pédagogie soit efficace :

- les élèves travaillent en groupes de 2 à 4 élèves pour résoudre un problème à l'aide d'une fiche descriptive indiquant les travaux à faire individuellement et ceux à faire en groupe. Ainsi, chaque élève peut avancer à son rythme et être aidé par les autres élèves afin de réaliser la tâche demandée ;
- les groupes doivent tous avoir un intérêt commun : la réussite individuelle de chacun, c'est-à-dire qu'à la fin du parcours chaque individu doit être capable de réaliser le travail ;
- l'enseignant circule au sein de la classe et peut ainsi aider des groupes ou des élèves lorsqu'ils font face à une difficulté qu'ils n'arrivent pas à surmonter, sans pour autant donner la réponse car il doit permettre aux élèves de trouver eux-mêmes la réponse. Il régule le temps et peut aussi faire une mise au point générale si besoin ;
- les outils doivent être clairs et facilement réutilisables, ils doivent permettre aux élèves de trouver la stratégie adaptée au problème pour acquérir des connaissances. Pour permettre à l'élève de créer des liens entre ses connaissances, les outils ne doivent pas reprendre les précédents mais leur faire référence ou renvoyer à des parties de cours. La taille idéale est une fiche avec au recto, les consignes et au verso, des exemples. Actuellement, avec le développement des nouvelles technologies, le format numérique est encore plus adapté car il permet de n'afficher qu'une partie d'un document en zoomant et de faire des hyperliens facilement utilisables.

### **I. 3. 4. Intérêts**

La littérature sur la classe inversée fait mention de nombreux intérêts à l'utilisation de cette méthode :

- la possibilité de faire des tâches impliquant tous les niveaux de la taxonomie de Bloom (Figure 3), ce qui permet de valider l'ensemble des niveaux d'acquisition des compétences. Les niveaux « Reconnaître » et « comprendre » sont vus à l'extérieur de la classe, on peut ainsi axer la mise en œuvre des niveaux supérieurs de cette taxonomie en classe par le biais de différentes activités permettant le développement des apprentissages chez les élèves (M. Lebrun, CLISE, 27 janvier 2016) ;

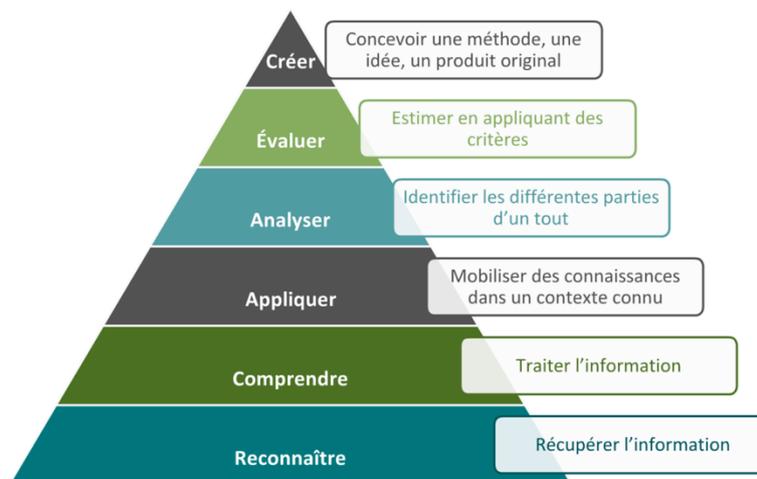


Figure 3 : Pyramide de la taxonomie de Bloom [<http://www.biotechno.fr>]

- Le temps libéré en classe grâce au cours vu en dehors de la classe permet plus de mises en application diversifiées du cours et ainsi de mettre en activités les connaissances pour développer des compétences (Mazur, Brown, & Jacobsen, 2015);
- Les élèves apprennent à travailler en groupe et à développer la collaboration entre pairs, ce qui améliore les interactions entre élèves. Cette compétence est nécessaire dans le monde du travail où le travail en équipe est courant (Bergmann & Sams, 2012);
- Les corrigés des exercices et activités permettent une vérification simple et rapide par les élèves ; ils peuvent ainsi avoir un retour sur les différentes étapes de la résolution de l'exercice (Bergmann & Sams, 2012) ;
- La théorie des cours, vue en dehors, de la classe responsabilise les élèves dans leurs apprentissages et leur apprend à gérer leur temps en dehors de la classe. Ils peuvent anticiper la découverte du cours, rattraper leur absence et le revoir pour les examens ou lorsqu'ils en ont besoin. Ces cours sont étudiables quand et où le

désire l'élève ; il a la possibilité d'étudier à son rythme, même lors du visionnage des vidéos, en utilisant le bouton pause et retour en arrière et lorsqu'il en a envie (*Mazur et al., 2015*). Les parents peuvent aussi profiter de ces cours à domicile pour revoir avec leurs enfants certaines connaissances (*Bergmann & Sams, 2012*) ;

- Les fiches d'apprentissages distribuées en début de séquence développent l'autonomie des élèves, en leur permettant de pouvoir visualiser leur avancement par rapport aux objectifs d'apprentissages. Ils peuvent ainsi travailler à leur rythme et viser le franchissement de paliers d'apprentissages plutôt que seulement des points à l'évaluation finale (*Bergmann & Sams, 2012*);
- Le professeur, dans son rôle d'accompagnateur du savoir, peut consacrer plus de temps aux élèves en difficulté et donc personnaliser et différencier ses interventions auprès des élèves. Les interactions élève-professeur sont plus nombreuses et mieux adaptées aux besoins de l'élève (*Bergmann & Sams, 2012*);
- Il y a la possibilité d'avoir une réelle différenciation entre les élèves en adaptant le nombre et la difficulté des exercices, ainsi on peut respecter le rythme de chaque apprenant (*Mazur et al., 2015*) ;
- La gestion de classe se trouve modifiée : il y a moins de déficit d'attention des élèves qui sont tous plus ou moins occupés dans leur groupe de travail (*Bergmann & Sams, 2012*);
- Dans l'enseignement spécialisé, les élèves ont la possibilité de voir le cours en détails avec une aide extérieure, comme un logopède, les élèves sont ainsi plus aptes à profiter du temps en classe (*Bergmann & Sams, 2012*) ;

### **I. 3. 5. Inconvénients**

À côté des nombreux avantages que présente cette méthode, il y a également plusieurs inconvénients qui peuvent expliquer le fait que tous les professeurs ne souhaitent pas appliquer cette méthode :

- Lors de la découverte du cours à domicile les élèves n'ont pas la possibilité de poser des questions en direct à leur enseignant ; ce qui peut entraîner des incompréhensions du cours (*Mazur et al., 2015*) ;

- Le niveau sonore en classe peut être élevé à cause des échanges entre élèves, ce qui peut gêner certains d'entre-eux ; le rôle du professeur est alors de définir un niveau sonore acceptable et de le faire respecter par les élèves pour permettre le travail de tous (*Bergmann & Sams, 2012*) ;
- Les élèves doivent apprendre à visionner efficacement les vidéos pour en tirer les informations utiles du cours et réussir à prendre des notes ;
- Cette méthode dépend de la motivation des élèves ; si les élèves ne visionnent pas le cours avant de venir en classe, ils ne peuvent pas participer aux activités préparées. Ils ne peuvent commencer les activités proposées qu'après étude du cours avec le risque de se retrouver seul et non en groupe (*Bergmann & Sams, 2012*);
- La classe inversée demande au professeur une part importante de travail en amont des cours ; certains professeurs peuvent ne pas vouloir/pouvoir investir autant de temps pour une heure de cours (*Mazur et al., 2015*);
- La place « traditionnelle » du professeur est remise en question : son rôle n'est plus de distribuer le savoir mais de permettre aux élèves d'avoir accès eux-mêmes au savoir à travers des activités mobilisant les connaissances acquises grâce aux supports de cours. Lors de ses interventions, le professeur ne doit pas donner la réponse à l'élève mais il doit lui permettre de mobiliser ses connaissances pour la trouver par lui-même ;
- Si la communication sur cette méthode n'est pas clairement faite auprès des parents, ces derniers peuvent avoir une image de professeur démissionnaire qui n'enseigne plus en classe mais se contente de faire regarder des vidéos, ou lire des textes à ses élèves en dehors des cours (*Bergmann & Sams, 2012*);

Après, avoir étudié la littérature sur la classe inversée, je vais à présent m'intéresser à l'utilisation des nouvelles technologies par les jeunes. En effet, il semble que les technologies de l'information et de la communication soient devenues des catalyseurs pour les pratiques pédagogiques et sont pertinentes dans ce contexte de *classe inversée*.

#### ***I. 4. LES NOUVELLES TECHNOLOGIES CHEZ LES JEUNES***

En regardant les chiffres du baromètre de la société de l'information 2015 (*SPF Economie, 2015*) en Belgique, on se rend compte que la société devient numérique et que,

par conséquent, l'école le devient également. En effet, en 2014, 83 % des ménages belges sont connectés à Internet et ce chiffre va même jusque 94 % pour les ménages avec enfants. De plus, dans la tranche d'âge 16-24 ans, seul 3 % n'ont jamais utilisé Internet. Il est à noter que 73,5 % des abonnements Internet fixe ont un haut débit (supérieur à 30Mbps) et seulement 13,5 % des abonnements ont un ultra haut débit (supérieur à 100Mbps). Ce qui fait d'Internet un moyen d'accès à l'information largement répandu au sein des élèves de secondaire.

Une étude de 2015 (*Malengreau, 2016*) indique que deux tiers des belges âgés de 16 à 34 ans possèdent un smartphone et 55 % utilisent leur smartphone pour se connecter à Internet. Le temps que ces jeunes passent en ligne sur leur smartphone est en moyenne de presque deux heures par jour. La couverture réseau en Internet 3G et 4G [Annexe IV] est bonne sur pratiquement les deux tiers Nord de la Belgique. On remarque que le Sud de la Belgique, notamment les Ardennes, est peu couverte en Internet mobile à haut débit.

Ainsi, si l'enseignant met à disposition des supports de cours sur Internet, un grand nombre d'élèves y auront accès. Il faudra cependant ne pas négliger les élèves qui n'y auront pas accès à leur domicile ou qui ne pourront pas les visualiser facilement à cause de la qualité de leur connexion Internet ou du type d'ordinateur disponible à la maison.

***Face à la difficulté de l'enseignement de la génétique, la classe inversée semble être une bonne solution pour surmonter ce problème. Ce mode d'enseignement est adapté au différentiel de vitesse d'apprentissage entre les élèves et les technologies de l'information actuelles permettent de faire plus facilement des cours interactifs et attractifs pour les élèves. Cependant, cette méthode est sans doute plus délicate à mettre en place que la méthode traditionnelle.***

## **II. PROBLÉMATIQUE**

---

Avant de commencer mes études en Belgique pour devenir professeur de sciences biologiques, j'ai été professeur particulier de sciences en France. J'ai ainsi pu me rendre compte que de nombreux élèves n'avaient pas bien assimilé le cours et ne parvenaient pas à réaliser les devoirs demandés par le professeur. Pour certains, il suffisait simplement de les aider lorsqu'ils butaient sur certains points de méthode ou d'application, alors que pour d'autres, il fallait revoir le cours entièrement car l'élève n'avait fait que recopier ce que le professeur avait écrit au tableau sans forcément prendre ou avoir le temps de comprendre. On peut donc faire le constat que les élèves semblent avoir besoin d'un professeur sous la main lorsqu'il faut utiliser des connaissances pour répondre à des questions ou faire des exercices. Ils n'ont pas profité de la présence de l'enseignant en classe pour comprendre et savoir réutiliser les connaissances.

Les élèves ont évolué ces dernières années avec l'arrivée des nouvelles technologies. Taurisson et Herviou (2015) définissent « *les nouveaux élèves* » comme des élèves qui n'ont plus besoin de l'école pour avoir accès au savoir : « *L'école [...] n'est plus ce temple dédié au savoir* » (Taurisson & Herviou, 2015, p. 24). L'information est accessible partout et par tous grâce aux nouvelles technologies et leur écran tactile qui permet de naviguer presque directement dans le flux d'informations. Ces mêmes auteurs mettent aussi en avant l'arrivée de « nouvelles classes » plus remplies et très hétérogènes, auxquelles l'enseignement frontal avec un rythme unique et peu de différenciation n'est pas adapté, alors que cette hétérogénéité peut devenir une force si elle est bien gérée au sein d'une classe. Devant ces « nouveaux élèves », les professeurs doivent adapter leur manière d'enseigner : ils ne sont plus les transmetteurs du savoir, mais ils doivent devenir des accompagnateurs du savoir afin d'apprendre aux élèves à retirer les informations importantes accessibles aux élèves.

En sciences biologiques, il est reconnu que la génétique est un chapitre difficile à enseigner pour les professeurs et difficile à comprendre et à retenir pour les élèves (Cascio, 2011). Cependant, au-delà de la formation de futurs scientifiques, il est important d'enseigner la génétique afin de former des citoyens capables de comprendre les enjeux des nombreux sujets d'actualité en lien avec cette science (OGM, clonage, thérapie génique, séquençage du génome humain...) souvent au cœur de différentes polémiques.

La méthode dite de la classe inversée (*cf. 1. 2. Les principes de la classe inversée*) est une méthode qui permettrait de remettre l'élève au centre de son apprentissage. Profitant du fait que les « nouveaux élèves » sont connectés pratiquement en permanence aux informations grâce aux nouvelles technologies, on peut envisager d'enseigner la génétique en secondaire supérieur grâce à la méthode de la classe inversée.

L'objectif de ce mémoire est de voir comment, grâce à la méthode d'enseignement dite de la *classe inversée*, optimiser l'utilisation des nouvelles technologies pour permettre aux élèves de construire leur savoir sur les chapitres de génétique afin de fournir aux enseignants les clés pour implanter cette méthode dans leurs enseignements.

### **III. ETAT DE L'ART SUR LA CLASSE INVERSÉE**

---

#### **III. 1. MÉTHODES UTILISÉES**

Le concept de la *classe inversée* résulte de la volonté de plusieurs professeurs qui en ont tenté l'expérience avec leurs élèves. Ainsi, même si aucune définition ne cadre strictement cette méthode, ces mêmes professeurs nous ont légués plusieurs modèles empiriques (cf. I. 2. *Les principes de la classe inversée*) qui nous permettent de la conceptualiser. C'est pourquoi, pour construire une séance de cours en utilisant le principe de la *classe inversée*, je me suis inspirée de ces méthodes.

- ***Comparaison d'outils informatiques utiles pour la création de séquences numériques***

Je me suis basée sur les nouveaux outils numériques qu'il est possible d'avoir à disposition : un ordinateur portable, une tablette numérique, un smartphone. De mon côté, j'ai pu tester certaines applications de création de vidéos disponibles sur ordinateur Mac, sur Ipad et sur smartphone sous Android. Mes comparaisons se sont basés sur plusieurs critères : (1) la facilité d'utilisation, (2) les fonctionnalités disponibles, (3) les plateformes d'utilisation, (4) le prix.

- ***Étude de sites utilisés pour la classe inversée***

Certains enseignants ont mis en ligne des sites web de différentes complexités permettant de donner accès aux élèves, ainsi que parfois à d'autres enseignants, au contenu de leurs cours. J'ai comparé plusieurs d'entre eux pour voir différentes méthodes de *classe inversée* numérique. Je me suis basée sur quatre sites web :

- <http://mathinverses.weebly.com/> : site créé par deux professeurs de mathématiques et de sciences économiques au niveau secondaire inférieur et supérieur en Belgique ;
- <http://www.chrismath.fr/> : site créé par un professeur de mathématiques en secondaire inférieur en France ;
- <https://fr.khanacademy.org/> : site américain qui est une importante plateforme de vidéos organisées ;
- <http://sciencesgenevoix.jimdo.com/> : site créé par un professeur de sciences physiques au secondaire supérieur en France.

- **Questionnaire auprès de professeurs**

Afin d'avoir un aperçu des *a priori* sur la *classe inversée* auprès d'enseignants, j'ai réalisé un questionnaire informatisé [Annexe V] qui a été diffusé par mails et les réseaux sociaux. Ce questionnaire a été réalisé en ligne à l'aide de Google Forms ; il est composé de vingt-cinq questions et il est découpé en quatre parties :

- 1) Partie commune à tous : informations générales sur l'enseignant et la *classe inversée* (Questions 1 à 7)
- 2) Partie pour les personnes pratiquant la *classe inversée* (Questions 8 à 17)
- 3) Partie pour les personnes ne pratiquant pas la *classe inversée* (Questions 18 à 23)
- 4) Partie commune à tous : informations complémentaires sur la *classe inversée* (Questions 24 et 25)

La dernière partie permettait aux participants de laisser leur adresse email afin de pouvoir recevoir ce mémoire et obtenir plus d'informations sur la *classe inversée*. Il y avait également un espace pour permettre de laisser des commentaires supplémentaires.

- **Analyse de récits d'utilisation du principe de la classe inversée**

Je me suis basée sur plusieurs sources : des discussions réalisées auprès de professeurs pratiquant la classe inversée pendant le séminaire CLISE 2016 (*Classe Inversée la Semaine*) qui s'est déroulé à Nivelles le 27 Janvier 2016, des lectures d'articles (*Bélangier, 2013; Fulton, 2012; Jensen, Kummer, & Godoy, 2015; Marcey & Brint, 2012; Stone, 2012*) et de livres (*Khan, 2012 ; Bergmann & Sams, 2012 ; Taurisson & Herviou, 2015*) relatant des expériences de *classe inversée* et des entretiens par e-mails avec des professeurs.

Ainsi, malgré l'absence de définition précise de classe *inversée*, ces différentes analyses m'ont permis de me construire mon propre modèle à appliquer à la séance de cours.

### III. 2. COMPARAISON D'OUTILS INFORMATIQUES UTILES POUR LA CRÉATION DE SÉQUENCES NUMÉRIQUES

Pour cette partie je me suis d'abord posée plusieurs questions : (1) Sur quoi les enseignants ont l'habitude de travailler ? (2) Sur quoi est-il plus facile de créer des vidéos personnalisées ? Ainsi, j'en ai conclu que la plus grande partie du temps, lorsqu'il s'agit de préparer des cours, les enseignants utilisent leur ordinateur (portable ou fixe) ; mais pour

créer des vidéos personnalisées, il serait intéressant de considérer aussi les tablettes tactiles, car elles permettent l'ajout manuel de notes ou d'éléments directement sur la vidéo.

Si le smartphone est peu pratique pour créer les vidéos, il ne doit cependant pas être mis de côté : en effet, c'est un outil très interactif que la plupart des personnes ont maintenant avec eux en permanence. C'est pourquoi je l'ai plutôt considéré comme un outil permettant de capturer des moments intéressants, sous forme de vidéos, de photos ou d'enregistrements vocaux, mais ayant une utilité limitée dans la personnalisation de vidéos.

Les logiciels conçus pour l'enseignement utilisent les enregistrements vidéos par capture d'écran, avec pour fond un tableau de classe (blanc, noir, vert), un document ou une présentation déjà créée préalablement. Pour attirer l'attention des élèves on peut soit utiliser un pointeur soit utiliser un crayon pour entourer, souligner ou écrire sur la présentation, soit insérer du texte calligraphié. Lors de l'enregistrement, il est possible de mettre la vidéo en pause pour écrire ou insérer des objets, mais ces pauses n'apparaîtront plus lors du visionnage de la vidéo. Les vidéos créées peuvent parfois être modifiées directement dans l'application puis exportées. Ces applications ont une utilisation assez intuitive mais il est également possible et aisé de trouver une aide supplémentaire sur internet. L'écriture sur l'écran peut être rendue plus facile avec l'utilisation d'un stylet qui permet une plus grande précision.

Il existe de nombreuses applications disponibles pour créer des vidéos sur tablette. J'ai pu tester certaines applications sur ma tablette Apple fonctionnant sous iOS :

- Explain Everything (5,99€ *version iOS*, 4,30€ *version Android*) : logiciel permettant l'enregistrement de vidéos en capture d'écran avec de nombreuses fonctionnalités annexes : possibilité de modification des parties de la vidéo dans l'application, exportation sous format vidéo, image ou PDF sur de nombreux endroits de stockage (Dropbox, YouTube, Google Drive, OneDrive, Evernote, Box, iCloud) ou par mail ;
- Show Me (*disponible sous android et iOS, en version gratuite*) : logiciel permettant l'enregistrement de vidéo en capture d'écran avec cependant peu de fonctionnalités annexes : pas de modification de la vidéo dans l'application, exportation gratuite uniquement dans la communauté 'Show me' et un espace de stockage gratuit limité. Cette application est disponible uniquement en anglais ;

- Notability (2,69€ version iOS uniquement) : logiciel permettant de faire des annotations sur des documents avec un zoom intelligent qui permet d'écrire plus facilement sur le document, et qui est permet l'export sur d'autres endroits de stockage (Dropbox, Google Drive, Box);
- Tellagami Edu (disponible uniquement sur iOS en version gratuite) : logiciel permettant de créer des animations vidéos avec un avatar virtuel et sa propre voix.

Malgré la praticité des tablettes et smartphones tactiles décrite ci-dessus, l'ordinateur, probablement l'outil numérique le plus répandu pour créer ses cours, continue à s'avérer utile. Cependant pour la création de vidéo, son utilisation est souvent perçue moins intuitive, sauf dans le cas d'ordinateurs avec écran tactile : dessiner à l'écran avec une souris n'est pas chose facile même avec l'utilisation d'une tablette graphique et d'un stylet. C'est pourquoi je n'ai testé qu'un logiciel simple de capture d'écran : Quick Time Player. Assez facile d'utilisation, il permet de capturer tout ou seulement une partie de l'écran, la vidéo peut ensuite être mise en forme grâce à des logiciels de montage vidéo, comme iMovie (iOS) ou Windows Movie Maker (Windows), qui proposent de nombreuses fonctions pour monter des vidéos. Je propose d'utiliser plutôt l'ordinateur pour la création des présentations qui serviront de support aux vidéos ; pour cela, un simple logiciel tel que Power Point ou Keynote (iOS) peut suffire.

Pour résumer, je reprends ci-dessous l'ensemble des applications testées avec leurs supports associés :

Outil	Utilité	Logiciels à utiliser
Ordinateur	Enregistrement de vidéos	Webcam intégrée / micro intégré
	Capture d'écrans	Quick Time Player (iOS) Cam Studio (Windows)
	Création de présentation	Power Point Keynote (iOS)
Tablette tactile	Enregistrement de vidéos	Caméra intégrée / micro intégré
	Capture d'écrans	Explain everything Show me
	Création de vidéos animées	Tellagami Edu
Smartphone	Enregistrement des vidéos / photos	Caméra intégrée
	Enregistrement de sons	Microphone intégré

Tableau 1 : Récapitulatif des applications pour la création des vidéos éducatives

Comme nous l'avons vu précédemment dans ce mémoire, les vidéos doivent être de courte durée, entre 3 et 5 minutes et ne contenir qu'une seule notion importante, pour être visualisables plusieurs fois et permettre de maintenir l'attention des élèves. C'est pourquoi avant de commencer une vidéo, il est important de réaliser un script simple pour ne pas se perdre lors de la création de la vidéo. La création d'une présentation simplifiée au préalable est donc une bonne méthode pour s'assurer de la logique de la vidéo et de son contenu afin de permettre aux élèves de prendre ou de compléter des notes grâce à la vidéo.

### III. 3. ÉTUDE DE SITES INTERNET UTILISÉS POUR LA CLASSE INVERSÉE

J'ai classé les sites étudiés en trois catégories différentes en fonction de la difficulté de création pour les professeurs :

1. une plateforme préexistante (par exemple, le site de la *Khan Academy*) permettant à n'importe quel enseignant de gérer ses classes en guidant les élèves vers des contenus disponibles en ligne et lui permettant de suivre leur évolution ;

2. un blog organisé où le professeur dépose différentes vidéos ou devoirs que l'élève doit faire avant le cours, comme le site <http://www.chrimath.fr/> et le site <http://sciencesgenevoix.jimdo.com/> ;
3. des sites créés pour les cours en *classe inversée*, plus complets, comme <http://mathinverses.weebly.com/> ;

La catégorie 1, qu'on pourrait appeler « clé en mains », est complète et assez simple d'utilisation : le professeur crée ses classes, y ajoute ses élèves et ensuite conseille des vidéos à regarder et le nombre d'exercices à réussir pour valider la connaissance. L'élève peut voir son avancement directement sur sa page de profil, il peut lui même décider de visionner certaines vidéos en ligne ou suivre les conseils de son professeur. L'élève est récompensé par des badges en fonction de son avancement et de son implication dans son apprentissage en ligne. Le professeur peut voir l'avancement de ses élèves depuis sa page et ainsi faire des recommandations à ses élèves et leur donner un objectif de réussite d'exercices en incluant ou non une date butoir. Le seul inconvénient est que le professeur ne peut pas librement déposer ses vidéos à destination de ses élèves : s'il veut contribuer au site de la *Khan Academy*, il doit postuler pour traduire des vidéos préexistantes ou pour les valider. Ce site est donc intéressant pour des professeurs qui veulent essayer la classe inversée en utilisant des vidéos déjà réalisées et validées par plusieurs enseignants. Cependant ce site ne propose que des vidéos et cours pour les matières scientifiques (mathématiques, biologie, physique, chimie, cosmologie et astronomie, santé et médecine, chimie organique), et beaucoup de vidéos ne sont encore disponibles qu'en anglais.

La catégorie 2, propose plus de liberté pour les professeurs, notamment au niveau du contenu proposé aux élèves. Il y a deux possibilités pour cette catégorie : soit le professeur utilise une aide pour créer son site Internet grâce à des logiciels en ligne, permettant la création et l'hébergement du site, qui peuvent être payants ; soit le professeur peut créer lui même son site à partir de logiciels de programmations puis les héberger sur des sites d'hébergement qui sont souvent payants aussi, à moins d'utiliser des serveurs personnels, ou institutionnels (serveur de l'école par exemple). L'organisation du site, assez simple, est facile à compléter par le professeur et à utiliser par les élèves. Cependant l'arborescence, et par conséquent la navigation au sein du site, peuvent vite devenir complexe. Le site peut permettre de créer des modules qui serviront à communiquer avec le professeur, répondre à

des questionnaires, visionner des vidéos et faire des liens vers des informations complémentaires. Dans cette catégorie il n'est pas possible de limiter l'accès seulement aux élèves, il faut donc accepter de mettre le contenu de son cours en libre accès mais cela permet aussi de montrer une certaine transparence. Un des avantages est que la collaboration entre enseignants de la même matière au sein d'un établissement ou d'un pouvoir organisateur est facilitée ; il peut y avoir ainsi un partage du travail. Cette catégorie est une catégorie intermédiaire qui permet de créer facilement un site personnalisé sans y passer trop de temps.

La catégorie 3, est un site entièrement créé par le professeur puis mis sur internet grâce à des sites hébergeurs ou grâce à des serveurs personnels ou institutionnels. L'enseignant peut ainsi créer un site totalement personnalisé ; mais il faut connaître la programmation et pouvoir assurer la maintenance du site Internet. La mise en place d'un tel site peut être une importante charge de travail pour un seul enseignant s'il doit à la fois créer le site et créer le contenu.

Pour plus d'interaction entre l'avancement des élèves et les cours du professeur, certains sites permettent la création de quizz, dont les réponses des élèves sont envoyées à l'enseignant : ainsi, ce dernier peut préparer son cours en voyant les difficultés éprouvées par les élèves. Pour mon mémoire, j'ai moi-même utilisé un *Google Forms* pour créer mon questionnaire et suivre les réponses des participants. C'est un site simple d'utilisation permettant de créer des formulaires ou des questionnaires avec accès en direct aux réponses des élèves par le professeur, et qui permet en plus aux élèves de voir directement leur résultat et d'avoir une explication pour la bonne réponse. Les élèves ont ainsi un retour immédiat pour expliquer la réponse à la question.

Grâce à ce large panel de sites internet disponibles, un professeur peut, peu importe son niveau en informatique, créer un site internet pour mettre à disposition son cours sous format numérique et suivre l'évolution de ses élèves grâce à des questionnaires en ligne.

### *III. 4. QUESTIONNAIRE AUPRÈS DE PROFESSEURS*

J'ai obtenu 120 réponses au questionnaire „[Annexe VI] de personnes représentant un public assez varié dans l'enseignement, avec, cependant, une grande majorité qui enseigne au niveau du secondaire supérieur en sciences.

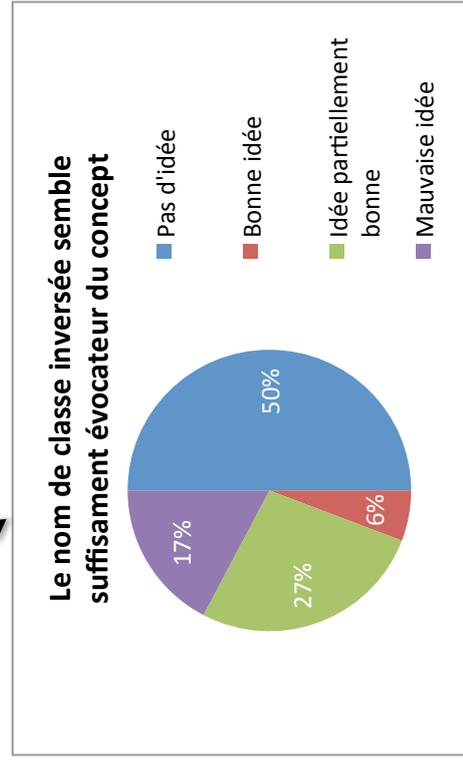
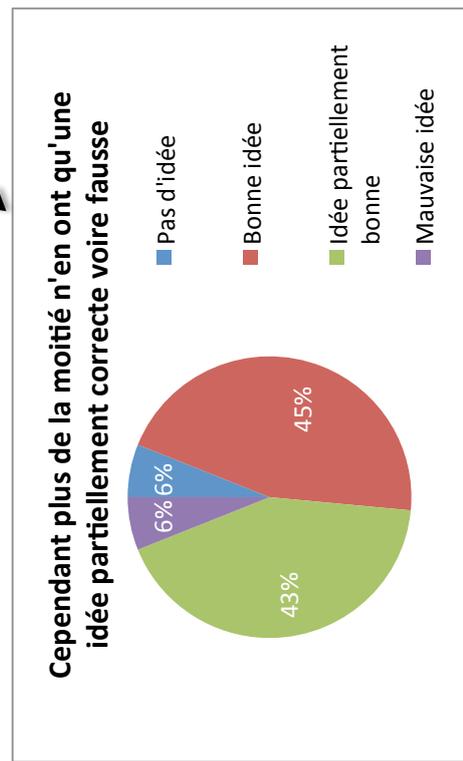
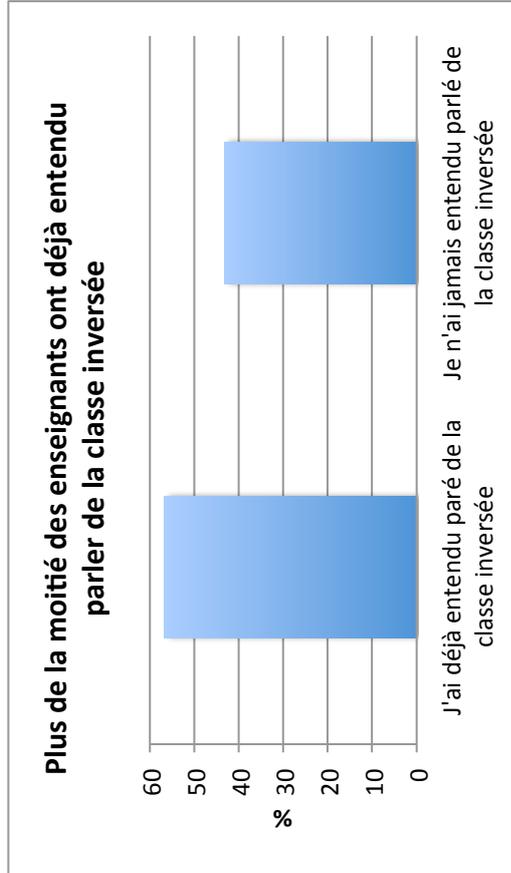


Figure 4 : Connaissance du concept de la classe inversée au sein du panel d'enseignants

Au sein de ce panel d'enseignants, on peut voir que le concept de la *classe inversée* est porteur de sens même pour les personnes n'en ayant jamais entendu parler (Figure 4).



Figure 5 : Pourcentage des enseignants du panel qui pratiquent la classe inversée (en bleu)

Dans le panel d'enseignants interrogés, 10,8 %, soit treize personnes (Figure 5), pratiquent la *classe inversée*. Certains utilisent plusieurs méthodes (Figure 6), parfois en les combinant, pour faire découvrir le cours à leurs élèves à domicile : le visionnage d'une vidéo, la lecture d'un texte, une évaluation formative sous forme de petit questionnaire, une recherche thématique, lecture d'un syllabus, remplissage d'une feuille de cours ou étude de photos.

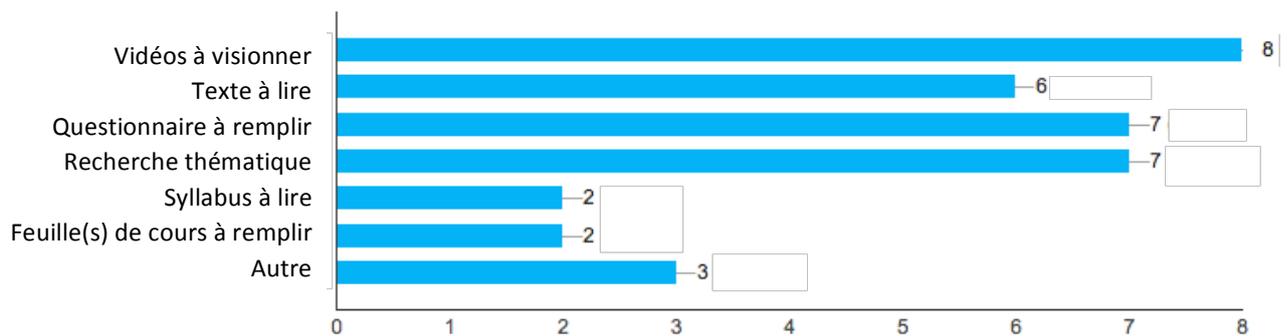


Figure 6 : Méthodes employées par les enseignants pour faire découvrir le cours au élève à domicile

Mais pour travailler les connaissances, ils utilisent, en très grande majorité, des exercices et des travaux de groupes combinés à une autre méthode telle que (Figure 7) : un moment focus sur ce que les élèves ont vu dans la vidéo, la correction du quizz, le remplissage d'une feuille de cours ou la distribution de feuilles de cours déjà remplies.

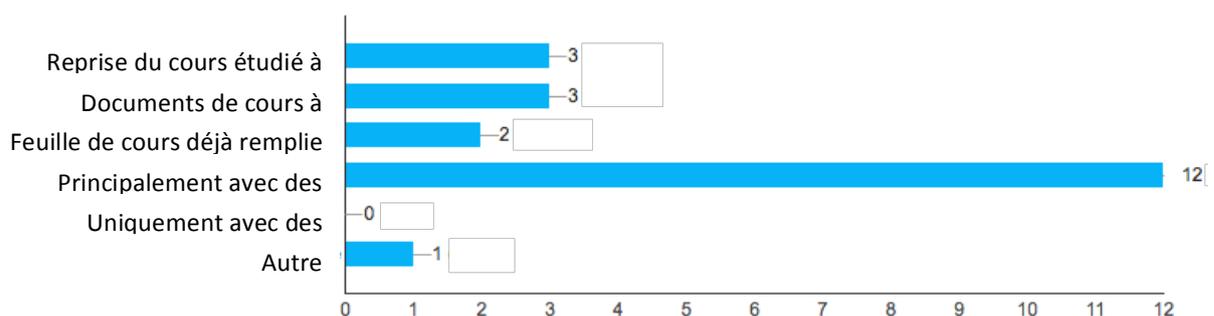


Figure 7 : Méthodes utilisés par les enseignants pour les activités des élèves en classe



Figure 8 : Raisons pour lesquelles les enseignants ne pratiquent pas la classe inversée

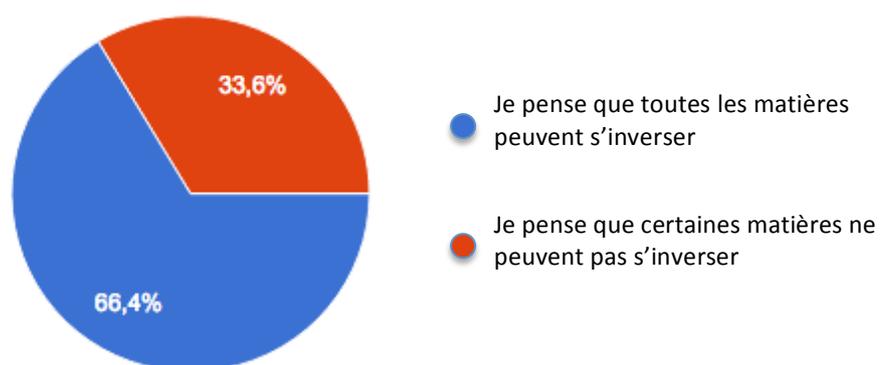


Figure 9 : Part des enseignants, ne pratiquant pas classe inversée, qui pense que toutes les matières ne peuvent pas s'inverser (en rouge)

Ces enseignants citent de nombreux avantages à la méthode de *classe inversée* : les élèves sont plus motivés, ont de meilleurs résultats, développent leur autonomie et s'investissent plus dans leur apprentissage, il y a une dynamique de groupe favorisant la collaboration entre élèves et le dialogue entre professeur et élèves, de plus le rythme de chaque élève est respecté. Cependant ils n'appliquent pas cette méthode à tous leurs cours à cause d'un manque d'implication de certains élèves et d'un manque de temps pour préparer tous les cours avec cette méthode ; certains pensent également que des parties du cours doivent être vues en classe avec le professeur et combinent cette méthode avec une autre qui fonctionne aussi pour eux.

Si on s'intéresse aux personnes ne pratiquant pas la méthode de la *classe inversée*, diverses raisons en sont la cause (Figure 8), parmi les principales : la méthode leur est inconnue (37,7 %), le manque de temps (19,8 %), et parmi les autres raisons, on retrouve : la peur de la lassitude pour les élèves (18,2 %), le surplus de travail que cela semble donner (15,4 %) et surtout le fait que leurs élèves ne semblent pas pouvoir ou vouloir travailler à leur domicile (33,1 %).

De plus, près de 33 % des personnes ne pratiquant pas la *classe inversée* (Figure 9) pensent que toutes les matières ne se prêtent pas à l'utilisation de cette méthode, notamment les matières scientifiques et les langues. Plus de la moitié d'entre eux ne semble pas imaginer tester cette méthode, alors qu'un quart pense le tester dans leur classe. De nombreux avantages potentiels ont été cités par les enseignants :

- comme éviter le décrochage de certains élèves en permettant à chaque élève de travailler à son rythme ;
- améliorer la participation, la motivation et l'investissement des élèves ;
- développer la confiance en soi, l'autonomie et responsabiliser les élèves ;
- permettre l'approfondissement des connaissances grâce au travail en groupe.

Cependant ces enseignants craignent le manque d'investissement possible des élèves, la possibilité de lassitude des élèves et du professeur, les erreurs d'apprentissages au domicile qui seraient difficiles à rattraper en classe, la surcharge de travail pour le professeur et le risque que la direction ne les suive pas.

La méthode de la *classe inversée* semble partager les enseignants tant sur les effets qu'elle peut avoir sur les élèves, que sur la manière de l'appliquer.

### III. 5. ANALYSE DE RÉCITS D'UTILISATION DU PRINCIPE DE LA CLASSE INVERSÉE

La méthode de la *classe inversée* a été appliquée de différentes manières par plusieurs enseignants :

- D. Bélanger (2013), professeur de biologie au niveau universitaire au Canada, demandait à ses élèves de remplir une carte conceptuelle avec les idées contenues dans les capsules vidéo visionnées au domicile ; d'abord en donnant le gabarit de la structure puis en laissant les élèves plus libres de la forme à utiliser. La préparation était complétée avec des exercices permettant aux élèves de « vérifier leur degré de compréhension des contenus abordés » (Bélanger, 2013, p. 11).
- Jensen et al. (2014) a analysé des données d'étudiants en biologie dans une université sélective de l'Ouest des Etats-Unis. Cette étude a comparé des étudiants de classes différentes, environ cinquante étudiants par classe, mais ayant le même professeur et auxquelles a été donné le même contenu soit sous format électronique au domicile, pour les élèves de la *classe inversée*, soit en classe où il était travaillé en groupes ; puis les concepts ont été mis en application soit en classe sous forme de travaux de groupes, pour les élèves de la *classe inversée*, soit sous format électronique au domicile.
- B. Stone (2012), professeur de biologie à l'université Columbia aux Etats-Unis, a étudié deux classes différentes auxquelles a été appliqué la méthode de la *classe inversée* en 2010, pour l'une, et en 2012, pour l'autre classe, où les étudiants devaient regarder une (ou plusieurs) vidéo, une animation ou une simulation, lire un texte et remplir un quizz en ligne ; puis en classe ils participaient à des activités de groupe où ils appliquaient les principes vu à domicile.
- Marcey et Brint (2012) ont étudié deux classes d'étudiants en cours d'introduction à la biologie à l'université Lutheran de Californie aux Etats Unis. Ils ont comparé une classe où l'enseignement a été fait de manière « traditionnelle » et une classe où l'apprentissage a été faite de manière *inversée* ; les élèves devaient regarder de vidéos à domicile et travailler en petits groupes en classe et parfois certains groupes devaient présenter leur travail aux autres groupes de la classe.
- Fulton (2012) a observé une classe de mathématiques, dans un établissement secondaire du Minnesota aux Etats-Unis, menée selon la méthode de la *classe*

*inversée* où les élèves regardaient une vidéo avant le cours et devaient répondre à un quizz en ligne puis, une fois en classe, ils avaient le choix entre travailler en groupes ou individuellement avec, si nécessaire, l'aide du professeur.

- Khan (2012) a travaillé sur la partie à domicile de la *classe inversée* en créant un site Internet permettant aux élèves de travailler des connaissances grâce à de courtes vidéos et des exercices simples d'application des connaissances.
- Bergmann et Sams (2012), tous deux professeurs de mathématiques et de sciences au niveau secondaire aux Etats-Unis, demandaient à leurs élèves de regarder des vidéos et de prendre des notes avant de venir en classe où ils approfondissaient ces connaissances lors de travaux de groupes.
- Taurisson et Herviou (2015), professeurs de mathématiques et de lettres modernes au niveau secondaire en France, ont principalement travaillé sur la partie du travail en classe pour permettre la mise en application des connaissances vues au domicile par les élèves en favorisant l'utilisation d'« outils » pour permettre aux élèves d'apprendre des méthodes de résolution de problèmes.

Actuellement il n'y a pas de réelles études statistiques sur les effets de l'application d'un modèle de *classe inversée*. Cependant plusieurs articles et livres relatent les effets de cette méthode appliquée par un professeur donnant à la fois cours avec la méthode traditionnelle, dans une classe, et avec la méthode de la *classe inversée*, dans une autre classe. La comparaison est essentiellement basée sur les résultats des élèves aux tests intermédiaires et finaux (variable quantitative), et parfois sur le ressenti des élèves mesuré à l'aide d'un questionnaire distribué en fin d'année (variable qualitative). Ainsi, les résultats obtenus sont dépendants de « l'effet cohorte » qu'il peut exister entre deux promotions différentes d'étudiants.

Globalement si on regarde les résultats de l'application de la méthode de la *classe inversée*, les élèves ont des résultats significativement meilleurs. Cependant une étude, qui comparait un groupe d'étudiants suivant la méthode de la *classe inversée* et faisant des activités en classe selon la méthode de l'apprentissage actif (situation d'apprentissage où l'élève est encouragé à développer ses connaissances en autonomie), et un groupe en parallèle qui suivait uniquement la méthode de l'apprentissage actif, n'a pas montré de différence significative entre les résultats de ces deux groupes (Jensen et al., 2014). Il faut

prendre ce résultat en compte mais cela peut venir aussi d'un effet « enseignant » qui n'est pas pris en compte, dans l'étude.

Les études sur les variables qualitatives sont difficiles à comparer d'une étude à l'autre mais la *classe inversée* a des répercussions à plusieurs niveaux : pour les élèves, pour les enseignants et pour les parents.

Les élèves apprécient le fait d'avoir des interactions positives avec leurs pairs et leur enseignant lors de travaux de groupe, de progresser à leur rythme et d'avoir le choix dans leur manière d'apprendre (*Hamdam, McKnight, McKnight & Arfstrom, 2013; Stone, 2012*). Dans les expériences de *classe inversée* menées avec l'utilisation de capsules vidéos à visionner à domicile, les élèves apprécient de pouvoir mettre en pause la vidéo et même de pouvoir revenir en arrière s'ils ne comprennent pas un passage (*Fulton, 2012*) et dans le cas où des passages restent flous ceux-ci aiment pouvoir venir en classe avec des questions leur permettant de réellement mieux comprendre le cours avec l'aide du professeur (*Stone, 2012*). Certains élèves présentent cependant une forme de résistance au changement (*Stone, 2012; Strayer, 2007*) ; il faut donc penser à bien présenter le principe de la *classe inversée* avant de l'appliquer aux élèves.

Les enseignants semblent majoritairement ressentir une amélioration de leur satisfaction au travail (*Hamdam et al., 2013*) ce qui pourrait diminuer les chiffres d'abandon du métier de professeur en Belgique dans les cinq premières années, qui sont actuellement de 40 % d'abandon dans les cinq premières années de pratique (*Floor, 2011*). Le cours est rendu plus dynamique ce qui rend le cours plus stimulant tant pour le professeur que pour les élèves (*Bélanger, 2013*).

Les parents ont la possibilité d'augmenter leur participation dans l'apprentissage des élèves (*Hamdam et al., 2013*) car il peuvent voir le cours avec leur enfants au domicile. Les parents ont l'impression que le temps des élèves et des professeurs est mieux utilisé en classe (*Fulton, 2012*). Certains parents apprécient, ainsi, de ne plus avoir à prendre un professeur particulier à domicile car leur enfant est capable d'avoir ses réponses auprès de son professeur quand il en a besoin (*Fulton, 2012*).

### III. 6. BILAN DES ANALYSES ET CONSTRUCTION D'UN MODÈLE DE CLASSE INVERSÉE

Suite aux différentes recherches que j'ai effectuées, j'ai pu construire un modèle de *classe inversée* pour construire une séance de cours sur la génétique pour le secondaire. J'ai ainsi pu remarquer qu'il était important d'apprendre aux élèves à apprendre tant au domicile qu'en classe. C'est pourquoi il est nécessaire de créer des outils leur permettant d'extraire les informations utiles contenues dans les cours vus au domicile ainsi que les méthodes à mettre en place pour résoudre des problèmes en classe afin de développer l'encrage de leurs connaissances.

Pour la partie au domicile, il semble intéressant d'utiliser les nouvelles technologies de l'information et de la communication en proposant plusieurs outils différents :

- des vidéos courtes, d'environ 5 minutes, présentant chacune une notion du programme ;
- des quizz de quelques questions permettant à l'élève et au professeur, de s'assurer de la compréhension des connaissances exposées dans la vidéo ;
- des hyperliens pour guider les élèves vers des informations supplémentaires (animations, vidéos, articles) donnant la possibilité aux élèves d'avoir d'autres points de vue que ceux exposés dans la vidéo ou d'approfondir ses connaissances sur le sujet de la vidéo ;
- des applications pour visualiser autrement et vérifier les connaissances ;
- des supports de cours à compléter ou lire.

Pour la partie de travail en classe, il est intéressant de pouvoir utiliser également les nouvelles technologies quand cela est possible, mais il faut également utiliser d'autres supports. Pour permettre aux élèves de développer leurs connaissances et de créer des liens avec d'autres déjà apprises, il faut les confronter à des problèmes, c'est-à-dire des exercices qui ne peuvent pas être résolus seulement en appliquant des théories apprises en cours, mais nécessitent l'élaboration d'une méthode pour parvenir à trouver la solution. Cette étape est facilitée par la mise en groupes d'élèves hétérogènes. Il ne faut pas oublier de fournir aux élèves :

- une fiche guide en début de séquence permettant aux élèves de pouvoir suivre leur évolution et de connaître les objectifs du cours ;

- un plan de travail [Annexe VII] récapitulant les différentes activités à réaliser pour compléter le chapitre de cours ;
- des fiches outils [Annexe VIII] pour aider les élèves à acquérir des méthodes de résolution de problèmes.

## **IV. CRÉATION D'UNE SÉANCE DE COURS EN CLASSE INVERSÉE**

### **IV. 1. LE CONTENU**

Pour le développement de cette séance, j'ai choisi de faire un cours sur le monohybridisme qui est un chapitre mélangeant différentes échelles, de nombreuses notions de vocabulaire et qui a un caractère assez abstrait pour les élèves car une partie du raisonnement se fait à l'échelle microscopique, ce qui fait parti des points difficiles de la génétique pour les élèves (Cascio, 2011). Je me suis basée sur l'UAA 8, « De la génétique à l'évolution », des compétences terminales et savoirs requis en sciences générales pour les humanités générales et technologiques, pour définir les prérequis nécessaires aux élèves pour comprendre ce cours, ainsi que les savoirs, les savoir-faire et les compétences à développer (Tableau 2).

<b>Prérequis</b>	Cellules et organites Méiose Notion de gène et allèle
<b>Savoirs disciplinaires</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monohybridisme</li><li>• Les lois de Mendel</li></ul>
<b>Savoir-faire disciplinaires</b>	Observer, recenser, organiser des informations relatives à la génétique
<b>Compétence</b>	<i>Appliquer :</i> A partir de l'interprétation de résultats de croisements, identifier les principales causes de la variation du génome d'une génération à la suivante au sein d'une espèce

Tableau 2 : Synthèse des notions du programme appliquées au cours sur le monohybridisme

Pour ce cours, j'ai créé une vidéo qui présente les savoirs disciplinaires, un quizz pour que les élèves puissent vérifier leurs connaissances suite au visionnage de la vidéo, un support de cours pour leur permettre de prendre des notes pendant le visionnage de la vidéo, une fiche outil permettant d'analyser un croisement monohybridique, et des activités à réaliser en classe.

## GÉNÉTIQUE MENDELIENNE



Figure 1 : Gregor Mendel (questions clés sciences, p. 73)

### I. Mendel, père de la génétique

« Johann Gregor Mendel (1822 – 1884) moine botaniste tchèque, est reconnu comme le père fondateur de la génétique. Il est à l'origine des lois qui définissent la manière dont les gènes se transmettent de génération en génération » (questions clés sciences, p. 75). Il a défini les lois de l'hérédité grâce à ses travaux sur le pois, cependant elles ne seront validées que plusieurs années après sa mort par d'autres scientifiques.

Au XIX<sup>ème</sup> siècle, dans la majeure partie de l'Europe, les agronomes sont à la recherche de nouvelles variétés. Le problème qui se pose à eux est que les nouveaux hybrides issus de croisements ne sont pas stables. Mendel, voulant résoudre ce problème de stabilité, crée un jardin expérimental et choisit le pois (*Pisum sativum*) dont la reproduction naturelle se fait par autofécondation (*plante autogame*) ce qui permet de contrôler les hybridations.



Figure 2 : *Pisum sativum* [http://jfq.com/j/archaeology/1/W/M/1/m/1/peas-Pisum-sativum2.jpg]

### II. Transmission d'un caractère chez les organismes diploïdes

#### II. A. Cas d'un gène : le monohybridisme

Mendel a tout d'abord réalisé des monohybridations entre des plantes de *lignées pures* qui se différencient *selon un caractère* facilement identifiable, ce qui a donné chaque fois un *seul type d'hybride*. Une lignée pure, par rapport à un caractère donné, est composée d'individus aux caractéristiques stables sur plusieurs générations, c'est-à-dire que les individus sont homozygotes pour ce caractère. Mendel a étudié des caractères physiologiques simples comme : la forme et la couleur de la graine de pois, la couleur des cotylédons, la couleur de la fleur, la forme et la couleur de la cosse, la taille de la tige ainsi que les positions des fleurs sur cette dernière (Tableau 1).

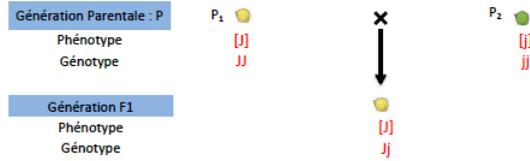
Graine		Fleur		Cosse		Tige	
Forme	Cotylédons	Couleur	Forme	Couleur	Emplacement	Taille	
Gris & lisse	Jaune	Blanc	Plain	Jaune	Cosse axillaire (Fleur tout de long)	Long (~3m)	
Blanc & ridé	Vert	Violet	Étroit	Vert	Cosse terminale (Fleur en haut)	Court (~30 cm)	
1	2	3	4	5	6	7	

Tableau 1 : Caractères physiologiques observés par Mendel lors de ses expériences de monohybridisme [http://www.catoire-fantasque.be/img/dossiers/genetique/mendel/Caracteres.svg.png]

#### Première étape :

Mendel croise deux plantes issues de deux lignées pures distinctes : une plante donnant des pois jaunes (P<sub>1</sub>) et une autre donnant des pois verts (P<sub>2</sub>), il s'intéresse donc ici au caractère : *couleur des cotylédons*.

Les petits pois sont des organismes diploïdes, ils possèdent donc deux exemplaires du gène codant pour la couleur des cotylédons. L'allèle codant pour le jaune est symbolisé par un *J*; alors que l'allèle codant pour le vert est symbolisé par un *j*. Ainsi, le génotype du parent P<sub>1</sub> peut s'écrire : JJ, et celui du parent P<sub>2</sub> s'écrit jj.



Tous les individus issus de ce croisement font partie de la génération F1 et ont tous le même phénotype (*ils se ressemblent tous*) et le même génotype (*ils ont les mêmes allèles pour ce caractère*). En effet chaque parent ne produit qu'une sorte de gamètes, il n'y a donc qu'une combinaison possible d'allèles. Dans ce croisement, ils sont jaunes (phénotype [J]) et ont comme génotype (Jj).

	Gamètes mâles P <sub>1</sub>	
Gamètes femelles P <sub>2</sub>	j	J
	Jj	Jj

#### Deuxième étape :

Si on croise ensuite deux individus de la génération F1, on obtient des individus de générations F2 avec ces proportions :

- 3/4 des individus ont le phénotype [J], ils sont donc jaunes ;
- 1/4 des individus ont le phénotype [j], ils sont donc verts.

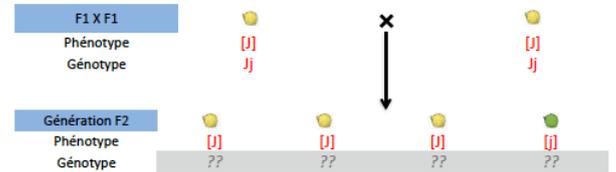


Figure 10 : Extrait des feuilles de cours sur le monohybridisme

## MONOHYBRIDISME

Est-ce vraiment un croisement monohybridique ?  
→ croisement d'individus de lignées pures se différenciant par UN seul caractère

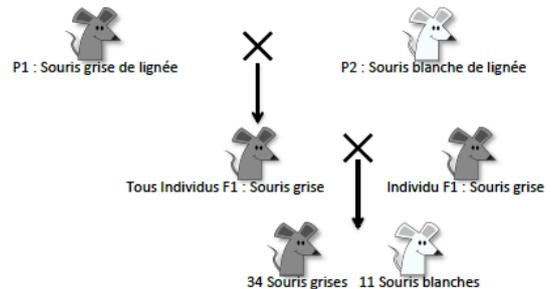
- 1) Quel est le caractère suivi ?
- 2) Quels sont les différents phénotypes de la génération P ?
- 3) Donner les notations pour les différents allèles
- 4) Donner les génotypes des parents.
- 5) Quel est le phénotype des individus de la génération F1 ?
- 6) Quel est le génotype des individus de la génération F1 ?
- 7) Réaliser un tableau de gamètes pour le croisement de deux individus de la génération F1 afin de déterminer les génotypes des individus de la génération F2.

cf. 1<sup>ère</sup> Loi de Mendel

	Génotypes des gamètes des individus femelles de la génération F1	
Génotypes des gamètes des individus mâles de la génération F1	Génotypes des individus de la génération F2	

- 8) Déduire les phénotypes des individus de la génération F2.
- 9) Donner la fréquence des phénotypes des individus de la génération F2.
- 10) Comparer ces fréquences avec la théorie et en déduire quel(s) allèle(s) est(sont) dominant(s).

## MONOHYBRIDISME – EXEMPLE



A l'aide des résultats des croisements ci-dessus, confirmez, en expliquant votre démarche, l'hypothèse suivante :

« On suppose que la couleur du pelage des souris est gouvernée par un seul couple d'allèles ».

On étudie le caractère : couleur du pelage de la souris.

Le phénotype de P1 est : gris / Le phénotype de P2 est : blanc.

Tous les individus F1 sont gris, ce qui semble indiquer que l'allèle codant pour le pelage gris est dominant. On choisit donc de symboliser les phénotypes ainsi :

[G] : souris au pelage gris [g] : souris au pelage blanc

Les représentations des allèles codant pour la couleur du pelage sont donc :

G = allèle codant pour le gris g = allèle codant pour le blanc

Les individus de la génération parentale sont des homozygotes ; leurs génotypes sont donc :

P1 : GG P2 : gg

Les individus F1 ont donc tous le génotype suivant : Gg.

On réalise un tableau de gamètes pour connaître les génotypes des souris F2

Génotype des gamètes	G	g
G	GG	Gg
g	Gg	gg

P1 : [G] P2 : [g]

GG gg

×

F1 : [G]

Gg

Autofécondation de F1

F1 : [G] F1 : [G]

Gg × Gg

F2

[G] / [G] / [G] / [g]

GG / Gg / Gg / gg

Si on regarde le rapport entre le phénotype gris/phénotype blanc pour les individus F2, on obtient : 34/11 ≈ 3,1 ce qui confirme bien que la couleur du pelage des souris est bien dû à un couple d'allèles : G codant pour la couleur grise est « dominant » et g codant pour la couleur blanche est « récessif ».

Figure 11 : Fiche outil sur le monohybridisme

## IV. 2. PREPARATION DU COURS AU DOMICILE DE L'ÉLÈVE

Pour préparer le cours que les élèves visionnent à leur domicile, j'ai créé une feuille de cours remplie (Figure 10) ainsi qu'une feuille de vocabulaire pour permettre aux élèves de bien distinguer les différentes notions abordées [Annexe IX]. Le cours commence par une partie expliquant qui est Mendel afin de décrire le contexte de travail de ce botaniste. La deuxième partie décortique les premières expériences menées par Mendel, en expliquant pas à pas les observations et les déductions faites. Il est important de décortiquer les expériences réalisées pour mettre en évidence les lois de l'hérédité et pour expliquer comment ont été fondées les différentes hypothèses qui ont assis les bases de la génétique. Afin de permettre aux élèves de se confronter à une analyse de monohybridisme, j'ai inséré un exercice d'application dans la feuille de cours :



### **A toi de jouer !**

On effectue le croisement ci-dessous, donner le génotype et les phénotypes des individus de la génération F2

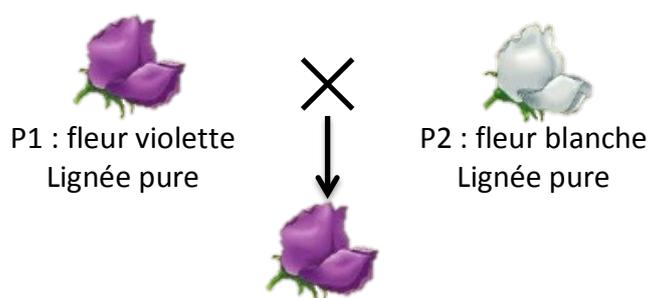


Figure 11 : Exercice extrait de la feuille de cours élève

L'exercice n'est pas obligatoire et peut être fait avec la fiche outil, il permet aux élèves qui le veulent d'appliquer le cours vu au domicile ; il peut être fait avant de venir en classe ou lors des révisions du chapitre.

J'ai construit également une fiche outil (Figure 12) permettant de comprendre comment étudier un croisement monohybrique [Annexe X]. Elle synthétise les questions que doit se poser l'élève lorsqu'il doit analyser un tel croisement. Le cours et la fiche outil suivent le même déroulement mais ne le présentent pas exactement de la même manière ; ceci pour expliquer sous différentes formes ce type de croisement, afin de pousser l'élève à comprendre plutôt qu'à se contenter d'apprendre la méthode d'étude d'un croisement monohybrique. La vidéo permet d'éclaircir le cours et la démarche décrite dans la fiche outil.

Pourquoi les plantes cultivées n'ont pas des caractéristiques stables d'une génération à l'autre ?



Johann Gregor Mendel



Plante autogame

Graine		Fleur	Cosse		Tige	
Forme	Cotylédons	Couleur	Forme	Couleur	Emplacement	Taille
						Long (~3m)
Gris & lisse	Jaune	Blanc	Plein	Jaune	Cosse axiale Fleur tout du long	
						Court (~30 cm)
Blanc & Ridé	Vert	Violet	Étroit	Vert	Cosse terminales Fleurs en haut	
1	2	3	4	5	6	7

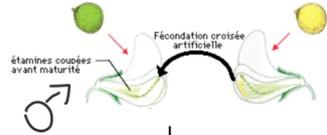
Monohybridisme

Croisement entre individus de lignées pures qui se différencient selon UN seul caractère

1ère étape:

Fécondation croisée faite manuellement

Génération parentale

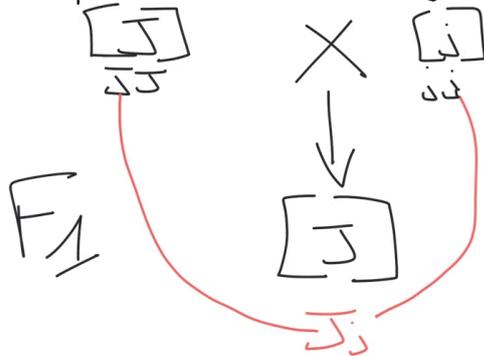


F1 100%

J : allèle codant pour la couleur jaune  
j : allèle codant pour la couleur verte

J : allèle codant pour la couleur jaune  
j : allèle codant pour la couleur verte

1ère étape : croisement d'individus de lignées pures



2ème étape : autofécondation des F1

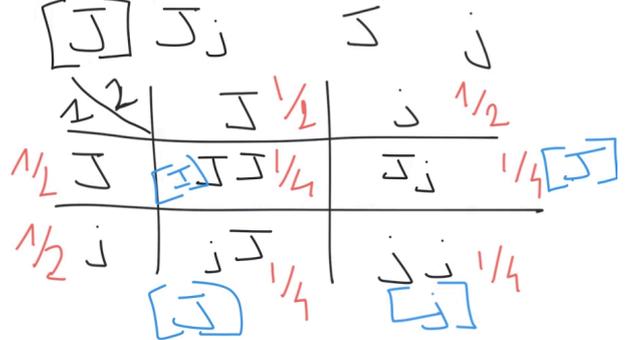


Figure 13 : Extraits de la vidéo de cours sur le monohybridisme

Avant de créer la vidéo, j'ai réalisé une présentation de base ainsi qu'un script pour faciliter l'enregistrement. En effet, la vidéo ne doit pas être une lecture des feuilles de cours mais il faut présenter la matière pour que les élèves puissent comprendre le cours sans avoir besoin de l'aide du professeur. Il faut donc mieux expliciter et de manière plus complète que ce qu'on aurait fait à l'oral devant une classe lors d'un cours ex-cathedra ; il faut anticiper les questions pour les aborder de nous-même lors la vidéo, plutôt qu'attendre qu'ils les posent, comme ils l'auraient fait dans un cours traditionnel.

Pour la vidéo (Figure 13), j'ai décidé de présenter les résultats des expériences au niveau phénotype puis d'expliquer les phénomènes au niveau génotype. Pour cela je leur propose de se mettre dans la peau d'un chercheur en botanique qui fait des observations de résultats de croisements de fleurs et essaye de comprendre ce qui s'est passé [Annexe XI].

- 1) Quel caractère allons nous étudier ?
- 2) Qu'est-ce qu'une lignée pure ?
- 3) Description du premier croisement entre deux lignées pures
  - a. La méthode utilisée
  - b. Les phénotypes obtenus
- 4) Description du second croisement par autofécondation de F1
  - a. La méthode utilisée
  - b. Les phénotypes obtenus
- 5) Explication des étapes au niveau génotypique
  - a. Les génotypes des hybrides
  - b. Les génotypes des F2
- 6) Enonciation de la 1<sup>ère</sup> et de la 2<sup>ème</sup> loi de Mendel

#### *IV. 3. QUESTIONNAIRE DE VÉRIFICATION DES CONNAISSANCES*

Afin de permettre aux élèves de vérifier s'ils ont compris les connaissances présentées dans la vidéo et les feuilles de cours, il est nécessaire de leur proposer un questionnaire les interrogeant brièvement sur les points clés du cours. Ce questionnaire est également important pour les enseignants, c'est pourquoi il faut porter une attention particulière à ce que les élèves le remplissent avant de venir en cours, pour avoir une vision

globale des connaissances comprises par les élèves. Voici le questionnaire [Annexe XII] que je propose pour vérifier quelques connaissances présentées dans la vidéo du cours :

- 1) Quelle est la particularité des individus de la génération F1 ?
  - a. Ils sont stériles
  - b. Ils sont tous identiques pour le caractère étudié
  - c. Ils présentent tous les phénotypes possibles pour le caractère étudié
- 2) Comment obtient-on les individus de la génération F2 ?
  - a. Par croisement entre deux individus F1 ou autofécondation
  - b. Par le croisement d'un individu F1 et d'une plante de la génération parentale présentant le phénotype dominant
  - c. Par le croisement d'un individu F1 et d'une plante de la génération parentale présentant le phénotype récessif
- 3) Si l'on s'intéresse au caractère « forme de la graine », l'allèle L, code pour une graine lisse, est dominant alors que l'allèle l, code pour une graine ridée, est récessif. Quel(s) génotype(s) peut donner le phénotype [L] ?
  - a. LL
  - b. Ll
  - c. ll
- 4) Mendel a choisi d'étudier la génétique sur des petits pois car c'est une plante autogame, elle s'hybride donc facilement.
  - a. Vrai
  - b. Faux

Questions sur la méthode du monohybridisme

Question sur la relation entre deux échelles d'étude

Question sur le vocabulaire

Cascio (2011) décrit que les principaux problèmes de compréhension de la génétique par les élèves sont les changements d'échelles et le vocabulaire. J'ai donc orienté le questionnaire pour vérifier la compréhension du vocabulaire employé pour le cours, celle de la méthode utilisée pour un croisement monohybridique, et également la compréhension de la relation entre l'échelle d'étude macro, le phénotype, et l'échelle micro, le génotype.

Pour chaque question, il est nécessaire de créer une correction qui s'affichera à la fin du questionnaire pour permettre à l'élève de vérifier ses réponses et avoir une explication

Quelle est la particularité des individus de la génération F1?

- Ils sont stériles
- Ils sont tous identiques pour le caractère étudié ✓
- Ils présentent tous les phénotypes possibles pour le caractère étudié

Commentaire en cas de bonne réponse



*En effet, les hybrides de la génération F1 ont tous le même phénotype et le même génotype pour le caractère étudié.*

Commentaire en cas de mauvaise réponse



*Les parents P1 et P2 ne produisent qu'une sorte de gamète chacun. Il n'y a donc qu'une seule combinaison de gamètes possible. Les hybrides de la génération F1 ont donc le même génotype et donc le même phénotype pour le caractère étudié.*

Figure 14 : Illustration des différents commentaires en fonction de la réponse de l'élève à une question

**Pour vérifier mes connaissances je réalise l'Activité 1 « Fleur, quel est ton secret ? »**



**Existe-t-il toujours un allèle dominé et un allèle dominant pour un gène ?**

Pour répondre à cette question il te faut faire :

- Activité 2 « Les drôles de fleurs »
- Activité 3 « Les globules rouges et leur mystère »

Figure 15 : Extrait de la feuille de cours des élèves

de la bonne réponse. En réalisant mon questionnaire sur *Google Forms*, il est possible de donner un retour aux élèves en cas de mauvaise ou de bonne réponse (Figure 14).

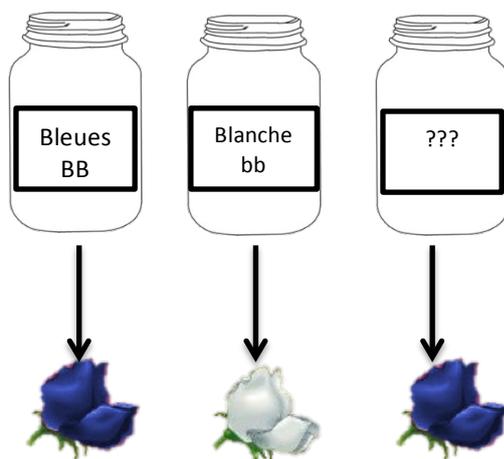
#### IV. 4. PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS EN CLASSE

À la fin des feuilles de cours je conseille les activités à réaliser en classe et je pose aux élèves une question (Figure 15) à laquelle ils devront répondre grâce aux activités de groupe en classe.

Je propose trois activités pour que les élèves découvrent par eux-mêmes plusieurs nouvelles notions et développent la compétence visée (*cf. IV. 1. Le contenu*):

1. le croisement test (test-cross) qui permet de valider le génotype d'un organisme pour un caractère donné ;
2. la dominance incomplète d'allèles qui produit un hybride intermédiaire ;
3. la codominance d'allèles qui produit un hybride présentant les aspects des deux allèles en même temps.

##### Activité 1 « Fleur, quel est ton secret ? »



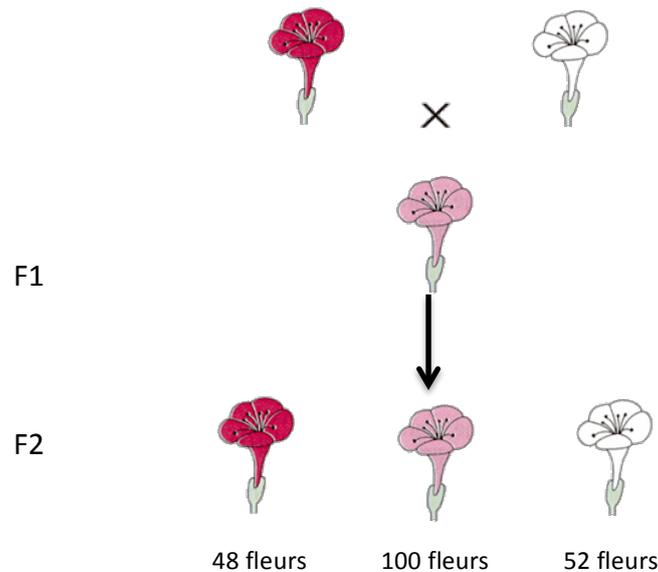
Mélissa possède trois pots de graines de fleurs, sur chacun d'entre eux il y a une étiquette indiquant leur couleur et leur génotype. Malheureusement, une des étiquettes est illisible. Elle sème ses fleurs et obtient les résultats ci-contre. Elle obtient des fleurs bleues, qui est le phénotype dominant, avec les graines du bocal sans étiquette, mais elle aimerait encore connaître le génotype de ces fleurs afin de

pouvoir compléter les étiquettes.

**Aidez Mélissa pour déterminer le génotype des fleurs bleues, justifiez votre démarche.**

Activité 2  
« Les drôles de fleurs »

Les belles de nuit sont des plantes dont les fleurs s'ouvrent à la tombée du jour. Il existe deux variétés pures : l'une à fleurs rouges, l'autre à fleurs blanches. Si on les croise, on obtient un hybride F1 à fleurs roses. En procédant à un croisement entre F1, on obtient une génération F2 comportant : 48 fleurs rouges, 100 fleurs roses et 52 fleurs blanches.



**Ces croisements illustrent ce qu'on appelle : le phénomène de dominance partielle. Donnez en une explication.**

Activité 3  
« Les globules rouges et leur mystère »

Les groupes sanguins sont déterminés à l'aide de différentes molécules de sucre, présentes ou non à la surface des globules rouges. Le gène qui détermine les groupes sanguins possède trois allèles différents :

$I_A$  code pour un marqueur A sur les globules rouges ;

$I_B$  code pour un marqueur B sur les globules rouges ;

i code pour aucun marqueur sur les globules rouges.

Il existe cependant 4 groupes sanguins : [A], [B], [O] et [AB] (Tableau 3).

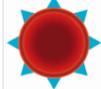
Groupe sanguin	[A]	[B]	[AB]	[O]
génotype	$I_A I_A$ ou $I_A i$	$I_B I_B$ ou $I_B i$	$I_A I_B$	$i i$
marqueur				
Forme de l'hématie				

Tableau 3: Tableau illustrant les différents groupes sanguins

**Expliquez pourquoi on parle de codominance des allèles  $I_A$  et  $I_B$ .**

Afin de s'assurer que tous les élèves puissent avoir accès aux informations obtenues lors de ces activités, il faut préparer un corrigé [Annexe XIII] à distribuer aux élèves. Il est cependant plus intéressant de ne le donner qu'après le cours pour ne pas casser l'atout des activités qui permettent la construction du savoir par les élèves.

Tous ces éléments permettent de préparer un cours sur le monohybridisme. Pour préparer ce cours, les élèves devront regarder la vidéo et lire les fiches de cours. Puis en classe, l'élève aura le choix entre plusieurs activités à faire en groupe en s'aidant de la fiche outil ou faire l'exercice d'application, qui est dans les fiches de cours, s'il ne l'a pas correctement compris. Le temps et les moyens mis en œuvre pour leurs créations ont certes été importants, mais tout comme un cours selon la méthode *traditionnelle*, ils seront réutilisables et perfectibles les années suivantes. Si les enseignants d'un même établissement collaborent pour créer les cours en *classe inversée*, cela permettra de créer des réservoirs de vidéos, de fiches outil et d'activités et ainsi réduire la charge de travail de chacun. Enfin, pour ce qui est de l'application à la génétique, dont les cours sont souvent perçus abstraits par les élèves, cette méthode permet de dégager plus de temps en classe pour l'application à des cas concrets ; de fait, l'élève voit plus directement l'utilité des connaissances apprises, crée plus facilement les liens entre les différents cours de génétique, et son apprentissage en sera mieux ancré et plus accessible.

## ***V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES***

---

### ***V. 1. RETOUR SUR LES RÉSULTATS OBTENU***

Dans ce mémoire j'ai effectué des recherches afin de pouvoir créer un guide pour les enseignants qui aimeraient appliquer la méthode de la *classe inversée*. J'ai également créé une séance de cours en génétique Mendélienne sur ce principe de la *classe inversée*, que je n'ai pas eu le temps de tester sur une classe d'élèves en secondaire supérieur. La création de cette séance a demandé un travail difficile sur plusieurs points :

- il n'est pas aisé de créer un scénario de vidéo de cours, il faut anticiper tout ce qu'on va dire. En tant qu'enseignant, on a plus l'habitude de créer des présentations en pensant à ce que l'on dira mais sans écrire le dialogue ;
- l'écriture en direct à l'écran, même tactile, n'est pas chose facile, mais est nécessaire pour donner plus de spontanéité et d'animation au cours ;
- l'enregistrement de la vidéo est assez long, car il faut souvent reprendre une partie où on a bafouillé ou oublié un mot. De plus, il est difficile de trouver le rythme, l'intensité et les intonations de la voix à adopter pour présenter tous les points essentiels sans faire des vidéos de cinquante minutes ;
- il est difficile d'estimer la taille de la présentation à créer pour ne pas faire des vidéos ni trop longues, ni trop chargées ou au contraire trop légères.

Même si je me suis basée sur des écrits me permettant de savoir comment créer cette séance, elle mériterait d'être testée afin de valider les recherches effectuées.

### ***V. 2. UNE PRÉPARATION POUR LES ÉTUDES SUPÉRIEURES***

Parmi les élèves qui entrent à l'université, 60 % échouent à leur première année (*Delvaux, Bourton, Burgraff & Bersipont, 2014*). Ce taux d'échec peut être imputé aux fonctionnements organisationnel et institutionnel mais également à des caractéristiques propres de l'étudiant : origine socio-économique et culturelle, parcours scolaire antérieur, son projet personnel, la perception qu'il a de ses capacités, son intégration sociale et académique, et les méthodes de travail de l'étudiant (*Melchior, 2014*). Pour remédier à ce problème, certaines universités mettent en place des systèmes pour aider les étudiants en proposant des cours préparatoires ou des cours de soutien.

Afin de faciliter cette transition entre les études secondaires et les études supérieures, l'utilisation de la méthode de la *classe inversée* semble être une solution adaptée. En effet, elle permet aux élèves de développer leur autonomie et d'apprendre comment organiser les connaissances pour développer leur apprentissage par eux-mêmes.

La méthode de la *classe inversée* est également avantageuse pour les élèves qui entreront directement dans la vie active car elle leur apprend à travailler en groupe et à interagir avec leurs pairs. En effet, la plupart des métiers demande d'utiliser ces deux caractéristiques.

### V. 3. UNE SOLUTION À APPLIQUER PAR TOUS ET PARTOUT ?

Comme toute méthode pédagogique, il faut avoir un certain recul pour affirmer qu'elle est bénéfique à tous les élèves. Cependant, la classe inversée semble avoir beaucoup d'avantages pour les élèves mais aussi pour les enseignants ; il ne faut pas pour autant abandonner les anciennes méthodes et inverser tous les cours sans réfléchir (*Bissonnette, Gauthier, 2012*).

La *classe inversée* numérique demande un investissement plus important de la part des établissements, des élèves et des professeurs. En effet, afin de permettre à tous les élèves d'avoir accès aux contenus mis en ligne, les établissements et les élèves doivent être équipés d'ordinateurs, voire de tablettes numériques. Les enseignants doivent aussi avoir un équipement minimum pour pouvoir réaliser les capsules vidéo et les mettre en ligne. De plus, les enseignants doivent avoir un minimum de formation informatique pour mettre en place cette méthode sous format numérique.

A cause de la charge de travail supplémentaire pour les professeurs, il est intéressant pour les enseignants d'une même matière dans un établissement de travailler en équipe ; ce qui permet de limiter la charge de travail individuel tout en améliorant la qualité du travail commun final.

Sur la question de quelles matières peuvent être « inversées » ou non, la réponse dépendra essentiellement du point de vue du professeur ; on peut aussi bien imaginer des élèves regarder une vidéo sur la théorie d'un sport, que sur des règles de grammaire ou sur la méthode de résolution d'une équation. S'agissant de l'âge des élèves auprès desquels les enseignants peuvent « inverser » la classe, la question se posera surtout sur l'autonomie de

chaque élève ; pourquoi ne pas imaginer, par exemple, faire visionner à des élèves de maternelles, avec leurs parents, une vidéo sur le brossage des dents ?

*En conclusion, la méthode de la classe inversée semble être une solution adaptée au monde numérique actuel et aux difficultés d'apprentissage des élèves. Il faut cependant l'utiliser avec prudence et bien réfléchir avant de l'appliquer pour ne pas défavoriser certains élèves. La génétique est un chapitre difficile à apprendre pour les élèves, et les enseignants ont parfois du mal à les motiver pour ce chapitre complexe intégrant de nombreuses notions de vocabulaire et beaucoup de changements d'échelle d'observation. La classe inversée permet alors de consacrer le temps au domicile sur ce que l'élève doit apprendre, qui se concentre sur le vocabulaire et les premières notions telles les lois de Mendel, et réserve le temps en classe à l'application et à la manipulation qui, pour un sujet comme la génétique, sont difficilement réalisable chez l'élève. Ainsi, l'élève étant plus actif en cours, la classe inversée, qui plus est par ce que permettent les nouvelles technologies, semble être une solution permettant de créer des cours plus stimulants pour les élèves et les professeurs.*

## **BIBLIOGRAPHIE**

---

- Bélangier, D. (2013). Un exemple appliqué de classe inversée. *Pédagogie Collégiale*, 27(1), 9–13. Repéré à <http://aqpc.qc.ca/revue/article/un-exemple-applique-classe-inversee>.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2014). *La classe inversée* (adaptaté par Piette, W.). Canada : Eds. Reynolds Goulet inc. (ouvrage original publié en 2012).
- Bissonnette, S. & Gauthier, C. (2012). Faire la classe à l'endroit ou à l'envers?. *Formation et profession*, 20(1), 23-28. doi:10.18162/fp.2012.173.
- Cascio, S. (2011). *La génétique dans l'enseignement secondaire supérieur : difficultés rencontrées par les étudiants et solutions proposées aux enseignants* (Mémoire de maîtrise inédit). Université de Liège, Liège.
- Delvaux, B., Bourton, W., Burgraff, E., & Bersipont, A-C. (2014, 13 septembre). Université : les recteurs unis contre l'échec "constante macabre". *Le Soir*. Repéré à <http://www.lesoir.be/652970/article/actualite/belgique/2014-09-12/universite-recteurs-unis-contre-l-echec-constante-macabre-videos>.
- Fagnant, A. (2015). Syllabus n°257 - *Psychologie Educationnelle de l' Adolescent et du Jeune Adulte*. Syllabus. Université de Liège.
- Fédération Wallonie-Bruxelles. (2015). *Les indicateurs de l'enseignement 2015*. Repéré à <http://www.enseignement.be/index.php?page=26723>.
- Floor, A. (2011). *Jeune enseignant : pourquoi tu pars ?* . Repéré à <http://www.ufapec.be/files/files/analyses/2011/2711-abandon-enseignant.pdf>
- Fulton, K. (2012, Juin-Juillet). Upside down and inside out : Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*. Repéré à <http://eric.ed.gov/?id=EJ982840>.
- Hamdam, N., McKnight, P., McKnight, K., & Arfstrom, K. M. (2013). *The Flipped Learning Model. A White Paper Based on the Literature Review Titled A Review of Flipped Learning*. Repéré à [http://flippedlearning.org/wpcontent/uploads/2016/07/WhitePaper\\_FlippedLearning.pdf](http://flippedlearning.org/wpcontent/uploads/2016/07/WhitePaper_FlippedLearning.pdf).
- Jensen, J. L., Kummer, T. A., & Godoy, P. D. D. M. (2015). Improvements from a Flipped Classroom May Simply Be the Fruits of Active Learning How We Teach Flipped classroom model improves graduate student performance in cardiovascular, respiratory, and renal physiology. *CBE Life Sciences Education*, 14(Spring), 1–12. doi:10.1187/cbe.14-08-0129.

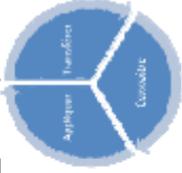
- Lebrun, M. (2016, janvier). Essai de modélisation et de systémisation du concept de Classes inversées [billet de blog]. Repéré à <http://lebrunremy.be/WordPress/?p=740>.
- Khan, S. (2013). *L'éducation réinventée - Une école grand comme le monde* (traduit par Chambon, P.). Saint-Amand-Montrond, France : Eds. Jean-Claude LAttès. (ouvrage original publié en 2012).
- Malengreau, D. (2016, 9 Février). Les Belges et internet : l'analyse complète. *Inside Digimédia*. Repéré à <https://www.digimedia.be/News/fr/19205/les-belges-et-internet-l-analyse-complete.html>.
- Marcey, D., & Brint, M. (2012). Transforming an undergraduate introductory biology course through cinematic lectures and inverted classes: A preliminary assessment of the clic model of the flipped classroom. *NABT Biology Education Research Symposium*, 1–9. Repéré à <https://www.nabt.org/websites/institution/File/docs/Four Year Section/2012 Proceedings/Marcey & Brint.pdf>.
- Mazur, A. D., Brown, B., & Jacobsen, M. (2015). Learning designs using flipped classroom instruction. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 41(2), 1–26. Repéré à <http://search.proquest.com/docview/1720057846?accountid=8194>.
- Melchior, A. (2015). *Dans le cadre des séances d'aide à l'étude mises en place en biologie au premier bachelier, suivi spécifique des séances relatives à l'énergétique cellulaire, analyse des aménagements et propositions didactiques* (Mémoire de maîtrise inédit). Université de Liège, Liège.
- Stone, B. B. (2012). Flip Your Classroom to Increase Active Learning and Student Engagement. *28th Annual Conference on Distance Teaching & Learning*, 1–5. Repéré à [http://www.uwex.edu/disted/conference/Resource\\_library/proceedings/56511\\_2012.pdf](http://www.uwex.edu/disted/conference/Resource_library/proceedings/56511_2012.pdf).
- Strayer, J. F. (2007). *The effect of the classroom flip on the learning environnement : a comparaison of learningactivity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system* (Thèse de doctorat, The Ohio State University). Repéré à [https://etd.ohiolink.edu/!etd.send\\_file?accession=osu1189523914&disposition=inline](https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1189523914&disposition=inline).
- Taurisson, A. & Herviou, C. (2015). *Pédagogie de l'activité : pour une nouvelle classe inversée - Théorie et pratique du "travail d'apprendre"*. Issy-les-Moulineaux, France: ESF Editeur.

## **ANNEXES**

---

I. RÉFÉRENTIELS DE GÉNÉTIQUE EN SCIENCES GÉNÉRALES.....	II
II. RÉFÉRENTIELS DE GÉNÉTIQUE EN SCIENCES DE BASE .....	VII
III. RÉFÉRENTIEL DE GÉNÉTIQUE EN FORMATION SCIENTIFIQUE .....	XI
IV. COUVERTURE RÉSEAU EN 3G ET 4G DES DIFFÉRENTS OPÉRATEURS MOBILES EN BELGIQUE .....	XII
V. QUESTIONNAIRE ENVOYÉ AUX ENSEIGNANTS.....	XIII
VI. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DU QUESTIONNAIRE .....	XVIII
VII. EXEMPLE DE PLAN DE TRAVAIL .....	XXV
VIII. EXEMPLE D'OUTIL.....	XXVI
IX. FEUILLES DE COURS ÉLÈVES.....	XXVII
X. FICHE OUTIL POUR LES ÉLÈVES .....	XXXII
XI. VIDÉO DU COURS .....	XXXIV
XII. QUESTIONNAIRE PROPOSÉ AUX ÉLÈVES.....	XXXVI
XIII. ACTIVITÉS POUR LE TRAVAIL DE GROUPE EN CLASSE.....	XXXVII

# I. RÉFÉRENTIELS DE GÉNÉTIQUE EN SCIENCES GÉNÉRALES

<b>Sciences générales – Deuxième degré — Quatrième année – Biologie – Unité d’acquis d’apprentissage 3</b>	
<b>« Unité et diversité des êtres vivants »</b>	
<b>Compétences à développer</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malgré leur extraordinaire diversité, mettre en évidence les ressemblances (moléculaires, cellulaires) entre les êtres vivants.</li> <li>• Expliquer que la molécule d’ADN contient l’information génétique.</li> <li>• Expliquer l’universalité et la variabilité de l’ADN.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Processus</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Appliquer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparer des tailles relatives de molécules et de cellules (par exemple : d’une cellule animale, d’une cellule végétale, d’une bactérie, d’une mitochondrie, d’une macromolécule organique, d’une molécule d’eau, d’un atome de carbone,....).</li> <li>• A partir de l’analyse de documents décrivant une mutation (par exemple : individus d’une même espèce avec un pelage de couleur différente, drépanocytose, ...), expliquer les conséquences de la variabilité de l’ADN au sein d’une espèce.</li> <li>• Comparer la mitose et la méiose sur base d’images de coupe de microscope optique.</li> <li>• Comparer des photographies de caryotypes provenant de cellules différentes.</li> <li>• Résoudre un problème simple de monohybridisme.</li> </ul> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Transférer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir de photographies réalisées au microscope (optique ou électronique), identifier et schématiser la cellule photographiée (animale, végétale ou bactérienne).</li> <li>• A partir de l’analyse de résultats expérimentaux montrant les variations de la quantité d’ADN au cours du cycle cellulaire, interpréter un graphique de l’évolution de la quantité d’ADN au cours du temps.</li> </ul> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>
	<p style="text-align: center;"><b>Ressources</b></p> <p><b>Prérequis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UAA 1 &amp; 2 de Biologie</li> </ul> <p><b>Savoirs disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cellule végétale</li> <li>• Cellule animale</li> <li>• Cellule bactérienne</li> <li>• Structure et ultrastructure cellulaire (mitochondries, lysosomes, REG, Golgi, ribosomes, noyau, membrane plasmique, paroi cellulosique, chloroplastes)</li> <li>• Macromolécules organiques (glucides, protéines, lipides, ADN). Représentation schématique</li> <li>• Information génétique (ADN – chromosomes-chromatine)</li> <li>• Gène (unité d’information) et allèles</li> <li>• Nucléotide</li> <li>• Mutation</li> <li>• Cycle cellulaire (réplication de l’ADN, mitose)</li> <li>• Caryotype</li> <li>• Méiose</li> <li>• Monohybridisme</li> </ul>

	<p><b>Savoir-faire disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser un microscope optique.</li> <li>• Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.</li> <li>• Evaluer l'ordre de grandeur d'une cellule.</li> <li>• Extraire des informations de photographies réalisées au microscope. (utiliser l'échelle du document, identifier les organites,...).</li> <li>• Comparer des schémas de cellules,....</li> </ul>
<div data-bbox="507 969 1082 1780" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p><b>Connaître</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur base de l'observation d'images de microscope optique et électronique, modéliser la structure et l'ultrastructure cellulaire.</li> <li>• A partir de documents, identifier les éléments chimiques caractéristiques (C, H, O, N) des molécules qui constituent les êtres vivants (eau et macromolécules organiques (protéines, glucides, ADN, lipides)).</li> <li>• Réaliser une représentation schématique de la molécule d'ADN (échelle torsadée), à partir de documents.</li> <li>• Décrire une expérience de transgénèse montrant que l'ADN est une molécule contenant une information universelle.</li> <li>• Etablir le lien entre chromosomes, ADN et information génétique.</li> <li>• Identifier les origines des mutations.</li> <li>• Décrire les phases du cycle cellulaire et expliquer le rôle de la mitose.</li> <li>• Expliquer les rôles de la méiose et de la fécondation quant à la diversité génétique.</li> <li>• Mettre en parallèle les observations de Mendel (expérience de monohybridisme) et la formation des gamètes lors de la méiose.</li> </ul> </div>	

Sciences générales – Troisième degré – Biologie – Unité d’acquis d’apprentissage 8	
« De la génétique à l’évolution »	
Compétences à développer	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expliquer la relation entre phénotypes, structure des protéines et séquence d’ADN.</li> <li>• Mettre en évidence quelques avantages et inconvénients liés aux champs d’application des biotechnologies.</li> <li>• Décrire les principaux mécanismes qui expliquent l’évolution de la biodiversité.</li> <li>• Distinguer un modèle (issu de faits scientifiques) d’une croyance pour expliquer l’apparition de la vie, l’évolution de la vie sur Terre et de la biodiversité.</li> <li>• Expliquer que la classification moderne du vivant se fonde sur la théorie de l’évolution.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Processus</b></p>
<p><b>Appliquer</b></p> <p><u>Génétique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir de l’interprétation de résultats de croisements (travaux de Mendel et de Morgan), identifier les principales causes de la variation du génome d’une génération à la suivante au sein d’une espèce.</li> <li>• A partir d’un arbre généalogique humain, interpréter la transmission d’un caractère (par exemple : lié à une maladie génétique) et établir la relation entre les phénotypes et la séquence d’ADN.</li> </ul> <p><u>Evolution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retrouver des liens de parenté entre êtres vivants à partir de données anatomiques, embryologiques, moléculaires ou paléontologiques.</li> <li>• A partir de documents, montrer l’importance des gènes homéotiques ou architectes (gènes Hox) dans le développement d’un être vivant (par exemple : l’Homme, la mouche,...).</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Transférer</b></p> <p><u>Génétique</u></p> <p><u>Evolution</u></p>
	<p style="text-align: center;"><b>Ressources</b></p> <p><b>Pré-requis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cellules et organites</li> <li>• Méiose</li> <li>• Biodiversité</li> </ul> <p><u>Génétique</u></p> <p><b>Savoirs disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approche historique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monohybridisme, dihybridisme (les lois de Mendel)</li> <li>➢ gènes liés et crossing-over (les travaux de Morgan et Sturtevant)</li> <li>➢ structure de l’ADN (les travaux de Watson et Crick)</li> <li>➢ code génétique (les travaux de Jacob et Monod)</li> <li>➢ début des développements de la biologie moléculaire</li> </ul> </li> <li>• Phénotypes (macroscopique, cellulaire, moléculaire)</li> <li>• Génotype</li> <li>• Méiose : brassages inter-chromosomique, et intra-chromosomique</li> <li>• Fécondation : brassage génétique</li> <li>• Code génétique : propriétés</li> <li>• Biosynthèse des protéines (transcription et traduction)</li> <li>• Maladie génétique</li> <li>• Maladie chromosomique</li> <li>• Cancer (oncogènes et gènes suppresseurs de tumeurs)</li> <li>• Ultrastructure cellulaire (noyau, ribosomes, ADN, ARNm, ARNt, protéines)</li> </ul> <p><b>Savoir-faire disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observer, recenser, organiser des informations relatives à la génétique.</li> <li>• Réaliser un schéma fonctionnel (synthèse des protéines, ...).</li> </ul>



	<p><u>Evolution</u></p> <p><b>Savoirs disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espèce</li> <li>• Spéciation</li> <li>• Brassage génétique et mutation</li> <li>• Sélection naturelle et dérive génétique</li> <li>• Origine de la vie et chronologie de l'évolution</li> <li>• Origine de la lignée humaine et origine du genre « Homo »</li> <li>• Le néodarwinisme</li> <li>• Lien de parenté entre les vivants</li> <li>• Arbre phylogénétique (ancêtre commun hypothétique, caractère ancestral, innovation évolutive, clade)</li> <li>• Ancêtre commun</li> </ul> <p><b>Savoir-faire disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observer, recenser, organiser des informations relatives à la génétique et à l'évolution, et formuler des hypothèses.</li> <li>• Interpréter des graphiques et des tableaux relatifs à la génétique et à l'évolution.</li> </ul>
--	---

**Connaître**  
Génétique  
Evolution

### Développé de l'hypertexte Transférer

#### Génétique

- Mettre en œuvre une démarche d'investigation pour découvrir l'implication de quelques gènes et l'influence de l'environnement lors du développement de certaines maladies.
- A partir de la lecture de différents documents, participer à un débat contradictoire argumenté scientifiquement (ou faire réaliser par les élèves un argumentaire scientifique) sur le développement des biotechnologies (avantages, inconvénients et problèmes éthiques liés par exemple à l'utilisation des OGM, au diagnostic prénatal des maladies héréditaires, à la thérapie génique chez l'Homme ...).

#### Evolution

- A partir de l'analyse de documents décrivant un cas concret d'apparition d'une nouvelle espèce (par exemple : les pinsons de Darwin, les moustiques du métro de Londres, les souris de Madère, le lézard des ruines,...), mettre en évidence les mécanismes particuliers qui permettent d'expliquer l'apparition de ces nouvelles espèces.
- Expliquer à l'aide d'un arbre phylogénétique (par exemple : celui des vertébrés) que la classification scientifique actuelle des êtres vivants se fonde sur la théorie de l'évolution.
- A la lumière de la théorie néodarwinienne, critiquer les arguments développés dans des théories (par exemple : le fixisme, le créationnisme, le lamarckisme,...), qui tentent d'expliquer l'origine et l'évolution de la vie à la surface de la Terre.

### Développé de l'hypertexte Connaître

#### Génétique

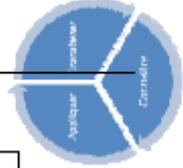
- A l'aide d'une approche historique, retracer les grandes étapes qui ont conduit de la génétique de Mendel à la génétique moléculaire.
- Expliquer la relation entre ADN (gènes) et structure primaire d'une protéine.
- Décrire le processus de synthèse des protéines (transcription et traduction).
- A partir de documents, montrer que plusieurs gènes peuvent intervenir dans la réalisation d'un même phénotype.
- Identifier, à partir de documents, les principales causes des mutations et leurs possibles conséquences (au niveau des cellules germinales et des cellules somatiques).
- A partir de documents, montrer l'influence de l'environnement sur l'expression de certains gènes.
- Distinguer une maladie chromosomique d'une maladie génétique.
- A partir d'un document, décrire de manière simple une application concrète des biotechnologies (par exemple : production d'OGM, thérapie génique,...).

#### Evolution

- A partir de documents montrer que la biodiversité au niveau des écosystèmes et au niveau des espèces se modifie au cours des principales ères géologiques.
- Identifier les conditions probables qui ont permis l'apparition de la vie sur Terre.
- Expliquer, à l'aide d'une approche historique comment la théorie de Darwin est étayée par des faits (notamment les apports de la génétique) depuis 1859.
- A partir de l'analyse d'un document, ou d'une visite au musée, décrire et interpréter un arbre phylogénétique montrant la place de l'Homme au sein des vertébrés et parmi les primates.
- Identifier (à partir de documents, de visites de musées,...) des critères anatomiques d'appartenance à la lignée humaine.

## II. RÉFÉRENTIELS DE GÉNÉTIQUE EN SCIENCES DE BASE

Sciences de base – Deuxième degré – Quatrième année - Biologie – Unité d’acquis d’apprentissage 3	
« Unité et diversité des êtres vivants »	
Compétences à développer	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Malgré leur extraordinaire diversité, mettre en évidence les ressemblances (moléculaires, cellulaires) entre les êtres vivants et indiquer que ces êtres vivants ont une origine commune.</li> <li>Expliquer que la molécule d’ADN contient l’information génétique.</li> <li>Expliquer l’universalité et la variabilité de l’ADN.</li> <li>A partir de l’observation des modifications de la biodiversité au cours du temps, émettre une première explication sur la manière dont les espèces évoluent (sélection naturelle).</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Ressources</b></p> <p><b>Prérequis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UAA 1 et 2 de biologie</li> </ul> <p><b>Savoirs disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cellule végétale</li> <li>Cellule animale</li> <li>Cellule bactérienne</li> <li>Structure cellulaire (paroi cellulosique, membrane cytoplasmique, vacuole, noyau, chloroplastes)</li> <li>Macromolécules organiques (glucides, protéines, lipides, ADN)</li> <li>Information génétique (ADN – chromosomes-chromatine)</li> <li>Gène (unité d’information) et allèles</li> <li>Nucléotide</li> <li>Mutation</li> <li>Cycle cellulaire (réplication de l’ADN, mitose)</li> <li>Caryotype</li> <li>Méiose</li> <li>Espèce</li> <li>Monohybridisme</li> </ul>
<b>Processus</b>	
<p><b>Appliquer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comparer les tailles relatives (par exemple : d’une cellule animale, d’une cellule végétale, d’une bactérie et d’une molécule d’eau).</li> <li>Identifier les chromosomes au cours de la mitose sur des images de coupe de microscope optique.</li> <li>Comparer des photographies de caryotypes provenant de cellules différentes</li> <li>Résoudre un problème simple de monohybridisme.</li> </ul>	<p><b>Transférer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comparer l’organisation de membres antérieurs de vertébrés et décrire les caractéristiques probables du membre antérieur de leur ancêtre commun.</li> <li>Sur base de l’analyse de documents, expliquer comment évoluent les espèces (par exemple : les pinsons des îles Galapagos, les moustiques du métro de Londres, ....).</li> <li>A partir de l’analyse de résultats expérimentaux montrant les variations de la quantité d’ADN au cours du cycle cellulaire, interpréter un graphique de l’évolution de la quantité d’ADN au cours du temps.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversité</li> <li>• Chronologie de l'évolution</li> <li>• Ancêtre commun hypothétique</li> <li>• Sélection naturelle</li> </ul> <p><b>Savoir-faire disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser un microscope optique.</li> <li>• Calculer le grossissement.</li> <li>• Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.</li> <li>• Evaluer l'ordre de grandeur d'une cellule.</li> <li>• Extraire des informations de photographies réalisées au microscope optique.</li> <li>• Comparer des schémas. de cellule</li> </ul>
<p><b>Connaître</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur base de l'observation au microscope optique, modéliser et comparer des cellules végétale, animale et bactérienne.</li> <li>• A partir de documents, identifier les éléments chimiques caractéristiques (C, H, O, N) des molécules qui constituent les êtres vivants (eau et macromolécules organiques (protéines, glucides, ADN, lipides)).</li> <li>• Suite aux similitudes cellulaires et moléculaires observées chez les êtres vivants, émettre l'hypothèse qu'ils sont issus d'un ancêtre commun.</li> <li>• Réaliser une représentation schématique de la molécule d'ADN (échelle torsadée) à partir de documents.</li> <li>• Décrire une expérience de transgénèse qui montre que l'ADN est une molécule contenant une information universelle.</li> <li>• Etablir le lien entre chromosomes, ADN et information génétique.</li> <li>• Identifier les origines des mutations.</li> <li>• Décrire les phases du cycle cellulaire et expliquer le rôle de la mitose.</li> <li>• Expliquer les rôles de la méiose et de la fécondation quant à la diversité génétique.</li> <li>• Expliquer comment on caractérise une espèce.</li> <li>• Mettre en parallèle les observations de Mendel (expérience de monohybridisme) et la formation des gamètes lors de la méiose.</li> <li>• Décrire les trois niveaux de biodiversité (niveaux de la génétique, des espèces et des écosystèmes, à partir de différentes observations).</li> <li>• Montrer, sur une ligne du temps, les grandes crises subies par la biodiversité et rechercher pour une crise en particulier les causes supposées.</li> <li>• Expliquer comment la sélection naturelle influence l'évolution d'une espèce.</li> </ul>	

« De la génétique à l'évolution »

Compétences à développer

- Expliquer la relation entre phénotypes, structure des protéines et séquence d'ADN
- Mettre en évidence quelques avantages et inconvénients liés aux champs d'application des biotechnologies
- Distinguer un modèle (issu de faits scientifiques) d'une croyance pour expliquer l'apparition de la vie, l'évolution de la vie sur Terre et de la biodiversité.
- Expliquer que la classification moderne du vivant se fonde sur la théorie de l'évolution.

Processus

Ressources

**Appliquer**

**Génétique**

- Interpréter la transmission d'un caractère à partir d'un arbre généalogique humain (par exemple : groupes sanguins, maladies génétiques,...).
- Dans le cas d'une maladie génétique, établir une relation entre les phénotypes et la séquence d'ADN.

**Evolution**

- Retrouver des liens de parenté entre êtres vivants à partir de données anatomiques, embryologiques, moléculaires ou paléontologiques.

**Transférer**

**Génétique**

- A partir de documents relatifs à une application biotechnologique (par exemple : production d'insuline, d'hormone de croissance, OGM,...), décrire l'impact de cette application sur notre quotidien ou sur l'environnement.
- A partir de la lecture de différents documents, participer à un débat contradictoire argumenté scientifiquement (ou faire réaliser par les élèves un argumentaire scientifique), sur les avantages et les inconvénients liés à l'utilisation des OGM.

**Evolution**

- A partir de l'analyse de documents décrivant un cas concret d'apparition d'une nouvelle espèce (par exemple : les pinsons de Darwin, les moustiques du métro de Londres, les souris de Madère, le lézard des ruines,...), mettre en évidence les mécanismes particuliers qui permettent d'expliquer l'apparition de ces nouvelles espèces.
- A la lumière de la théorie néodarwinienne, critiquer les arguments développés dans des théories (par exemple : le fixisme, le créationnisme, le lamarckisme,...) qui tentent d'expliquer l'origine et l'évolution de la vie à la surface de la Terre.

**Pré-requis**

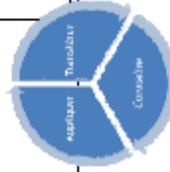
- Cellules et organites
- Méiose
- Biodiversité

**Savoirs disciplinaires Génétique**

- Phénotype (macroscopique, cellulaire et moléculaire)
- Génotype
- Code génétique : propriétés
- Maladie génétique
- Maladie chromosomique
- Ultrastructure cellulaire (noyau, ribosomes, ADN, ARNm, ARNt, protéines)

**Evolution**

- Espèce
- Spéciation
- Brassage génétique et mutation
- Sélection naturelle et dérive génétique
- Origine de la vie et chronologie de l'évolution
- Le néodarwinisme



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lien de parenté entre les vivants</li> <li>• Arbre phylogénétique (ancêtre commun hypothétique, innovation évolutive)</li> </ul> <p><b>Savoir-faire disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observer, recenser, organiser des informations relatives à la génétique et à l'évolution, et formuler des hypothèses.</li> <li>• Réaliser un schéma fonctionnel (synthèse des protéines, ...).</li> </ul>	<p><b>Connaître</b></p> <p><b>Génétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguer une maladie chromosomique d'une maladie génétique.</li> <li>• Expliquer la relation entre gène et structure primaire de la protéine.</li> <li>• Décrire de manière simple le processus de synthèse des protéines (transcription et traduction).</li> <li>• Expliquer les possibles conséquences des mutations au niveau des cellules germinales ou somatiques.</li> <li>• A partir d'un document, décrire de manière simple une application concrète des biotechnologies (exemple : production d'OGM, thérapie génique,...).</li> <li>• Illustrer à partir d'un exemple que l'environnement peut modifier l'expression de certains gènes.</li> </ul> <p><b>Evolution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpréter la structure d'un arbre phylogénétique.</li> <li>• A partir de l'analyse d'un document ou d'une visite au musée, décrire l'aspect buissonnant de la lignée humaine.</li> <li>• Décrire de manière simple, les mécanismes importants (variabilité génétique, sélection naturelle) impliqués dans la théorie de l'évolution.</li> <li>• Identifier (à partir de documents, de visites de musées,...) des critères anatomiques d'appartenance à la lignée humaine.</li> <li>• Situer et dater l'origine de la lignée humaine.</li> </ul>	<p><b>Stratégie transversale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Percevoir les limites d'un modèle (sur base de l'histoire des théories de l'évolution).</li> </ul>
--	---	--

### III. RÉFÉRENTIEL DE GÉNÉTIQUE EN FORMATION SCIENTIFIQUE

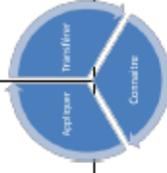
#### FORMATION SCIENTIFIQUE – 3<sup>e</sup> DEGRÉ L'ENSEIGNEMENT DE QUALIFICATION – THÈME 3 : L'ÊTRE HUMAIN, COMME TOUS LES ORGANISMES VIVANTS, EST CONSTITUÉ DE CELLULES

##### UNITÉ D'ACQUIS D'APPRENTISSAGE 13 : LES ORGANISMES VIVANTS CONTIENNENT, UTILISENT ET TRANSMETTENT DE L'INFORMATION GÉNÉTIQUE

###### COMPÉTENCES À DÉVELOPPER

- Sur base d'une démarche d'investigation, analyser des mécanismes de transmission de caractères héréditaires, principalement chez l'être humain.
- Utiliser des arguments scientifiques pour expliciter l'impact de la biotechnologie sur notre quotidien.

Processus		Ressources
<p><b>Appliquer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrypter un caryotype humain afin d'en tirer des informations sur le genre ou sur une anomalie.</li> <li>• Sur base d'un document, préciser les caractéristiques d'une mutation (cause, nature, effets éventuels).</li> <li>• Construire un échiquier de croisement pour expliquer un cas de monohybridisme chez l'être humain.</li> </ul>	<p><b>Transférer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Résoudre un problème simple d'hérédité chez l'être humain.</li> <li>• Interpréter la transmission d'un caractère à partir d'un arbre généalogique donné.</li> <li>• À partir de documents décrivant une biotechnologie, présenter la technique, puis mettre en évidence des avantages et des inconvénients de son application.</li> </ul>	<p><b>UAA prérequis : UAA3 – UAA8</b></p> <p><b>Savoirs disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitose et méiose, reproductions asexuée et sexuée (sans aborder les crossing-over)</li> <li>• Caryotype</li> <li>• Transmission génétique des caractères héréditaires (monohybridisme uniquement)</li> <li>• Héritéité humaine : groupes sanguins, facteurs rhésus, héritéité liée au sexe</li> <li>• Notion de macromolécules organiques (structure simplifiée de l'ADN et d'une protéine)</li> <li>• Notion élémentaire de gène (considérer le gène comme segment d'ADN, porté par un chromosome et déterminant un caractère héréditaire, via la production d'une protéine)</li> <li>• Universalité de l'information génétique et du code génétique</li> <li>• Mutation</li> <li>• Biotechnologies : clonage artificiel, ingénierie génétique</li> </ul> <p><b>Savoir-faire disciplinaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construire un échiquier de croisement.</li> <li>• Interpréter un arbre généalogique.</li> <li>• Modéliser une biotechnologie.</li> </ul>
<p><b>Connaître</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Différencier la mitose de la méiose en faisant le lien avec le type de reproduction.</li> <li>• Expliciter la notion de brassage chromosomique et ses conséquences.</li> <li>• Sur base d'un schéma donné, expliciter les liens conceptuels entre chromosome, ADN, gène, protéine et caractère héréditaire.</li> <li>• Expliciter que chaque gène peut exister sous des formes différentes menant à une variabilité des caractères.</li> <li>• Sur base d'un exemple, expliciter que tous les caractères ne sont pas héréditaires.</li> </ul>		
<p><b>Stratégies transversales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en relation des éléments pertinents.</li> <li>• Traiter et utiliser l'information.</li> <li>• Utiliser des langages différents.</li> <li>• Communiquer en utilisant le vocabulaire spécifique et le langage adéquat.</li> <li>• Argumenter.</li> </ul>		



#### IV. COUVERTURE RÉSEAU EN 3G ET 4G DES DIFFÉRENTS OPÉRATEURS MOBILES EN BELGIQUE

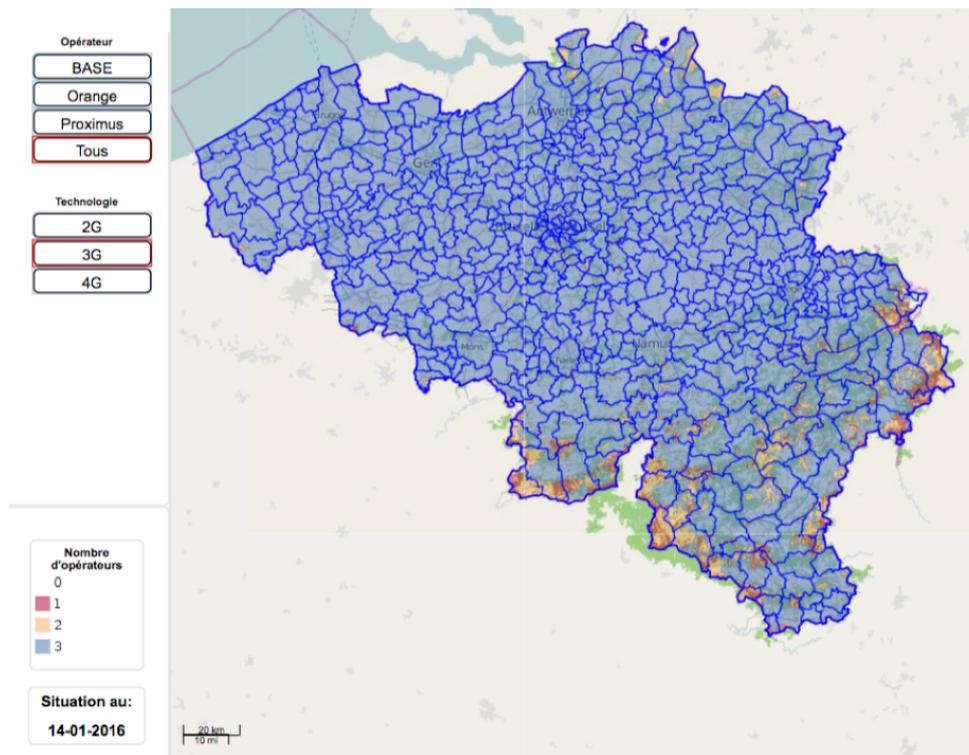


Figure 3 : Carte montrant la couverture réseau 3G pour les opérateurs mobiles en Belgique [<http://www.ibpt.be/fr/consommateurs/Internet/qualite-de-service/cartes-de-couverture-reseaux-mobiles>]

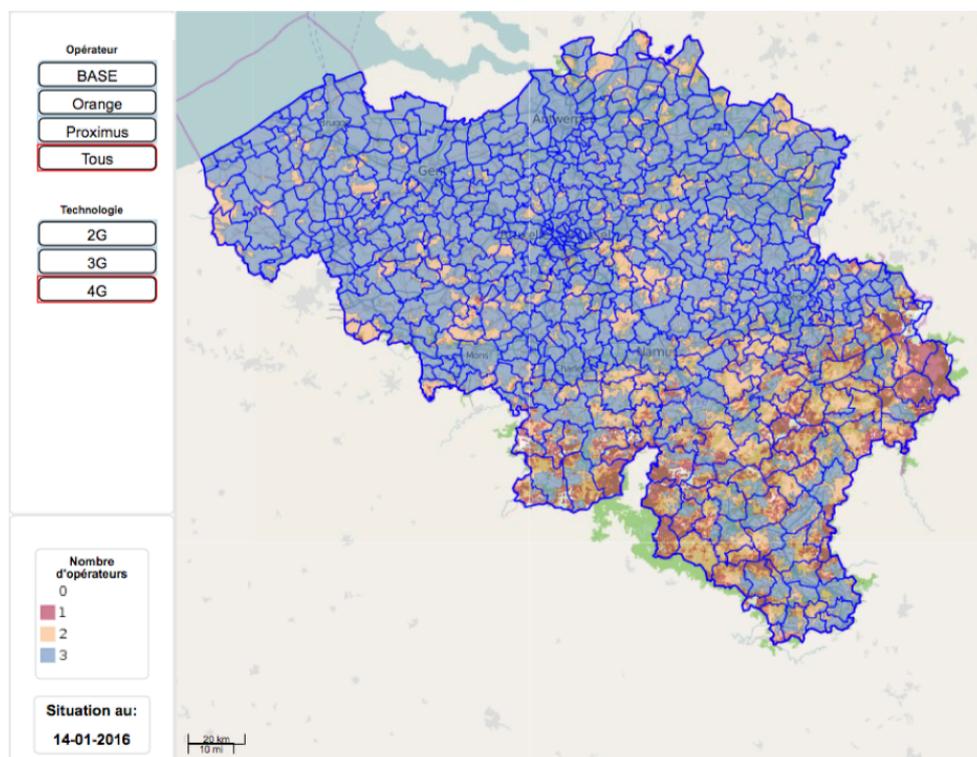


Figure 3 : Carte montrant la couverture réseau 4G pour les opérateurs mobiles en Belgique [<http://www.ibpt.be/fr/consommateurs/Internet/qualite-de-service/cartes-de-couverture-reseaux-mobiles>]

## V. QUESTIONNAIRE ENVOYÉ AUX ENSEIGNANTS

Bonjour,

Merci de votre participation à cette enquête qui intervient dans le cadre d'un mémoire sur l'intérêt du flip learning (classe inversée). L'objectif de ce questionnaire est de connaître votre opinion sur cette méthode d'enseignement. Que vous soyez familier ou non avec son utilisation, votre avis nous intéresse.

Avant de quitter le questionnaire, assurez-vous de valider vos réponses en appuyant sur "Envoyer"

(Page 4/4) Durée : 5 - 10 minutes

**\*Obligatoire**

1. **Depuis quand enseignez-vous ?** \* Une seule réponse possible.

- Je n'enseigne pas encore
- Depuis moins de 5 ans
- Depuis 5 à 20 ans
- Depuis plus de 20 ans
- Je suis pensionné(e)

2. **Quelle(s) matière(s) enseignez-vous ?** \*

-----

3. **A quel niveau enseignez-vous ?** \* Plusieurs réponses possibles.

- Maternelle
- Primaire
- Secondaire inférieur / Collège
- Secondaire supérieur / Lycée
- Université / Haute école

4. **Avez-vous déjà entendu parler de la classe inversée ?** \* Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

5. **Comment définiriez-vous la classe inversée ?** \*

-----

6. En tant qu'élève, avez-vous déjà suivi/participé à un cours en classe inversée ? \* Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Ne sais pas

7. Pratiquez-vous la classe inversée au sein de votre classe ? \* Une seule réponse possible.

- Oui    *Passez à la question 8.*
- Non    *Passez à la question 18.*

## Partie uniquement pour les personnes pratiquant la classe inversée

8. Depuis combien de temps pratiquez-vous cette méthode? \* Une seule réponse possible.

- Moins d'un an
- De 1 à 3 ans
- Plus de 3 ans

9. Comment utilisez-vous le principe de la classe inversée AVANT le cours? \* Plusieurs réponses possibles.

- Par la création de vidéos à visionner par les élèves avant le cours.
- Par la distribution d'un texte à lire par les élèves avant le cours.
- Par la distribution d'un questionnaire à remplir par les élèves avant le cours.
- Par une recherche thématique à effectuer par les élèves avant le cours.
- Par la distribution d'un syllabus à lire par les élèves avant le cours.
- Par la distribution d'une feuille de cours à remplir par les élèves avant le cours.
- Autre : -----

10. Comment utilisez-vous le principe de la classe inversée PENDANT le cours ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Par la reprise du cours étudié préalablement par les élèves.
- Par des documents à remplir en rapport avec le travail effectué avant le cours.
- Par la distribution d'une feuille de cours déjà remplie.
- Par la réalisation principalement d'exercices et /ou travaux de groupes.
- Par la réalisation exclusive d'exercices et/ou travaux de groupes.
- Autre : -----

11. **Utilisez-vous ce principe de la classe inversée pour tous vos cours?** \* *Une seule réponse possible.*

Oui

Non

12. **Si non, pourquoi ?**

-----

13. **Pour vous, quels sont les avantages de cette méthode ? \***

-----

14. **Pour vous, quels sont les inconvénients de cette méthode ? \***

-----

15. **Avez-vous remarqué un réel impact sur les élèves ? \*** *Plusieurs réponses possibles.*

Oui, les élèves assimilent mieux le cours lors de l'utilisation de cette méthode.

Oui, les élèves sont plus attentifs et motivés en classe.

Oui, les élèves ont de meilleurs résultats.

Non, je ne vois pas de différence notable.

Autre -----

16. **Pensez-vous que le principe de la classe inversée peut s'utiliser dans toutes les matières?**

\* *Une seule réponse possible.*

Oui

Non

17. **Si non, quelles matières ne vous semble pas pouvoir être enseignées en classe inversée ?**

\*

-----

## Partie uniquement pour les personnes ne pratiquant pas la classe inversée

Devant le manque de motivation de certains élèves et le taux de réussite parfois faible, certains professeurs se demandent comment re-sensibiliser les étudiants à l'apprentissage. Le principe de la classe inversée est de repositionner l'élève au centre de l'apprentissage et le professeur comme accompagnateur du savoir. A l'inverse de la classe traditionnelle, le cours est vu à la maison par les élèves (texte, vidéos...) et les exercices sont faits en classe. Ainsi le professeur peut s'adapter aux rythmes et aux difficultés de ses élèves.

### Principe de la classe inversée



[http://svt.ac-creteil.fr/IMG/png/classe\\_inversee\\_infographie.png](http://svt.ac-creteil.fr/IMG/png/classe_inversee_infographie.png)

18. Pensez-vous que le principe de la classe inversée peut s'utiliser dans toutes les matières? \* Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

19. Si non, quelles matières ne vous semble pas pouvoir être enseignées en classe inversée ?

-----

20. Pourquoi ne pratiquez-vous pas la classe inversée ? \* Une seule réponse possible.

- Je ne connais pas cette pratique.
- J'ai déjà essayé et je ne suis pas satisfait des résultats.
- Je n'ai pas le temps de mettre cette méthode en place.
- Autre : -----

21. Avez-vous l'intention de tester ce mode d'enseignement ? \* Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Peut-être

22. Pour vous quels seraient les avantages de cette méthode ? \*

-----

23. Pour vous quels seraient les inconvénients de cette méthode ? \*

-----

Avant de quitter le questionnaire, assurez-vous de valider vos réponses en appuyant sur "Envoyer" en bas de cette page.

Si la classe inversée ainsi que les résultats de cette enquête vous intéressent, une version finale du mémoire pourra vous être envoyée dès Septembre en laissant vos coordonnées dans l'encadré ci-dessous. Le questionnaire sera traité de manière totalement anonyme et votre adresse mail ne servira qu'à vous recontacter.

En attendant si vous désirez plus de renseignements sur cette méthode n'hésitez pas à visiter ce site Internet :

<http://www.classeinversee.com/>

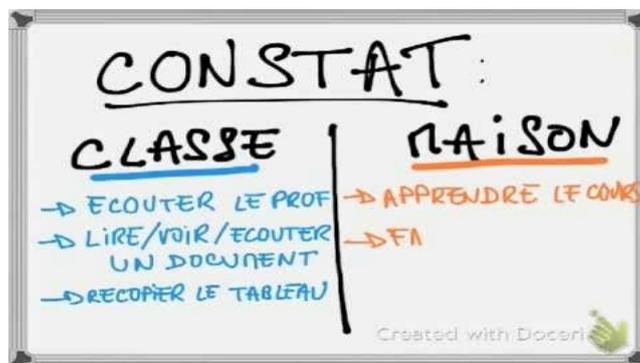
24. Adresse e-mail de contact

-----

25. Avez-vous des remarques, questions ou suggestions vis-à-vis de cette enquête ?

-----

## Une petite vidéo pour (re)découvrir le principe de la classe inversée



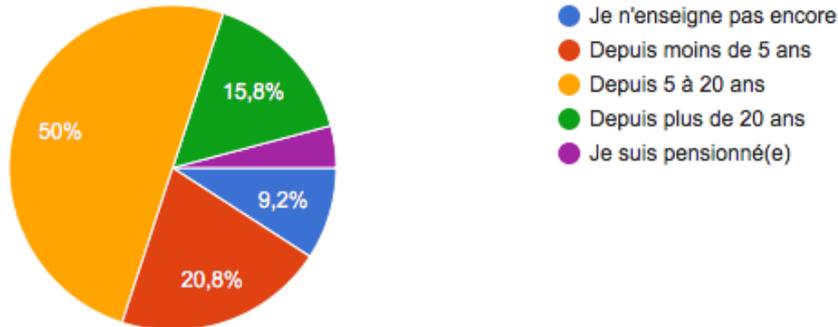
[https://www.youtube.com/watch?v=1\\_3\\_QGPyVCQ](https://www.youtube.com/watch?v=1_3_QGPyVCQ)

Fourni par



## VI. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DU QUESTIONNAIRE

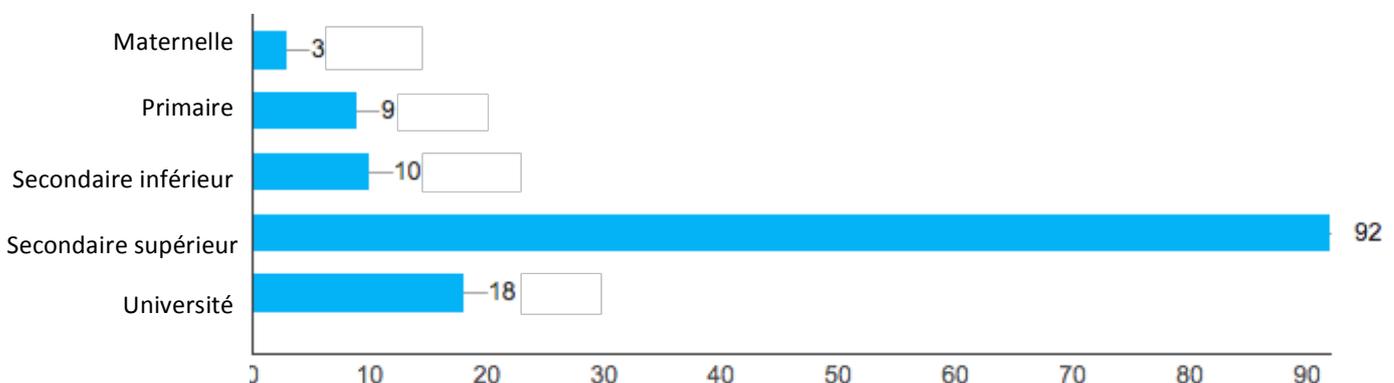
### 1. Depuis quand enseignez-vous ? (120 réponses)



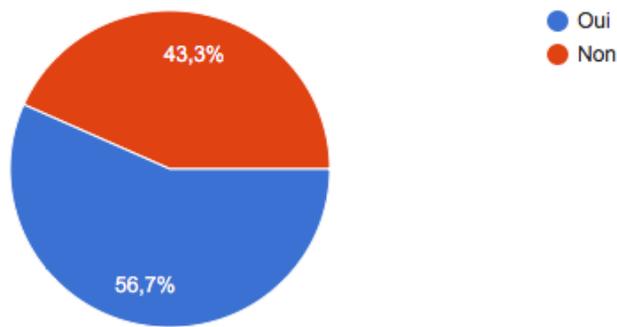
### 2. Quelle(s) matière(s) enseignez-vous ? (120 réponses)

Agronomie	1	electrotechnique	1	promotion de la santé	1
Arts	1	français	1	sciences	35
biologie-chimie	14	gestion de projet	1	sciences agronomiques	1
biologie-chimie-histo	1	histologie	1	sciences appliquées	1
biologie-chimie-phys	8	informatique et mathématiques	1	sciences biomédicales	1
biologie	13	institutrice maternelle	9	sciences économiques	1
biologie-histologie-hematologie	1	langues modernes néerlandais et anglais	1	sciences et technologies	1
biologie-sciences-soins animaliers	2	math sciences eco et infomatique	1	sciences et technologies, chimie alimentaire	1
chimie	1	maths	6	sciences et vie de la terre	1
communication et marketing	1	mécanique	2	sciences mecanique et horticulture	1
didactique des sciences	2	physique	3	soins animaliers	1
education physique	1	physique-chimie	1	web design	1

### 3. A quel niveau enseignez-vous ? (120 réponses)



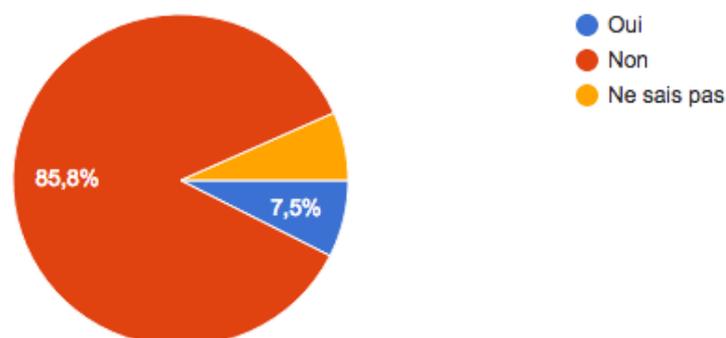
4. Avez-vous déjà entendu parler de la classe inversée ? (120 Réponses)



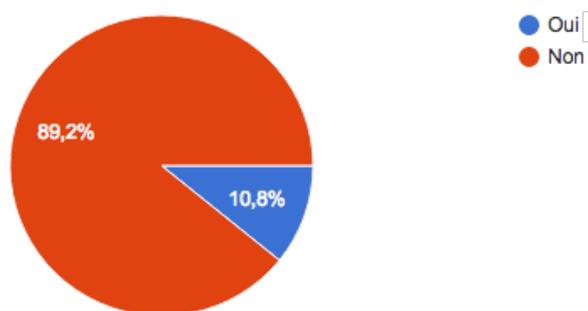
5. Comment définiriez-vous la classe inversée ? (120 réponses)

- 30 personnes ont répondu qu'il ne savait pas définir la *classe inversée* ;
- 35 personnes ont donné une bonne définition de la *classe inversée*, par exemple :
  - « Le contenu du savoir théorique est appris par l'élève en amont (chez lui par exemple) et le temps en classe avec l'enseignant sera destiné à mettre du sens, utiliser ce savoir, entraîner l'élève à son utilisation. »
  - « Une méthodologie où les élèves préparent à domicile la matière et où ils reçoivent une aide personnalisée ou approfondie en classe, avec le professeur. »
  - « Méthode ayant pour objectif d'utiliser le temps passé en classe par les apprenants pour des activités d'appropriation de la matière, des interactions, la réalisation de projet. Pour ce faire, la partie "transmissive" du contenu est réalisée avant le temps de classe, par l'apprenant, grâce à différentes ressources mises à sa disposition. »
- 42 personnes ont donné une définition partielle de la *classe inversée*, par exemple :
  - « L'élève apprend seul chez lui et le professeur complète si nécessaire en classe. »
  - « Les élèves sont maître de leurs apprentissages. »
  - « Travailler le cours théorique avant de venir en classe. »
- 13 personnes ont donné une définition incorrecte de la *classe inversée*, par exemple :
  - « Les élèves prennent la place du professeur? »
  - « On parle des exercices avant la théorie ? »
  - « Ce sont les élèves qui enseignent aux professeurs. »

6. En tant qu'élève, avez-vous déjà suivi un cours en classe inversée ? (120 réponses)

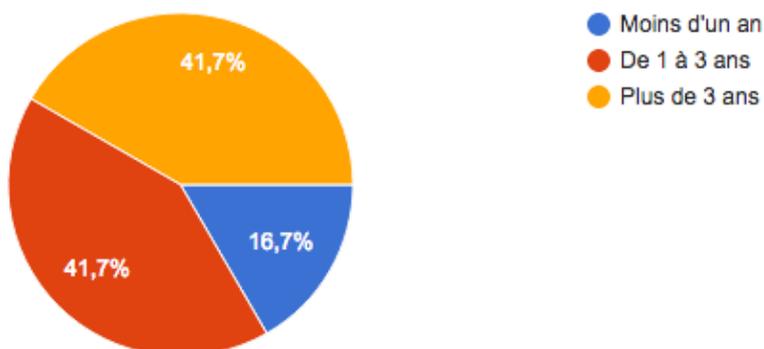


7. **Pratiquez-vous la classe inversée au sein de votre classe?** (120 réponses)

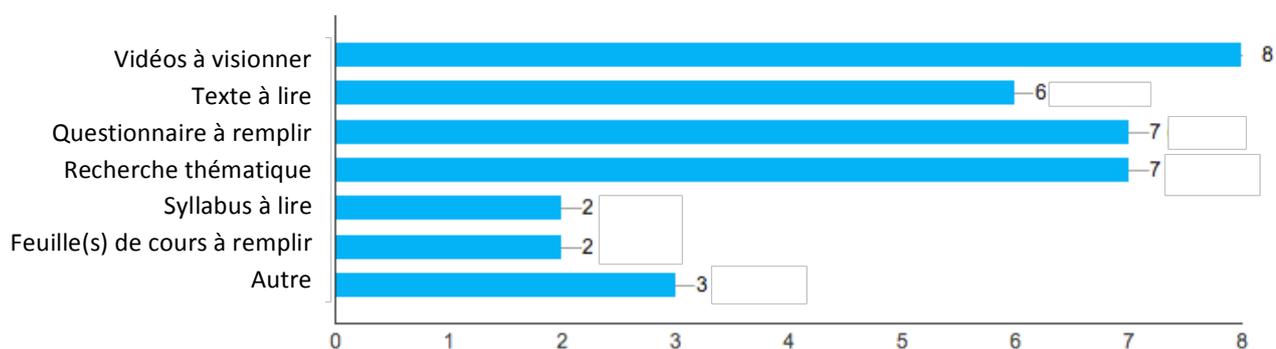


**PARTIE UNIQUEMENT POUR LES PERSONNES PRATIQUANT LA CLASSE INVERSÉE**

8. **Depuis combien de temps pratiquez-vous cette méthode?** (13 réponses)



9. **Comment utilisez-vous le principe de la classe inversée AVANT le cours?** (13 réponses)



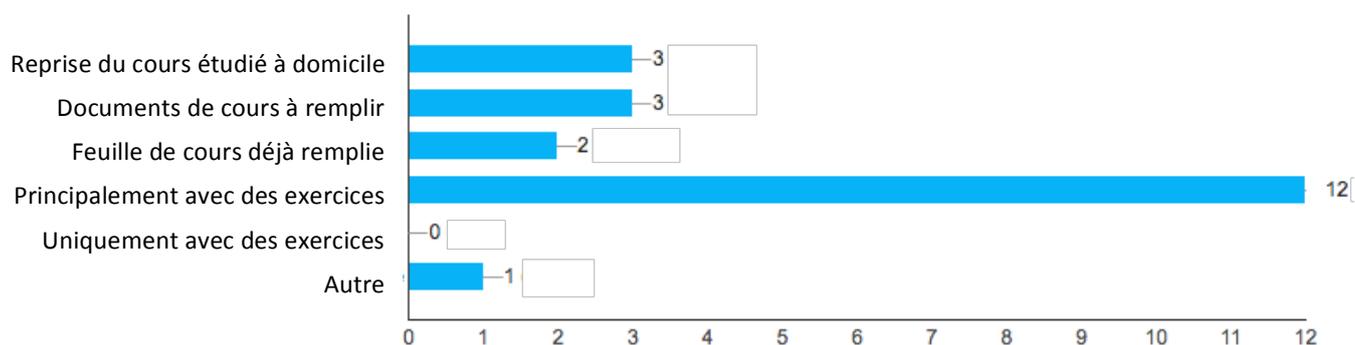
Autre :

« En tant que professeur de langues, je demandais parfois aux élèves les sujets qui les intéressaient et je demandais seulement aux rhetos de choisir des articles de journaux en langue étrangère. »

« Évaluations formatives à la fin d'un chapitre »

« Exploration de lames histologiques digitalisées et QCM »

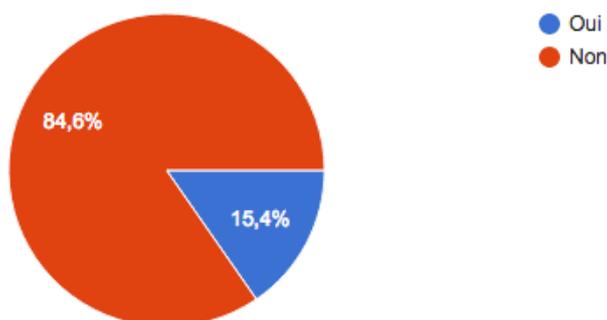
10. Comment utilisez-vous le principe de la classe inversée PENDANT le cours? (13 réponses)



Autre :

« Un moment focus sur ce que les élèves ont vu dans la capsule et par la correction du quizz »

11. Utilisez-vous ce principe de la classe inversée pour tous vos cours? (13 réponses)



12. Si non, pourquoi ? (13 réponses)

Les réponses données peuvent se classer en quatre catégories :

- Certaines parties du cours doivent être données dans un cours ex-cathedra ;
- Le manque de temps pour le professeur et les élèves ;
- Le manque d'implication des élèves ;
- Un autre système de cours appliqué qui fonctionne bien aussi.

13. Pour vous, quels sont les avantages de cette méthode ? (13 réponses)

De nombreux avantages sont cités par les enseignants :

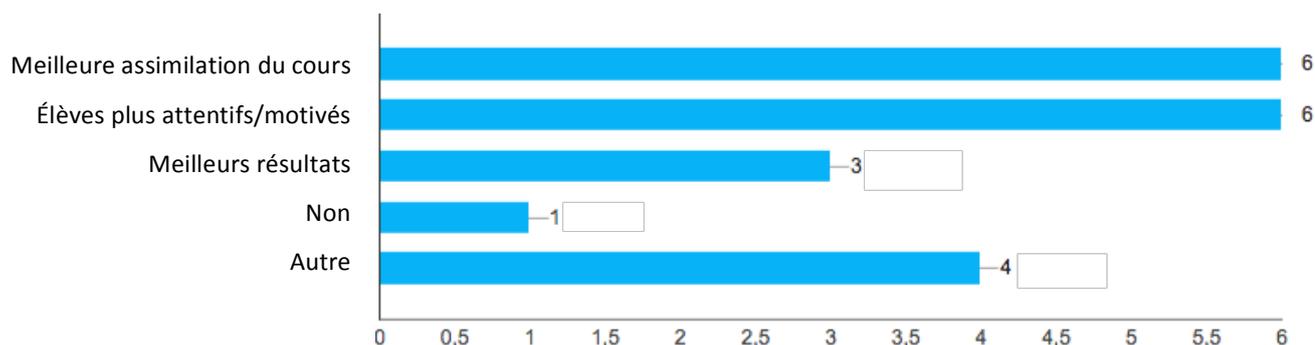
- meilleure motivation des élèves ;
- de meilleurs résultats ;
- une dynamique de groupe / collaboration entre élèves ;
- investissement / responsabilisation des élèves dans leur apprentissage ;
- respect du rythme des élèves ;
- développement de l'autonomie ;
- instauration d'un dialogue professeur-élève .

**14. Pour vous, quels sont les inconvénients de cette méthode ? (13 réponses)**

Plusieurs inconvénients sont cités par les professeurs :

- le manque d'investissement de certains élèves ;
- trop dépendant de la participation des élèves ;
- nécessite beaucoup de temps de la part du professeur et des élèves en dehors de la classe.

**15. Avez-vous remarqué un réel impact sur les élèves ? (13 réponses)**



Autre :

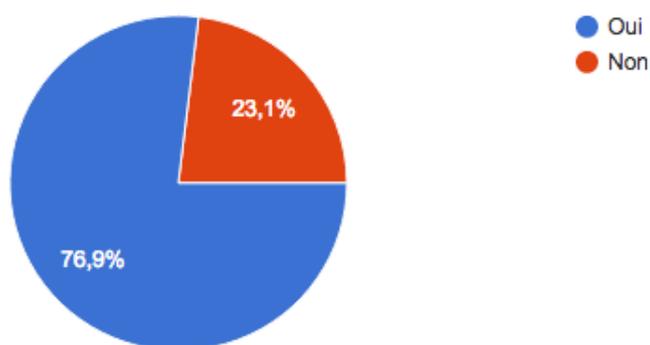
« Leurs résultats scolaires ne changent pas significativement. »

« Cela dépend des étudiants. »

« Généralement la matière est bien moins acquise. »

« Résultats positifs pour les élèves qui s'investissent sérieusement ; résultats négatifs pour les élèves non motivés. En tout cas, je n'ai pas vu d'amélioration sur la motivation des élèves dans le secondaire. »

**16. Pensez-vous que le principe de la classe inversée peut s'utiliser dans toutes les matières? (13 réponses)**



**17. Si non, quelles matières ne vous semble pas pouvoir être enseignées en classe inversée ? (3 réponses)**

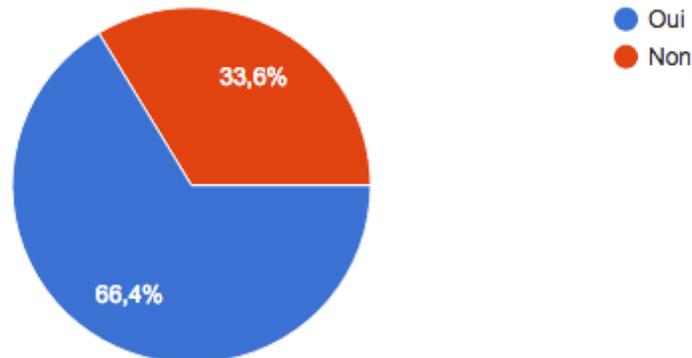
« Connaissances complexes pures »

« Le français et les langues »

« Je ne sais pas »

## PARTIE UNIQUEMENT POUR LES PERSONNES NE PRATIQUANT PAS LA CLASSE INVERSÉE

18. Pensez-vous que le principe de la classe inversée peut s'utiliser dans toutes les matières? (107 réponses)



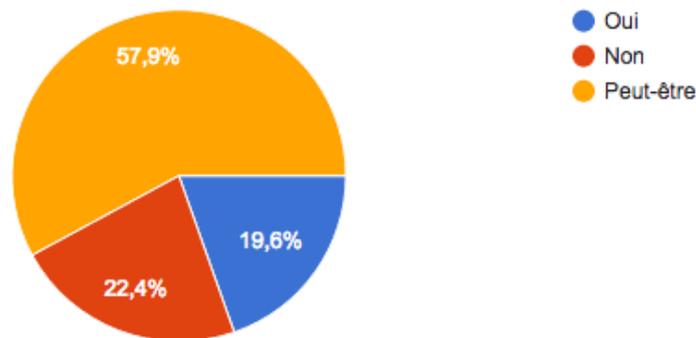
19. Pensez-vous que le principe de la classe inversée peut s'utiliser dans toutes les matières? (36 réponses)

Toutes	2
Mathématique	9
Sciences	5
Langues	5
Chimie	4
Education sportive	3
Biologie	3
Cours pratiques	2
Physique	1
Musique	1
Matières techniques	1
Français	1
Ne sais pas	11

20. Pourquoi ne pratiquez-vous pas la classe inversée ? (107 réponses)



## 21. Avez-vous l'intention de tester ce mode d'enseignement ? (107 réponses)



## 22. Pour vous quels seraient les avantages de cette méthode ? (107 réponses)

De nombreux avantages potentiels ont été cités par les enseignants, on peut les résumer ainsi :

- Meilleure élaboration des savoirs par les élèves ;
- Développement de sa propre méthode pour apprendre, l'élève apprend à son rythme ;
- Augmentation de la participation, de la motivation et de l'investissement des élèves ;
- Gain de temps en classe qui permet d'approfondir les connaissances et de diversifier les méthodes ;
- Développement de l'autonomie des élèves et responsabilisation des élèves ;
- Plus grande confiance en soi pour les élèves ;
- Perception de l'utilité de la tâche ;
- Le professeur n'est plus obligé de répéter sans cesse les connaissances en classe, il est ainsi plus disponible pour donner des explications différenciées ;
- Eviter le décrochage et obtenir du travail d'élèves « difficiles ».

## 23. Pour vous quels seraient les inconvénients de cette méthode ? (107 réponses)

De nombreux avantages potentiels ont été cités par les enseignants, on peut les résumer ainsi :

- Le travail à domicile des élèves peut ne pas être fait à cause du manque de temps ou d'investissement de l'élève, d'équipement ou d'un contexte familial difficile ;
- Possibilité d'une lassitude pour l'élève ou le professeur ;
- Risque de démotivation pour les bons élèves qui peuvent se sentir abandonner ;
- Besoin de moyens plus importants en classe ;
- Risque d'apprentissage erroné à domicile ;
- Demande beaucoup de temps de préparation pour le professeur ;
- Possibilité de refus de la part de la direction et des collègues.

## VII. EXEMPLE DE PLAN DE TRAVAIL



**Plan de travail du chapitre 2 : Transformations de la matière**  
[www.sciencesgenevoix.jimdo.com](http://www.sciencesgenevoix.jimdo.com)

• Objectifs de la grille : RES 6 / REA 4 et 5 / ANA 4

Le rôle que j'ai choisi dans l'équipe est ..... Je dois donc .....

---

**Consulter les ressources :**

- Capsule n°20 « Transformation physique ou chimique ? »
- Capsule n°21 « Décrire une transformation chimique »
- Capsule n°22 « Equation d'une réaction chimique »

Pour compléter vos connaissances :

- Vidéo « C'est quoi une transformation chimique ? »
- Exercice interactif pour équilibrer des équations (site)
- Livre p. 180 à p.188



**TP**  
TP 5 «réaction chimique ? »



192.168.1.12:8181  
GUEST / guest

**Comprendre**

**Travail individuel :** correction sur la borne   
*2nde\_Correction activité.pdf*

- **Activité 1 :** Déterminer l'équation d'une réaction chimique
- **Activité 2 :** Equilibrer une équation de réaction chimique

**Travail d'équipe :** 3 

- **Carte mentale** à faire sur une feuille dans le porte vue avec comme mot central « transformation »

**S'entraîner :**

Livret correction p. 55 à p.57

3 p.184  2 p.184  4p.184  6 p.184

**Défi d'équipe :** 2 

- Défi 1 «La chimie de l'airbag »
- Défi 2 « Meilleure équipe et meilleur individuel de Quizz »

Sur <http://join.quizizz.com/> demander le code du quiz .....

**Projet Final d'équipe pour 8/04:**

**ON N'EST PAS QUE DES COBAYES!**

**Magique ou Scientifique ?**

Visionner le défi à relever sur la borne ou <https://slate.adobe.com/cp/27y95/>

Vous devrez réaliser les expériences en TP et rendre la vidéo accompagnée d'un document scientifique décrivant l'état initial, l'état final des transformations chimiques, ainsi que les réactifs, les produits et les espèces spectatrices des réactions chimiques. Vous devrez également expliquer ce qui est observé.

 **Préparer l'évaluation**

Lire les objectifs de la grille du trimestre

Evaluation blanche (à demander au professeur si tout est fini)

 Correction sur la borne

Sport – Chapitre 2

<http://sciencesgenevoix.jimdo.com/seconde/sport/chapitre-2-transformation/>

BODART Mathilde

Master BOE à finalité didactique

XXV

## VIII. EXEMPLE D'OUTIL

**Analyse d'un texte fantastique : vers le commentaire littéraire**

Titre du texte : .....

Les différents axes ( <i>spécifiques au registre fantastique</i> ) →	Le décor	Le narrateur et les autres personnages	Le phénomène fantastique	Le dénouement
Relevez les termes qui caractérisent ces axes	↓	↓	↓	↓
Identifiez les procédés littéraires				
– Retrouvez des modèles proches ( <i>textes, fiches, corrigés, modèles rédigés...</i> ) qui vous aideraient à analyser – Justifiez votre choix en l'expliquant à votre équipe				
Analysez	↓	↓	↓	↓

**Caractéristiques du Fantastique dans...**

Le décor, propice à l'apparition du phénomène fantastique, est...  
 Identifiez et décrivez ce phénomène :

Le narrateur est ...  
 Les autres personnages ...  
 Le dénouement se caractérise par ...

*Taurisson & Herviou, 2015, p175*

## IX. FEUILLES DE COURS ÉLÈVES

### GÉNÉTIQUE MENDELIENNE



Figure 1 : Gregor Mendel  
(questions des sciences, p. 73)

#### I. Mendel, père de la génétique

« Johann Gregor Mendel (1822 – 1884) moine botaniste tchèque, est reconnu comme le père fondateur de la génétique. Il est à l'origine des lois qui définissent la manière dont les gènes se transmettent de génération en génération » (questions clés sciences, p. 75). Il a défini les lois de l'hérédité grâce à ses travaux sur le pois, cependant elles ne seront validées que plusieurs années après sa mort par d'autres scientifiques.

Au XIX<sup>ème</sup> siècle, dans la majeure partie de l'Europe, les agronomes sont à la recherche de nouvelles variétés. Le problème qui se pose à eux est que les nouveaux hybrides issus de croisements ne sont pas stables. Mendel, voulant résoudre ce problème de stabilité, crée un jardin expérimental et choisit le pois (*Pisum sativum*) dont la reproduction naturelle se fait par autofécondation (*plante autogame*) ce qui permet de contrôler les hybridations.



Figure 2 : *Pisum sativum*  
[<http://ftqn.com/y/archaeology/1/W/M/m/1/peas-Pisum-sativum2.jpg>]

#### II. Transmission d'un caractère chez les organismes diploïdes

##### II. A. Cas d'un gène : le monohybridisme

Mendel a tout d'abord réalisé des monohybridations entre des plantes de **lignées pures** qui se différençiaient **selon un caractère** facilement identifiable, ce qui a donné à chaque fois **un seul type d'hybride**. Une lignée pure, par rapport à un caractère donné, est composée d'individus aux caractéristiques stables sur plusieurs générations, c'est-à-dire que les individus sont homozygotes pour ce caractère. Mendel a étudié des caractères physiologiques simples comme : la forme et la couleur de la graine de pois, la couleur des cotylédons, la couleur de la fleur, la forme et la couleur de la cosse, la taille de la tige ainsi que les positions des fleurs sur cette dernière (**Tableau 1**).

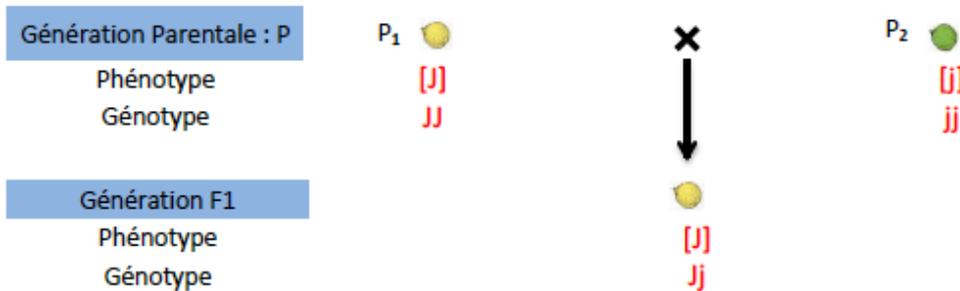
Graine		Fleur	Cosse		Tige	
Forme	Cotylédons	Couleur	Forme	Couleur	Emplacement	Taille
1	2	3	4	5	6	7

Tableau 1 : Caractères physiologiques observés par Mendel lors de ses expériences de monohybridisme  
[[http://www.catoire-fantastique.be/img/dossiers/genetique/mendel\\_7caracteres.svg.png](http://www.catoire-fantastique.be/img/dossiers/genetique/mendel_7caracteres.svg.png)]

**Première étape :**

Mendel croise deux plantes issues de deux lignées pures distinctes : une plante donnant des pois jaunes ( $P_1$ ) et une autre donnant des pois verts ( $P_2$ ), il s'intéresse donc ici au caractère : *couleur des cotylédons*.

Les petits pois sont des organismes diploïdes, ils possèdent donc deux exemplaires du gène codant pour la couleur des cotylédons. L'allèle codant pour le jaune est symbolisé par un  $J$ ; alors que l'allèle codant pour le vert est symbolisé par un  $j$ . Ainsi, le génotype du parent  $P_1$  peut s'écrire :  $JJ$ , et celui du parent  $P_2$  s'écrit  $jj$ .



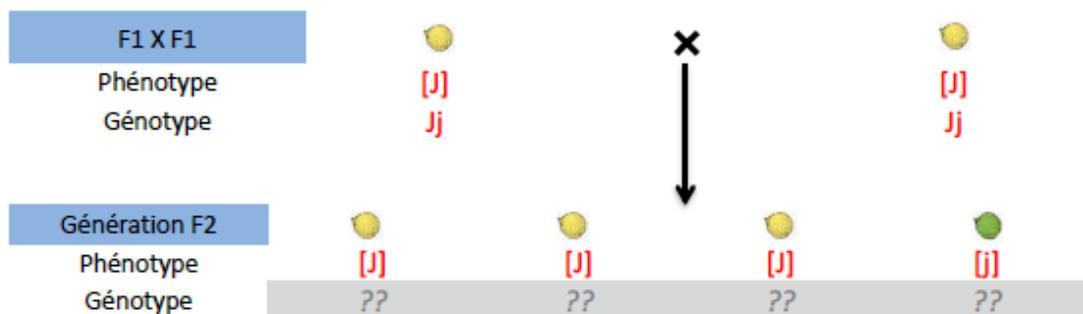
Tous les individus issus de ce croisement font partie de la génération F1 et ont tous le même phénotype (*ils se ressemblent tous*) et le même génotype (*ils ont les mêmes allèles pour ce caractère*). En effet chaque parent ne produit qu'une sorte de gamètes, il n'y a donc qu'une combinaison possible d'allèles. Dans ce croisement, ils sont jaunes (phénotype  $[J]$ ) et ont comme génotype ( $Jj$ ).

	Gamètes mâles $P_1$	J
Gamètes femelles $P_2$	j	Jj

**Deuxième étape :**

Si on croise ensuite deux individus de la génération F1, on obtient des individus de générations F2 avec ces proportions :

- 3/4 des individus ont le phénotype  $[J]$ , ils sont donc jaunes ;
- 1/4 des individus ont le phénotype  $[j]$ , ils sont donc verts.



La forme verte pour le caractère « couleur des cotylédons » réapparaît alors qu'il n'était plus visible dans la génération F1.

Pour comprendre ces proportions au sein de la génération F2, il est nécessaire de réaliser un tableau des gamètes du croisement des individus de la génération F1 :

	Gamètes mâles F1	
Gamètes femelles F1	J	j
J	JJ	Jj
j	Jj	jj

Ce tableau permet de se rendre compte que :

- |                     |   |   |   |                               |
|---------------------|---|---|---|-------------------------------|
| Génotypes parentaux | }   | - 1/4 des individus reçoit deux allèles j de leurs parents, ils ont donc le génotype <b>jj</b> et sont verts ;  | } | 3/4 des individus sont jaunes |
| Génotype hybride    |   | - 1/4 des individus reçoit deux allèles J de leurs parents, ils ont donc le génotype <b>JJ</b> et sont jaunes ; |   |                               |
|                     | - 2/4 des individus reçoit deux allèles J de leurs parents, ils ont donc le génotype <b>Jj</b> et sont jaunes ; |   |   |                               |
|                     |   |   |   |                               |

On peut noter ainsi que le phénotype [J] peut être obtenu à partir de deux génotypes différents : (Jj) et (JJ). L'allèle J codant pour des cotylédons jaunes est donc **dominant** puisqu'il permet d'obtenir des cotylédons jaunes même lorsque l'allèle j est présent, ainsi on dit que l'allèle j codant pour des cotylédons verts est **récessif**.

Ces expériences de monohybridisme ont permis à Mendel d'écrire une première loi :

**1<sup>ère</sup> loi de Mendel : « Loi de l'uniformité de la génération F1 »**  
 Si l'on croise deux races pures distinctes par un seul caractère, tous les descendants de la première génération, qui seront appelés des hybrides F1, sont identiques.

Ainsi le monohybridisme se fait en 2 étapes :

- (1) croisement de deux lignées pures se distinguant par UN SEUL caractère qui aboutit à une génération d'individus identiques au point de vue du génotype et du phénotype : c'est la génération F1.
- (2) Autofécondation des individus F1 qui donne une génération F2 d'individus n'étant pas tous identiques à la génération F1.

Lorsque le rapport entre les phénotypes des individus de la génération F2 est de **3 pour 1**, l'allèle codant pour le phénotype le plus représenté est dit « dominant » et l'allèle codant pour le phénotype le moins représenté est dit « récessif ». De plus, ce rapport entre les phénotypes des individus de la génération F2, confirme bien que la couleur des cotylédons des pois est gouvernée par **un seul couple d'allèles**. En terme de génotypes, on a 3/4 de la population ayant le génotype de P1, 1/4 ayant le génotype de P2 et 1/2 ayant le génotype de l'hybride F1.

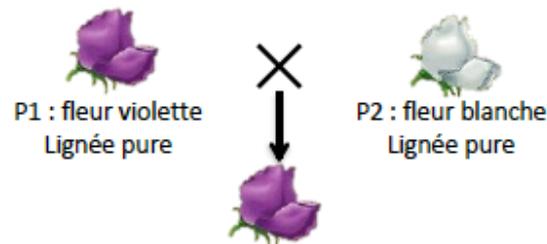
**2<sup>ème</sup> loi de Mendel : « Loi de ségrégation des allèles »**

Si l'on croise deux individus F1, on obtient des individus F2 où on voit réapparaître les deux phénotypes parentaux.



**A toi de jouer !**

On effectue le croisement ci-dessous, donner le génotype et les phénotypes des individus de la génération F2



On étudie le caractère : couleur de la fleur

On choisit de nommer V l'allèle codant pour le couleur violet et v celui codant pour la couleur blanche

Phénotype P1 : [V] ; Génotype P1 : VV

Phénotype P2 : [v] ; Génotype P2 : vv

Les individus F1 ont le génotype Vv et le phénotype [V]

En procédant à une autofécondation des individus F1, on a le tableau de gamètes suivant :

Gamètes de F1	V	v
V	VV	Vv
v	Vv	vv

On a donc  $\frac{3}{4}$  des individus F2 avec le phénotype [V] et  $\frac{1}{4}$  avec le phénotype [v]

**Pour vérifier mes connaissances je réalise l'Activité 1 « Fleur, quel est ton secret ? »**



**Existe-t-il toujours un allèle dominé et un allèle dominant pour un gène ?**

Pour répondre à cette question il te faut faire :

- Activité 2 « Les drôles de fleurs »
- Activité 3 « Les globules rouges et leur mystère »

## ANNEXE VOCABULAIRE

<b>Allèles</b>	<i>versions d'un même gène codant pour un même caractère mais qui ont subi des mutations qui produisent des effets phénotypiques différents</i>
<b>Allèle dominant</b>	<i>allèle qui s'exprime pleinement dans le phénotype d'un organisme. Se symbolise soit par une lettre majuscule, soit avec un « + » (par exemple, « A » ou « a+ »)</i>
<b>Allèle récessif</b>	<i>allèle qui ne produit pas d'effet notable sur l'apparence de l'organisme. Se symbolise par une lettre minuscule (par exemple « a »)</i>
<b>Caractère</b>	<i>propriété héréditaire observable qui peut varier d'un individu à l'autre</i>
<b>Gamète</b>	<i>Cellule haploïde, produit d'une méiose.</i>
<b>Gène</b>	<i>unité d'information génétique située sur les chromosomes et constituée d'une séquence spécifique de nucléotides dans l'ADN</i>
<b>Génétique</b>	<i>sciences de l'hérédité</i>
<b>Génotype</b>	<i>constitution allélique d'un individu pour un ou plusieurs caractères. Se symbolise en mettant les symboles des deux allèles, par exemple <math>A_1A_2</math>.</i>
<b>Hérédité</b>	<i>ensemble de phénomènes par lesquels des caractères des êtres vivants sont transmis d'une génération à la suivante</i>
<b>Hétérozygote</b>	<i>se dit d'un individu qui possède une paire d'allèles différents pour un caractère donné (par exemple « Aa »)</i>
<b>Homozygote</b>	<i>se dit d'un individu qui possède une paire d'allèles identiques pour un caractère donné (par exemple « AA »)</i>
<b>Hybridation</b>	<i>croisement des deux races pures différentes aboutissant à la naissance d'une 1<sup>ère</sup> génération formée d'individus appelés hybrides</i>
<b>Locus</b>	<i>position du gène sur le chromosome</i>
<b>Monohybridisme</b>	<i>réalisation d'un croisement de deux variétés présentant des différences sur un seul caractère. On hybride 2 lignées pures (appelées P1 et P2) différant par 1 couple de caractères. On obtient un hybride (F1) puis on croise F1 avec F1 (autofécondation) pour obtenir une génération supplémentaire appelée F2</i>
<b>Phénotype</b>	<i>ensemble de caractères physiques et physiologiques observables d'un organisme, déterminé par son patrimoine génétique. Se symbolise en mettant entre crochet l'allèle représentatif du phénotype, par exemple [A], si c'est le phénotype de l'allèle dominant, ou [a] si c'est le phénotype de l'allèle récessif</i>

## X. FICHE OUTIL POUR LES ÉLÈVES

### MONOHYBRIDISME

---

*Est-ce vraiment un croisement monohybridique ?*

*→ croisement d'individus de lignées pures se différenciant par UN seul caractère*

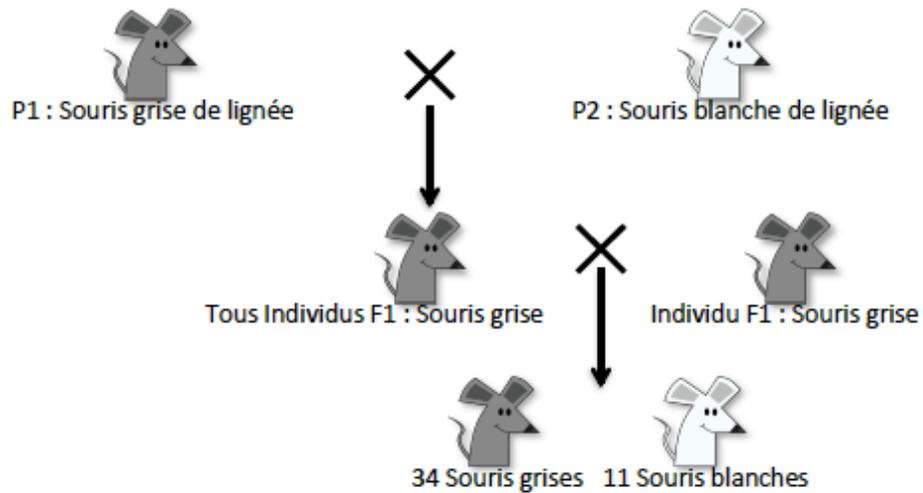
- 1) Quel est le caractère suivi ?
- 2) Quels sont les différents phénotypes de la génération P ?
- 3) Donner les notations pour les différents allèles
- 4) Donner les génotypes des parents.
- 5) Quel est le phénotype des individus de la génération F1 ?
- 6) Quel est le génotype des individus de la génération F1 ?
- 7) Réaliser un tableau de gamètes pour le croisement de deux individus de la génération F1 afin de déterminer les génotypes des individus de la génération F2.

cf. 1<sup>ère</sup> Loi  
de Mendel

	Génotypes des gamètes des individus femelles de la génération F1
Génotypes des gamètes des individus mâles de la génération F1	Génotypes des individus de la génération F2

- 8) Déduire les phénotypes des individus de la génération F2.
- 9) Donner la fréquence des phénotypes des individus de la génération F2.
- 10) Comparer ces fréquences avec la théorie et en déduire quel(s) allèle(s) est(sont) dominant(s).

## MONOHYBRIDISME – EXEMPLE



A l'aide des résultats des croisements ci-dessus, confirmez, en expliquant votre démarche, l'hypothèse suivante :

*« On suppose que la couleur du pelage des souris est gouvernée par un seul couple d'allèles ».*

On étudie le caractère : couleur du pelage de la souris.

Le phénotype de P1 est : gris / Le phénotype de P2 est : blanc.

Tous les individus F1 sont gris, ce qui semble indiquer que l'allèle codant pour le pelage gris est dominant. On choisit donc de symboliser les phénotypes ainsi :

[G] : souris au pelage gris      [g] : souris au pelage blanc

Les représentations des allèles codant pour la couleur du pelage sont donc :

G = allèle codant pour le gris      g = allèle codant pour le blanc

Les individus de la génération parentale sont des homozygotes ; leurs génotypes sont donc :

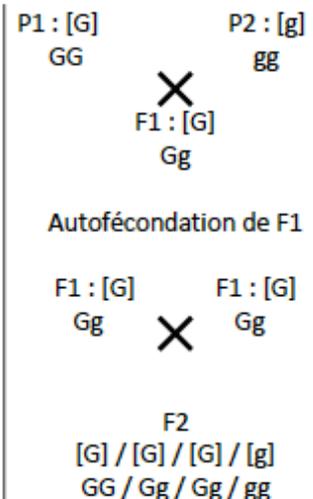
P1 : GG      P2 : gg

Les individus F1 ont donc tous le génotype suivant : Gg.

On réalise un tableau de gamètes pour connaître les génotypes des souris F2

Génotype des gamètes	G	g
G	GG	Gg
g	Gg	gg

Si on regarde le rapport entre le phénotype gris/phénotype blanc pour les individus F2, on obtient : 34/11 ≈ 3,1 ce qui confirme bien que la couleur du pelage des souris est bien dû à un couple d'allèles : G codant pour la couleur grise est « dominant » et g codant pour la couleur blanche est « récessif ».



# XI. VIDÉO DU COURS



## Le génétique Mendélienne




Comment peuvent-ils connaître les caractéristiques d'une plante par avance ?



Pourquoi les plantes cultivées n'ont pas des caractéristiques stables d'une génération à l'autre ?



Johann Gregor Mendel



Plante autogame

Couleur		Forme		Taille	
Parent	Caractéristique	Parent	Caractéristique	Parent	Caractéristique
Vert	Jaune	Ronde	Wrinklée	Long (1,10m)	Courte (0,40m)
Vert	Jaune	Ronde	Wrinklée	Long (1,10m)	Courte (0,40m)

Lignée pure



Fois : organisme diploïde  
 → possède deux allèles de chaque gène  
 → deux allèles identiques

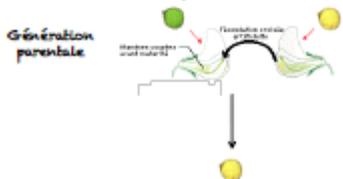
Individus homozygotes

Monohybridisme

Croisement entre individus de lignées pures qui se différencient selon UN seul caractère

1<sup>ère</sup> étape:  
Fécondation croisée faite manuellement

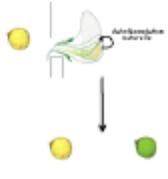
Génération parentale



Monohybridisme

Croisement entre individus de lignées pures qui se différencient selon UN seul caractère

2<sup>ème</sup> étape:  
Autofécondation des F1



### Monohybridisme

#### Etude des génotypes

Caractère étudié : couleur des cotylédons de la graine

Phénotypes de la génération parentale:

- Jaune  - vert 

J : allèle codant pour la couleur jaune

j : allèle codant pour la couleur verte



J : allèle codant pour la couleur jaune  
j : allèle codant pour la couleur verte

1<sup>ère</sup> étape : croisement d'individus de lignées pures



J : allèle codant pour la couleur jaune  
j : allèle codant pour la couleur verte

2<sup>ème</sup> étape : autofécondation des F1



1<sup>ère</sup> Loi de Mendel :  
« uniformité des hybrides de la génération F1 »

2<sup>ème</sup> Loi de Mendel :  
« ségrégation des allèles »  
Quand on croise deux individus F1 on obtient des individus F2 où on voit réapparaître les 2 phénotypes de la génération parentale.

Phénotype dominant

Phénotype récessif



## XII. QUESTIONNAIRE PROPOSÉ AUX ÉLÈVES

Questionnaire disponible sur : <https://goo.gl/forms/eXwXPiSDtrop4uXs2>



### Le monohybridisme

**\*Obligatoire**

Mendel a choisi d'étudier la génétique sur des petits pois car c'est une plante autogame, elle s'hybride donc facilement. \*

Vrai

Faux

Quelle est la particularité des individus de la génération F1? \*

Ils sont stériles

Ils sont tous identiques pour le caractère étudié

Ils présentent tous les phénotypes possibles pour le caractère étudié

Si l'on s'intéresse au caractère « forme de la graine », l'allèle L code pour une graine lisse est dominant alors que l'allèle l qui code pour une graine ridée est récessif. Quel(s) génotype(s) peut donner le phénotype [L] ? \*

Ll

LL

ll

Comment obtient-on les individus de la génération F2 ? \*

Par croisement entre deux individus F1 ou autofécondation

Par le croisement d'un individu F1 et d'une plante de la génération parentale présentant le phénotype dominant

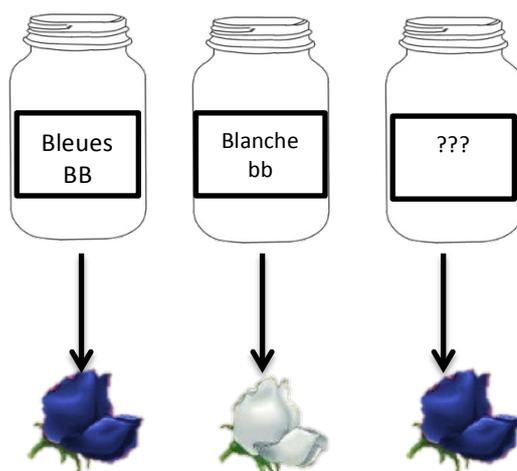
Par le croisement d'un individu F1 et d'une plante de la génération parentale présentant le phénotype récessif

**ENVOYER**

### XIII. ACTIVITÉS POUR LE TRAVAIL DE GROUPE EN CLASSE

#### Activité 1 « Fleur, quel est ton secret ? »

Mélissa possède trois pots de graines de fleurs, sur chacun d'entre eux il y a une étiquette indiquant leur couleur et leur génotype. Malheureusement, une des étiquettes est illisible. Elle sème ses fleurs et obtient les résultats suivants :



Elle obtient des fleurs bleues, qui est le phénotype dominant, avec les graines du bocal sans étiquette, mais elle aimerait encore connaître le génotype de ces fleurs afin de pouvoir compléter les étiquettes.

**Aidez Mélissa pour déterminer le génotype des fleurs bleues, justifiez votre démarche.**

Correction :

Caractère étudié : la couleur de la fleur

B : allèle codant pour le bleu

b : allèle codant pour le blanc

Nous ne connaissons pas le génotype de la fleur obtenue à partir des graines du bocal sans étiquette mais son phénotype est [B], qui est le phénotype dominant. La fleur peut donc avoir le génotype BB ou Bb.

- 1) Hypothèse 1 : La fleur a un génotype BB
- 2) Hypothèse 2 : la fleur a un génotype Bb

Afin de savoir laquelle des deux hypothèses est la bonne, effectuons un croisement avec une fleur de lignée pure de phénotype récessif. Si nous utilisons la fleur avec le phénotype dominant nous masquerions l'éventuel allèle b de la fleur à tester.

Hypothèse 1 : « la fleur a un génotype BB »

La fleur de la lignée pure ne produit qu'une sorte de gamète : b

Si on fait un tableau des gamètes du

Génotype des gamètes	B	B
b	Bb	BB

croisement entre la fleur à tester et la fleur de lignée pure au phénotype récessif (génotype bb), on obtient :

Suite à ce croisement on devrait donc obtenir 50 % de fleurs au génotype Bb, c'est-à-dire au phénotype [B] donc des fleurs bleues, et 50 % de fleurs au génotype BB, c'est-à-dire au phénotype [B] donc des fleurs blanches. Ce croisement donnerait donc 100% de fleurs bleues.

En fonction des résultats du croisement Mélissa pourra déterminer le génotype des fleurs du bocal sans étiquette.

Hypothèse 2 : « la fleur a un génotype Bb »

La fleur de la lignée pure ne produit qu'une sorte de gamète : b

Si on fait un tableau des gamètes du croisement entre la fleur à tester et la fleur de lignée pure au phénotype récessif (génotype bb), on obtient :

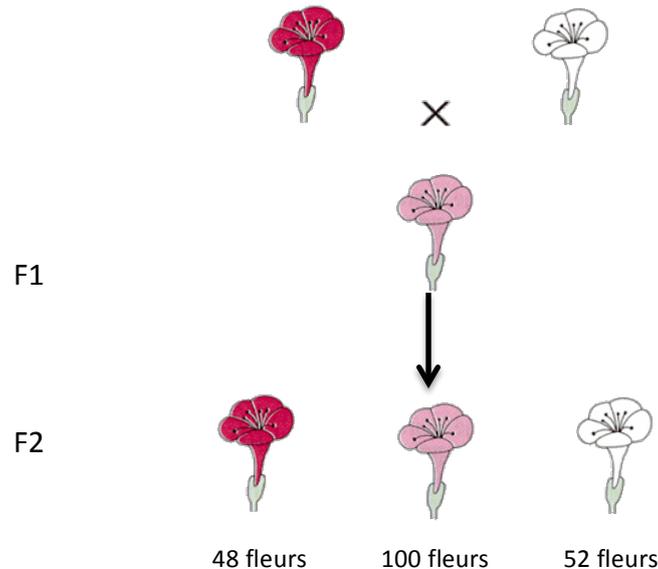
Génotype des gamètes	B	b
b	Bb	bb

Suite à ce croisement on devrait donc obtenir 50 % de fleurs au génotype Bb, c'est-à-dire au phénotype [B] donc des fleurs bleues, et 50 % de fleurs au génotype bb, c'est-à-dire au phénotype [b] donc des fleurs blanches.

Ce croisement donnerait donc 50% de fleurs bleus et 50 % de fleurs blanches.

Activité 2  
« Les drôles de fleurs »

Les belles de nuit sont des plantes dont les fleurs s'ouvrent à la tombée du jour. Il existe deux variétés pures : l'une à fleurs rouges, l'autre à fleurs blanches. Si on les croise, on obtient un hybride F1 à fleurs roses. En procédant à un croisement entre F1, on obtient une génération F2 comportant : 48 fleurs rouges, 100 fleurs roses et 52 fleurs blanches.



**Ces croisements illustrent ce qu'on appelle : le phénomène de dominance partielle. Donnez en une explication.**

Correction :

Caractère étudié : la couleur de la fleur

R : allèle codant pour le rouge

r : allèle codant pour le blanc

On remarque que le phénotype rose [Ro] des fleurs F1 n'est pas un phénotype parental, normalement le génotype des plantes F1 est Rr. Le phénotype rose est-il dû à un nouvel allèle ou à au fait que les deux allèles s'expriment en même temps ? (rouge + blanc = rose)

Le tableau des gamètes de l'autofécondation des fleurs F1 est :

Génotypes de gamètes F1	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

Au niveau des proportions des individus de la génération F2, on devrait donc avoir :

- $\frac{1}{4}$  de fleurs au génotype RR  $\rightarrow$  phénotype [R]  $\rightarrow$  fleurs rouges
- $\frac{1}{4}$  de fleurs au génotype rr  $\rightarrow$  phénotype [r]  $\rightarrow$  fleurs blanches
- $\frac{1}{2}$  de fleurs au génotype Rr  $\rightarrow$  phénotype [Ro]  $\rightarrow$  fleurs roses

Comparons ces chiffres avec les fréquences obtenues :

- 24 % de fleurs rouges
- 26 % de fleurs blanches
- 50 % de fleurs roses

On peut donc affirmer que le phénotype rose [Ro] n'est pas dû à un nouvel allèle mais bien à l'expression des deux allèles simultanément qui aboutit à un hybride qui un intermédiaire entre les deux phénotypes. C'est ce qu'on appelle la dominance partielle.

Activité 3  
« Les globules rouges et leur mystère »

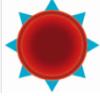
Les groupes sanguins sont déterminés à l'aide de différents marqueurs, présents ou non à la surface des globules rouges. Le gène qui détermine les groupes sanguins possède trois allèles différents :

$I_A$  code pour un marqueur A sur les globules rouges ;

$I_B$  code pour un marqueur B sur les globules rouges ;

$i$  code pour aucun marqueur sur les globules rouges.

Il existe cependant 4 groupes sanguins : [A], [B], [O] et [AB] (Tableau XX).

Groupe sanguin	[A]	[B]	[AB]	[O]
génotype	$I_A I_A$ ou $I_A i$	$I_B I_B$ ou $I_B i$	$I_A I_B$	$i i$
marqueur	▲	●	▲ ●	
Forme de l'hématie				

*Tableau XX : Tableau illustrant les différents groupes sanguins  
[<http://svt4vr.e-monsite.com/medias/images/groupe-sanguin.jpg>]*

**Expliquez pourquoi on parle de codominance des allèles  $I_A$  et  $I_B$ .**

Correction :

Caractère suivi : les marqueurs des groupes sanguins sur les globules rouges

$I_A$  code pour un marqueur A sur les globules rouges ;

$I_B$  code pour un marqueur B sur les globules rouges ;

$i$  code pour aucun marqueur sur les globules rouges.

Lorsque l'on observe le tableau, on remarque que le phénotype [AB] est dû à l'expression des deux allèles  $I_A$  et  $I_B$  qui permettent l'attachement des deux marqueurs A et B sur les globules rouges.

L'allèle  $i$  est dominé par les allèles A et B, les deux allèles s'expriment pleinement à chaque fois ; nous n'avons donc pas de dominance partielle des allèles  $I_A$  et  $I_B$  mais un codominance par rapport à l'allèle récessif  $i$ .

## **RÉSUMÉ**

---

La complexité du système éducatif belge, proposant différents programmes et de nombreuses filières, ainsi que le taux de redoublement élevé, font que certains élèves peuvent se sentir perdus. Devant le constat d'échec scolaire, plusieurs enseignants ont tenté l'expérience de la *classe inversée*, où l'élève découvre le cours à domicile et le met en application en classe, notamment grâce à des travaux de groupes. Cette méthode a pour objectif de respecter le rythme de l'élève et de lui permettre de développer sa méthode d'apprentissage. Une grande majorité y a vu de nombreux avantages : le cours est plus stimulant pour les élèves et les professeurs. Les nombreux outils informatiques d'aujourd'hui permettent une mise en place plus facile de la classe inversée par le professeur mais cela demande quand même une lourde charge de travail.

Dans ce mémoire je me suis intéressée particulièrement au programme de génétique en secondaire qui pose des difficultés aux élèves. Pour cela j'ai étudié la littérature décrivant différentes expériences de *classe inversée*, leurs avantages et leurs inconvénients. J'ai également interrogé certains enseignants grâce à un questionnaire afin d'avoir un aperçu de leur perception de la *classe inversée*. Ces recherches m'ont permis de créer un modèle pratique pour les enseignants voulant essayer d'inverser leur cours. Pour illustrer ce modèle, je l'ai appliqué à un chapitre de génétique : le monohybridisme.