

ISSN 0151-7171

Revue n°183

Juin 2020

APEPA

Association des Physiciens
Enseignement Public Agricole

Bulletin Semestriel



Sommaire

Sommaire.....	p. 2
Le mot du Président.....	p. 3
Information de dernière minute sur le prochain congrès	p. 5
Composition du bureau	p. 6
Composition du conseil d'administration.....	p. 7
Pub ANEAP, APHGEAP	p. 10
Bulletin d'adhésion.....	p. 11
Changement des statuts de l'APEPA	p. 12

Thème les questions socialement vives

Mémoire : Les questions socialement vives liées à l'utilisation de substances chimiques potentiellement dangereuses (Louise Richard, 2017-2018)..... p. 20

(Attention, les annexes complètes ne sont disponibles que sur le site physique-chimie de l'ENSFEA : <http://physiquechimie-ea.ensfea.fr>)

Thème numérique

Faire de la Physique avec Arduino n°5 (Nicolas Hervé) p. 74

Vous trouverez tous ces articles **en numérique** et **en couleur** sur le site de l'ENSFEA:

<http://physiquechimie-ea.ensfea.fr>

A visionner et télécharger sans modération

Pour accéder au bulletin numérique les adhérents devront se munir du mot de passe qui sera envoyé par courrier électronique lors de la parution de chaque bulletin numérique.

Mot du président (avril 2020)

Chers amis,

Il est impossible pour moi de ne pas évoquer la crise sanitaire actuelle que traverse notre pays et le monde entier, tellement elle a bouleversé brutalement notre mode de vie. A l'heure où j'écris, un lycée alsacien est réquisitionné pour la fabrication de gel hydroalcoolique, et pour ce faire, l'eau oxygénée des établissements scolaires alentours est récupérée. Ailleurs ce sont les lunettes de protection qui passent de nos laboratoires aux hôpitaux pour aider les soignants à se protéger. Et dans cette situation difficile, il nous est demandé d'assurer la continuité pédagogique depuis notre domicile, pour garder du lien avec nos élèves, leurs familles, et ainsi par le travail scolaire, ramener un peu de normalité dans le quotidien, pour faire oublier que nous sommes tous confinés !

Les différents moyens de communication dont nous disposons (mails, cours en ligne par visioconférence, vidéos sur Internet, émissions TV spécialement adaptées...) nous permettent quand même d'avancer notablement dans les programmes, mais le manque de pratique expérimentale de notre discipline, que ce soit en chimie ou en physique, ne peut être substitué par une vidéo de démonstration, ou par des simulations.

Il est également délicat de motiver voire d'atteindre tous nos élèves par ce télétravail : certains se considèrent en vacances et font l'autruche lorsqu'on les sollicite, même par téléphone ! D'autres sont exclus de ces actions pour cause de sous-équipement informatique, par manque de pratiques informatiques des élèves ou de leurs parents, et parfois pour cause de débit internet trop faible. Il est certain que les inégalités se creuseront d'autant plus que la situation va durer.

Le débat du nombre d'heures quotidiennes passées devant un écran est momentanément suspendu, mais chaque enseignant qui veut garder de la proximité dans la correction des copies (en ne passant pas par un système automatisé d'évaluation), a pu constater en se regardant dans la glace, une certaine ressemblance avec un lapin atteint de myxomatose ! Les dérapages de politiques voulant substituer dans les champs, les saisonniers agricoles par des enseignants sans élèves, sont particulièrement irritants et malvenus.

L'avenir nous dira comment seront effectués CCF, E3C, stages et éventuellement voyages d'études annulés ou interrompus par cette situation. Des écrits de concours de grandes écoles

sont reportés, et d'ici juin, les examens peuvent aussi être impactés. Je ne m'étendrai pas sur le prochain congrès, prévu à Bourges au mois d'août, puisqu'il est reporté à Août 2021.

Dans notre actualité, il est à noter aussi pour les futurs bacheliers 2021, la possibilité d'entrer en école vétérinaire directement après le bac : 700 dossiers seront retenus pour 160 places : admission sur concours passé à l'oral. L'ouverture aussi d'une nouvelle classe préparatoire aux grandes écoles : MPI (pour Math, Physique et Informatique) les élèves de l'enseignement agricole peuvent aussi y prétendre. Il y a du nouveau à la tête de la DGER : madame Isabelle Chmitelin remplace monsieur Philippe Vinçon, qui avait tout particulièrement reconnu les actions de l'APEPA.

A bientôt je l'espère, et d'ici-là préservez-vous des virus en tout genre !

Lionel CHRISTMANN

Information de dernière minute

Messages publiés sur la conf-APEPA dans FirstClass :

1 - objet : Annulation du congrès 2020 et report Bourges à 2021 :

Bonjour à tous,

Tout est dans le titre du message, mais je développe quand-même:

L'apparition de l'épidémie de Covid-19 sur le territoire français a engendré un certain nombre de restrictions qui ne permettent pas d'organiser un congrès pour notre association cet été: incertitudes au niveau de la structure d'accueil pour l'hébergement et pour les diverses visites. De plus, nous ne connaissons pas encore les restrictions de circulation qui pourraient se poursuivre cet été.

En accord avec Clara Wang, elle organisera le congrès à Bourges pour 2021.

Pour le vote des modifications de statut et le renouvellement de bureau, nous ferons une visio-conférence vers fin août ou début septembre. Vous pouvez quand-même envoyer vos procurations, comme prévu à Delphine Le-Coq, de préférence par mail.

Prenez soin de vous, en espérant vous revoir tous en bonne santé!

Amicalement,

Lionel CHRISTMANN

2 - Chers adhérents de l'ANEAP et de l'APEPA,

Nous espérons que ces quelques lignes vous trouvent, certes confinés, mais en bonne santé physique et mentale, et que votre entourage se porte également bien.

Ce message ne vous prendra certainement pas par surprise. Les difficultés d'organisation du congrès 2020 liées au confinement, et tout particulièrement la fermeture de tous les lieux censés nous recevoir, à commencer par le lycée qui nous accueille, nous ont conduit à annuler l'événement.

Pour l'une des rares fois depuis la fondation de nos associations, le congrès initialement prévu cet été est donc reporté en août 2021. Si vous en êtes d'accord, le lieu (lycée agricole de Bourges, dans le Cher) restera inchangé, afin de nous permettre de réinvestir les importants efforts d'organisation déjà déployés.

Vous aurez sous très peu d'autres nouvelles, notamment sur le fonctionnement institutionnel de nos associations d'ici là. Si votre adresse e-mail a changé, surtout si vous n'avez pas (ou plus) accès à First Class, merci de nous en avertir afin que nous puissions vous tenir au courant.

Au plaisir de vous retrouver très bientôt et en attendant portez-vous bien,

Les présidents,
L. Christmann, C. Wang.

BUREAU APEPA 2019 - 2020

- ✓ **Présidente d'Honneur** : PARAVY Christiane

- ✓ **Président** : CHRISTMANN Lionel

- ✓ **Vice-Présidents** :
Chargé de l'enseignement supérieur et des domaines hygiène et sécurité : DUCAMP Christine

- ✓ **Personnel de laboratoire** : LOQUET Emmanuelle

- ✓ **Secrétaire** : LE-COQ Delphine

- ✓ **Secrétaire adjointe** : MULLER Bernadette

- ✓ **Trésorier** : THURILLAT Jérôme

- ✓ **Trésorier adjoint** : HERVE Nicolas



Conseil d'administration

APEPA 2019 / 2020

➤ **Présidente d'Honneur :**

Christiane Paravy
(LEGTA de Saint-Germain-en-Laye)
311 rue Pasteur
78 955 Carrière-sous-Poissy

➤ **Trésorier:**

Jérôme Thurillat
(LEGTA Ste Livrade sur Lot)
22 rue Lous Perdigats
47 440 Casseneuil

➤ **Président :**

Lionel Christmann
(LEGTA d'Obernai)
44 Boulevard de l'Europe
67210 Obernai

➤ **Trésorier adjoint :**

Nicolas Hervé (ENSFEA Toulouse)
5 rue Blaise Pascal
31500 Toulouse

➤ **Vice - présidents :**

**Chargée de l'enseignement supérieur et des
domaines hygiène et sécurité**

Christine Ducamp (ENSFEA Toulouse)
9 rue des glycines
31750 Escalquens

➤ **Chargé de la Publicité dans le bulletin :**

Gilles Espinasse (ENSFEA Toulouse)
2 route de Narbonne
BP22687
31326 Castanet-tolosan

➤ **Secrétaire :**

Delphine Le-Coq (LEGTA de Pamiers)
route de Belpech
09100 Pamiers

➤ **Chargés de la direction de publication du
bulletin :**

Christine Ducamp et Nicolas Hervé

➤ **Secrétaire adjointe :**

Bernadette Muller
(LEGTA de Savoie La Motte Servolex)
5 rue du Mont St Michel
73490 La Ravoire

➤ **Chargé de la « Conférence APEPA » sur
internet :**

Thierry Soliméo thierry.solimeo@educagri.fr

➤ **Chargé des personnels de laboratoire :**
Technicien formation recherche

Emmanuelle Loquet (LEGTA Angers le Fresne)
chemin du Fresne
49130 Sainte Gemmes sur Loire

➤ **Chargée des relations avec l'UdPPC :**

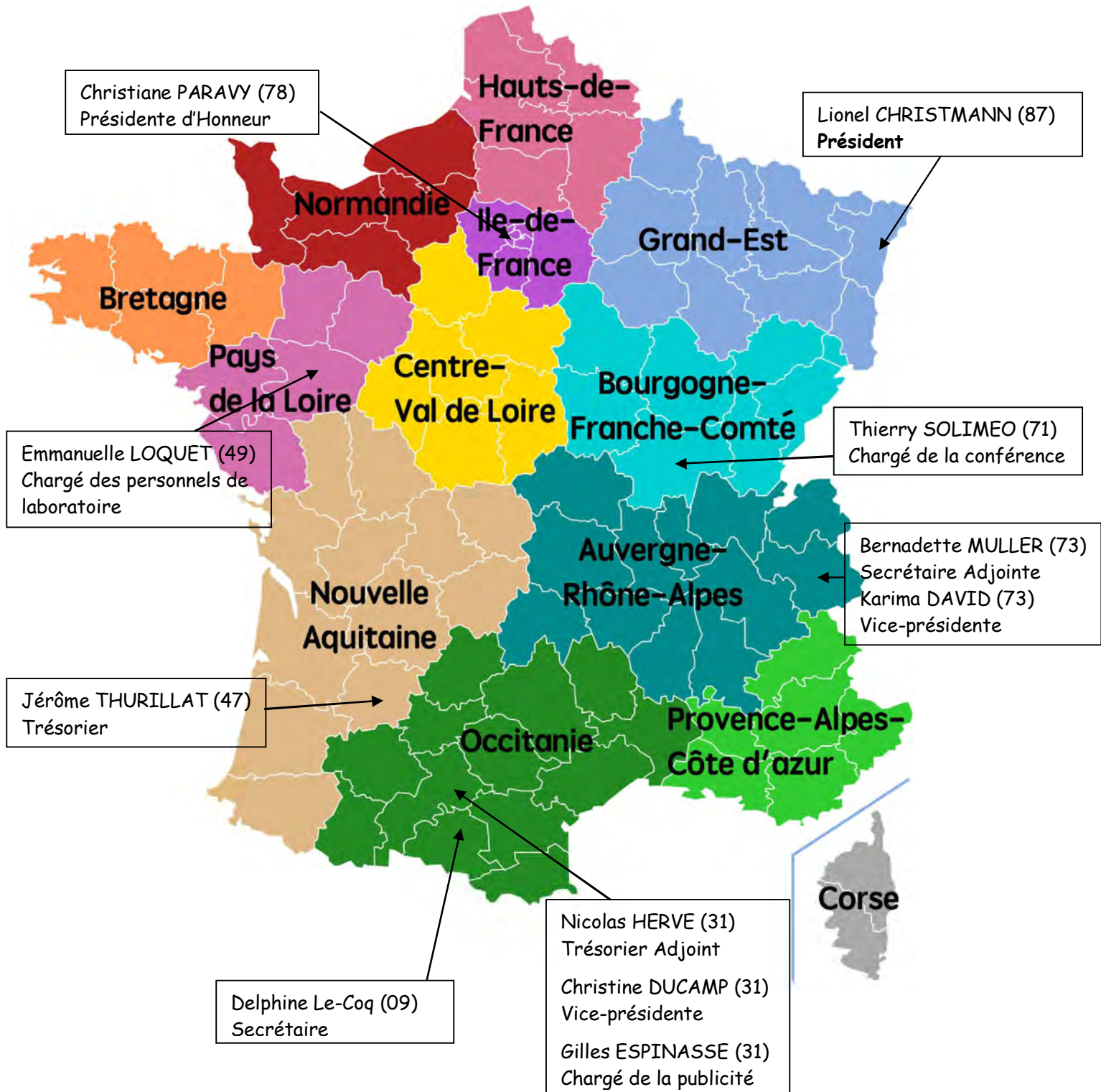
Christiane Paravy

➤ **Chargé des relations avec les associations
ANEAP et APHG-EAP :**

Lionel Christmann

Situation géographique

des membres du Conseil d'Administration de l'APEPA



Chargés de région

<p style="text-align: center;"><u>Auvergne Rhone Alpes</u></p> <p>Michèle BOUCHET (LEGTA de Marmilhat) 63370 Lempdes - Tél : 04 73 83 72 50</p> <p>Bernadette MULLER (LEGTA de Savoie) 73290 La Motte-Servolex Tél 04 79 25 87 91 (labo)</p>	<p style="text-align: center;"><u>Bourgogne Franche Comte</u></p> <p>Thierry SOLIMEO (LEGTA de Mâcon) 71960 Davayé Tél : 03 85 33 56 00</p>
<p style="text-align: center;"><u>Centre Val de Loire</u></p> <p>Sarah BEDU (LEGTA Naturapolis Châteauroux) 36000 Châteauroux Tél : 02 54 53 11 00</p>	<p style="text-align: center;"><u>Grand Est</u></p> <p>Lionel CHRISTMANN (LEGTA d'Obernai) 67212 Obernai Tél : 03 88 49 99 49</p>
<p style="text-align: center;"><u>Hauts de France</u></p> <p>Rachid FETTAR (LEGTA de l'Oise) 60600 Airion Tél : 03 44 50 84 40</p> <p>Guillaume et Anne-Sophie PODEVINS Marc VERSEPUECH et Céline BARBIER (LEGTA du Nord) 59500 Douai Tél : 03 27 99 75 55</p>	<p style="text-align: center;"><u>Normandie</u></p> <p>Thomas SAUVAGET (LEGTA Sées) 61500 Sées Tél : 02 33 81 74 00</p> <p>Elodie MORIN (LEGTA St Lô-Thère) 50620 Le Hommes d'Arthenay Tél : 02 33 77 80 80</p>
<p style="text-align: center;"><u>Nouvelle Aquitaine</u></p> <p>Marie-Christine FINGIER et Jérôme THURILLAT (LEGTA Etienne Restat) 47110 Ste Livrade sur Lot Tél : 05 53 40 47 00</p>	<p style="text-align: center;"><u>Occitanie</u></p> <p>Christine DUCAMP (ENSFEA Toulouse) 31326 Castanet Tolosan cedex Tél : 05 61 75 32 32</p> <p>Delphine LE-COQ (LEGTA Pamiers) 09100 Pamiers Tél : 05 34 01 38 00</p>
<p style="text-align: center;"><u>Pays de la Loire</u></p> <p>Emmanuelle LOQUET (LEGTA Le Fresne Angers) 49036 Angers Tél : 02 41 68 60 39 (labo)</p> <p>Anne BONNAUD LEGTA Bel Air Fontenay le Cte 85200 Fontenay le Cte Tél: 02 44 37 30 01 (labo)</p>	<p style="text-align: center;"><u>Bretagne</u></p> <p>ref Pays de la Loire ou Normandie</p> <p style="text-align: center;"><u>Ile de France</u></p> <p>ref Hauts de France</p> <p style="text-align: center;"><u>Provence Alpes Côte d'Azur</u></p> <p>ref Auvergne Rhône Alpes ou Occitanie</p>



Chaque année, les Physiciens-Chimistes de l'Enseignement Agricole (professeurs et personnels de laboratoires) se réunissent en congrès. Ils y retrouvent leurs collègues biologistes et historiens géographes adhérents respectivement à l'ANEAP et à l'APHGEAP.

Ces deux associations participent activement à l'élaboration du congrès annuel autant sur le plan matériel que sur le choix des activités de la semaine.

Informez vos collègues de biologie et d'histoire-géographie de l'existence de ces deux associations afin qu'ils puissent adhérer et « apporter leur pierre » à chacune d'elles.

Contacts:

ANEAP : Clara Wang - LEGTA Bourges
[clara.wang@educagri.fr]

APHGEAP : Jean-Michel Fort - LEGTA de Châteauroux
[jean-michel.fort@educagri.fr]

APHGEAP : Association des Professeurs
d'Histoire et de Géographie de
l'Enseignement Agricole Public

ANEAP : Association des
Naturalistes de l'Enseignement
Agricole Public

Les activités des associations :

un bulletin trimestriel
des rencontres
un congrès annuel
des conférences

Bulletin d'adhésion et d'abonnement à l'APEPA

NOM : _____ PRENOM : _____

Etablissement : privé public

Adresse établissement : _____

Adresse personnelle : _____

Téléphone : ___ / ___ / ___ / ___ / ___

E - mail : _____

Fonction (rayer les mentions inutiles) : enseignant titulaire, enseignant agent contractuel,
enseignant stagiaire, personnel de laboratoire, autre (préciser) : _____

Etes-vous adhérent pour a la première fois à l'APEPA : oui non

Je déclare adhérer à l'APEPA pour l'année scolaire 202_ / 202_ , au titre de
membre actif.

Je verse un **chèque libellé à l'ordre de l'APEPA.**

Enseignants en activité ou retraité : **25 €**

Enseignants stagiaire ou contractuel : **15 €**

Personnel de laboratoire en activité ou retraité: **15 €**

Je déclare adhérer à l'APEPA pour l'année scolaire 202_/202_, au titre
de membre associé et verse la cotisation de 4 € (cas du conjoint, professeur de
sciences physiques ou technicien de laboratoire, d'un enseignant ou d'un technicien de
laboratoire, également professeur de sciences physiques ou technicien de laboratoire et
déjà adhérent à l'APEPA).

Je déclare adhérer à l'APEPA pour l'année scolaire 202_ / 202_ , au titre de
CDI et m'abonne au service du bulletin (2 numéros annuels).

Je verse un **chèque libellé à l'ordre de l'APEPA** d'un montant de **25 €**.

A _____ le ___ / ___ / 202_

Signature :

Adresser ce bulletin d'adhésion accompagné du règlement sous forme d'un chèque
libellé à l'ordre de l'APEPA au trésorier-adjoint :

ENSFEA

Nicolas HERVE

2 route de Narbonne

BP 22687

31326 CASTANET TOLOSAN CEDEX

En cas de changement d'adresse, prévenir rapidement le trésorier-adjoint, afin que
votre bulletin ne soit pas perdu et arrive à bon port.

Changements dans les statuts de l'APEPA

Chers adhérents,

Lors du dernier congrès de l'APEPA au LEGTA de St-Lô, nous avons décidé de marquer l'ouverture plus large de notre association aux collègues du domaine privé-agricole en modifiant l'appellation de l'association, mais sans en changer le sigle. Sur le même principe, on a décidé de ne plus faire le distinguo entre les physiciens et les chimistes. Aussi, pour donner un peu plus de souplesse dans le renouvellement de notre bureau, nous avons décidés de modifier légèrement les statuts de notre association, et permettre ainsi à un panel plus large d'accéder aux postes à responsabilité dans l'association.

Vous trouverez les modifications **mises en évidence** dans les articles 1, 4 et 7 des statuts modifiés ci-dessous.

Pour que ceux-ci soient validés en assemblée générale, ils doivent être soumis aux adhérents au moins un mois avant l'assemblée (cf article 18) d'où leur publication dans ce bulletin.

La date et l'horaire précis de l'assemblée générale organisée par visioconférence vous seront communiqués par mail via la conférence ou directement dans votre boîte personnelle.

Si vous ne pouvez/voulez pas suivre cette visioconférence, nous vous invitons à **remplir la procuration ci-jointe** et à la remettre (**de préférence par voie électronique**, ou bien par voie postale) à la secrétaire du bureau Delphine LE-COQ (delphine.le-coq@educagri.fr).

Si vous avez rempli une procuration et que vous assistez à la visioconférence, c'est votre présence qui compte, non la procuration.

A.P.E.P.A.

Association des **Physiciens-chimistes** de l'**Enseignement Public-privé Agricole**

Statuts

Chapitre 1 : Formation et buts de l'association :

Article 1 : Il a été créé, à la date du **premier octobre 1969**, une association dénommée « **A.P.E.P.A.** » (Association des **Physiciens de l'Enseignement Public Agricole**) modifiée en août 2020 : « **A.P.E.P.A.** » (**Association des Physiciens-chimistes de l'Enseignement Public-privé Agricole**).
Son siège social est établi au **lycée horticole de Saint Germain en Laye**.

Article 2 : Elle a pour buts :

- ✓ De créer et d'entretenir des liens entre ses membres, avec les associations ayant des buts semblables dans d'autres disciplines, au sein du ministère de l'Agriculture, ou en sciences physiques, au sein du ministère de l'Education Nationale, avec les anciens élèves, avec les autres catégories d'enseignement et avec les associations étrangères ayant des buts identiques.
- ✓ De prêter à chacun, conseil et assistance, sur le plan pédagogique, dans le domaine des sciences physiques.
- ✓ De contribuer à l'amélioration de l'enseignement et des conditions de cet enseignement.
- ✓ De réaliser un bulletin, à la disposition de tous, publiant des articles intéressant notre enseignement et ses liaisons avec les autres disciplines.
- ✓ De participer aux échanges de messages sur la conférence de sciences physiques, dans le cadre du réseau intranet du Ministère de l'Agriculture.

Chapitre 2 : Composition de l'association :

Article 3 : L'association se compose de « membres actifs » et de « simples abonnés ».

Article 4 : Les membres actifs ont, seuls, droit de vote.

Peuvent se prévaloir de la qualité de « membre actif » :

- ✓ Les membres de l'Enseignement Agricole, chargés de l'enseignement, à temps complet ou partiel, des sciences de la matière (de la physique, de la chimie, de la biochimie,...)
- ✓ Les professeurs – stagiaires et les inspecteurs de ces mêmes disciplines,
- ✓ Les personnels de laboratoire.

Les professeurs de l'enseignement agricole, les inspecteurs et les personnels de laboratoire en congé, en retraite, ou détachés, demeurent membres actifs.

Sont considérés comme « simples abonnés ».

- ✓ Les collègues de l'enseignement agricole enseignant dans d'autres disciplines que les sciences de la matière-
- ✓ Les CDI

Les membres « simples abonnés » peuvent assister aux conférences et aux séances de travail organisées par l'association, mais n'ont pas droit de vote.

Article 5 : Toute personne remplissant les conditions de l'article 4 peut faire partie de l'APEPA moyennant le paiement de la cotisation annuelle.

Article 6 : Chaque cotisation s'entend pour une année scolaire. Elle doit être réglée en début d'année scolaire et doit parvenir, impérativement, au trésorier, entre le 15 août et le 1^{er} novembre.

Chapitre 3 : Administration :

Article 7 : L'association est administrée par un bureau composé de membres actifs, élus par l'assemblée générale, à la majorité simple de l'ensemble des personnes présentes, renouvelable chaque année. Les membres de ce bureau sont rééligibles.
Le bureau se réserve la faculté de modifier le nombre de ses membres.

Le bureau élit, parmi ses membres :

- ✓ Pour un mandat de 3 ans maximum reconductible, un président (enseignant en science de la matière de l'enseignement agricole) ou un binôme de présidents (2 enseignants en sciences de la matière de l'enseignement agricole ou 1 enseignant en sciences de la matière de l'enseignement agricole et 1 personnel de laboratoire)).
- ✓ Deux à cinq vice – présidents.
- ✓ Un représentant des personnels de laboratoire.
- ✓ Un secrétaire et éventuellement un secrétaire adjoint.
- ✓ Un trésorier et éventuellement un trésorier adjoint.

Le président ou le binôme de présidents surveille et assure l'exécution des statuts. Il est chargé de la police des assemblées et signe tous les actes, décisions et délibérations.

Les vice-présidents secondent le président ou le binôme de présidents dans toutes ses fonctions et le remplacent en cas d'empêchement. Le secrétaire ou le président ou le binôme de présidents reçoit la correspondance.

Article 8 : Le secrétaire se charge de la rédaction des procès – verbaux, de la correspondance, des convocations et de la conservation des archives.

Article 9 : Le trésorier fait le bilan des recettes et des dépenses. Il les inscrit sur un livre de caisse côté et paraphé par le président. A chaque assemblée générale, il présente le compte rendu de la situation financière. Il est responsable de la caisse contenant les fonds de l'association.

Le trésorier-adjoint tient le registre matricule de l'association (« membres actifs » et « simples abonnés »).

Article 10 : Le bureau se réunit aussi souvent qu'il est nécessaire, sur convocation du président ou du binôme de présidents. Le bureau ne peut délibérer que si la moitié des membres qui le composent sont présents à la séance, à moins que les membres empêchés aient fait connaître leur avis sur les questions à l'ordre du jour, par lettre, au président.

Article 11 : En cas d'égalité de voix, celle(s) du président (du binôme) est (sont) prépondérante(s).

Article 12 : Le bureau contrôle les recettes et les dépenses et arrête les comptes que le trésorier soumet à l'assemblée générale.

Chapitre 4 : assemblée générale :

Article 13 : Une fois par an, les membres de l'association se réunissent en assemblée générale.

Au cours de cette réunion, il est donné connaissance de tout ce qui peut intéresser l'association. Toutefois, celle – ci peut organiser une assemblée générale, à toute époque de l'année, après décision du bureau ou sur la demande d'un tiers des membres actifs. Les propositions que les adhérents « membres actifs » désirent soumettre à l'assemblée générale doivent être portées par écrit, à la connaissance du président ou du binôme de présidents, huit jours au moins, à l'avance.

Les décisions se prennent à la majorité des membres actifs présents et représentés. Chaque présent peut être porteur au maximum de cinq voix.

Chapitre 5 : organisation financière :

Article 14 : Le fond social se compose :

- ✓ Des cotisations et des abonnements au bulletin.

- ✓ Des fonds placés et des intérêts échus.
- ✓ Des subventions qui pourraient être accordées à l'association.
- ✓ D'une manière générale, de toutes les ressources autorisées par la loi.

Chapitre 6 : démission et radiation :

Article 15 : Lorsqu'un membre chargé d'une responsabilité donne sa démission, il doit l'adresser, par écrit, au président ou au binôme de présidents. La radiation ou démission ne donne droit à aucun remboursement.

Article 16 : Le non-paiement de la cotisation, au cours d'une année scolaire, entraîne la radiation de membre de l'association. Un membre radié peut être réadmis dans l'association après avoir réglé la cotisation de l'année en cours, sans prétendre recevoir les bulletins parus pendant l'interruption de l'abonnement.

Article 17 : Sera rayé de plein droit, tout membre qui causerait préjudice à l'association. La décision est prononcée provisoirement par le bureau, après avoir entendu la personne mise en cause. Elle ne sera rendue définitive qu'après ratification par l'assemblée générale.

Chapitre 7 : modification des statuts et dissolution :

Article 18 : Toute proposition tendant à modifier les présents statuts doit être soumise au bureau, au moins un mois avant l'assemblée générale. Une modification ne peut être apportée, qu'en assemblée générale, à la majorité des deux tiers des présents.

Article 19 : En cas de dissolution de l'association, la liquidation de l'actif se fera, soit à une association similaire, soit à une œuvre reconnue d'utilité publique, suivant la décision de l'assemblée générale convoquée à cet effet.



POUVOIR

Assemblée générale 2020

Si vous ne pouvez/voulez pas participer à la prochaine Assemblée Générale organisée par visioconférence, veuillez remplir ce pouvoir et le retourner de préférence par voie électronique, avant le 15 Juin prochain à la secrétaire de l'APEPA

Delphine LE-COQ

delphine.le-coq@educagri.fr

**route de Belpech
09100 PAMIER**

Je soussigné(e) :

Mme, Melle, Mr. Prénom :

Adresse de l'établissement :

.....
.....

Adresse personnelle :

.....
Tél. E – mail :

membre actif de l'APEPA, désigne :

Mme, Melle, Mr. (1)

également membre actif de l'APEPA, pour me représenter et agir en mon nom, à l'assemblée générale organisée par visioconférence

Date :

Signature (précédée de « Bon pour pouvoir ») :

(1) : afin que les pouvoirs (3 au maximum par personne) soient distribués à l'assemblée générale, laisser, de préférence, le nom du mandataire en blanc.

Thème : les questions socialement vives

Dispositif pédagogique d'étude du glyphosate en classe de 2^{nde} GT

Le texte qui suit est un travail de mémoire de master MEEF (Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation) qui porte sur l'usage du glyphosate, et retrace une expérimentation pédagogique menée avec une classe de 2^{nde} GT.

La question du glyphosate est compliquée à aborder en classe car elle est une **question socialement vive**.

Une question socialement vive est vive à 3 niveaux :

- Dans les savoirs scientifiques, il existe des controverses et des modèles ou résultats qui prêtent à des débats d'experts ou de scientifiques.
- Dans la société, ces questions sont relayées par des acteurs sociaux aux intérêts différents. La médiatisation peut s'emparer de ces questions et se faire l'écho de controverses ou de divergences de points de vue.
- A l'école, ces questions sont potentiellement vives. La question du glyphosate en lycée agricole peut bien évidemment être complexe à enseigner du fait de positionnements d'élèves ou même de collègues enseignants qui peuvent avoir des points de vue différents.

Il nous a semblé intéressant d'aborder dans ce bulletin de l'APEPA l'enseignement du glyphosate en classe de Physique-Chimie, car il fait écho à une autre actualité, celle que nous avons vécue ensemble au printemps.

La pandémie liée au COVID-19 est en effet un bon exemple de ce que l'on appelle une question socialement vive.

Depuis plus de trois mois, nous faisons l'expérience de la nature très particulière de ces questions, qui sont à la fois :

- scientifiques : nous avons tous appris des éléments sur les virus, sur les bases de l'épidémiologie, sur les protocoles de validation en médecine, etc. Nous sommes exposés en permanence à un langage spécialisé, des courbes, des images de microscopie, voire des formules chimiques ou mathématiques, etc.
- politiques : nous mesurons combien les réponses politiques étaient liées à une expertise scientifique, toujours plurielle et sujette à controverses, que la politique de recherche, en particulier à travers le choix et la nature des financements, est une dimension cruciale de cette réponse, que la prise de décision se fait en combinant risques et incertitudes, etc.

- éthiques : le « tri » de patients à soigner en priorité, la mise en place d'une politique de l'état d'urgence (et donc de restriction de liberté individuelle et de possibilité de débats démocratiques), la possible généralisation d'outils numériques de traçage, etc., sont autant de dimensions qui relèvent de choix éthiques, c'est-à-dire des discours et des décisions qui s'appuient sur ce que l'on souhaite pour soi et pour autrui, par essence discutables.
- économiques : le financement de la santé, de la prise en charge d'un confinement massif d'une société qui s'arrête de travailler, les plans de relance de « sortie de crise » sont également des dimensions sans lesquelles il est impossible de comprendre la nature spécifique de la pandémie.
- médiatiques : nous sommes accrochés à ce besoin d'informations « en temps réel » sur l'évolution de la pandémie et les décisions prises, jamais les allocutions officielles n'ont été aussi présentes et attendues que pendant cette période. Nous avons même été quelquefois mis au centre de controverses sur lesquels les citoyens que nous sommes sont presque sommés de prendre position (par exemple à propos de l'usage de la chloroquine), des « fake-news » se sont propagées via certaines chaînes de télévision et les réseaux sociaux, marquant un nouveau rapport à la médiatisation et à l'information de nos sociétés.
- émotionnelles : la peur, l'angoisse, le désespoir, puis la joie, etc. sont quelques-unes des émotions que nous avons ressenties, bien sûr à des degrés et à des intensités variables.
- ...

Les questions socialement vives se caractérisent donc par l'ensemble de ces dimensions, elles sont complexes, et sont liées au développement de nos sociétés mondialisées dans lesquelles le développement scientifique et technique est central.

De nouvelles formes d'enseignement des sciences et des techniques émergent pour faire de ces questions des éléments centraux et structurants de l'éducation scientifique des jeunes.

L'exemple du COVID-19 nous montre qu'il est nécessaire d'aborder l'enseignement scientifique en développant de nouvelles stratégies d'enseignement qui prennent en compte la nature sociale, politique, émotionnelle, etc. des sciences et des techniques.

Le travail qui suit témoigne qu'un enseignement de physique-chimie par l'étude de questions socialement vives est possible, qu'il est motivant pour les élèves.

Nicolas HERVE, ENSFEA

Titre du mémoire : Les questions socialement vives liées à l'utilisation de substances chimiques potentiellement dangereuses

Auteure : Louise Richard

Année 2017-2018

Table des matières

I. Contexte théorique	5
I.1. Le modèle éducatif finlandais	5
I.2. Pédagogie de projet et citoyenneté	6
I.3. Vers une éducation au développement durable	8
I.4. Les questions socialement vives (QSV)	10
I.4.1. La place des QSV dans la société	10
I.4.2. La place des QSV dans l'enseignement	13
II. Cadre conceptuel	15
II.1. La QSV liée au risque chimique	15
II.1.1. Le risque chimique : mythe ou réalité ?	15
II.1.2. La QSV liée au risque chimique des pesticides	17
III. Problématique	21
IV. Méthodologie	23
IV.1. Description du dispositif de recherche	23
IV.2. Présentation détaillée de la séquence	24
IV.2.1. Sondage initial	24
IV.2.2. Séance d'exploitation documentaire	25
IV.2.3. Travail individuel d'argumentation	26
IV.2.4. Débat	26
IV.2.5. Questionnaire final	28
V. Analyse de la séquence	29
V.1. Bilan du sondage initial	29
V.2. Bilan de la séance d'exploitation de documents	30
V.3. Bilan du travail d'argumentation individuel	31
V.4. Bilan du débat	32
V.5. Bilan du questionnaire final	33
V.5.1. Degré de satisfaction des élèves	33
V.5.2. Pistes d'explication de la satisfaction des élèves	35
V.5.3. Impact du projet sur l'opinion des élèves vis-à-vis du glyphosate	37
V.5.4. Ouverture des élèves sur d'autres sujets d'actualité	42
VI. Synthèse et discussion des résultats	43
VI.1. Synthèse des principaux résultats obtenus	43
VI.2. Evaluation du dispositif de recherche	44
VII. Conclusion	47

RÉFÉRENCES	48
ANNEXES	52

I. Contexte théorique

I.1. Le modèle éducatif finlandais

Lorsque l'on devient enseignant, la première question que l'on se pose tout naturellement est « Comment je vais m'y prendre pour faire réussir tous mes élèves ? ». A la recherche d'outils pédagogiques et didactiques novateurs, je me suis tournée vers le système éducatif finlandais. En effet, considéré comme le meilleur système éducatif en Europe en raison de ses bons résultats au classement PISA^a, la Finlande a bénéficié d'un engouement médiatique important ces dernières années (Dion et Laurent, 2015 ; Moore, 2015 ; Fargues, 2016 ; Duval, 2018). En sciences, la Finlande est actuellement classée 5^{ème} au niveau mondial, tandis que la France est 26^{ème} (OCDE, 2016). Intriguée par cette « réussite », j'ai cherché à identifier les différences entre nos systèmes éducatifs. Que font-ils que nous ne faisons pas ?

Ecrite suite à une visite d'études en Finlande, résultats à l'appui, le livre d'un principal de collège public français, Paul ROBERT, permet de découvrir les spécificités du système éducatif finlandais et des suggestions de ce qui pourrait être transposé en France (Robert, 2009). Il y a des facteurs intrinsèques au système éducatif qui dépendent des politiques éducatives et sur lesquels on ne peut pas influencer directement en tant qu'enseignant : formation initiale et valorisation des enseignants, structure et dynamique des équipes pédagogiques, taux d'encadrement des élèves, conditions matérielles, rythmes scolaires, autonomie des établissements dans la conception des programmes et autonomie des élèves dans le choix des enseignements. Toutefois, dans le cadre des enseignements, il y a également un certain nombre de concepts pédagogiques appliqués de manière systématique et qui contribuent au succès du système éducatif finlandais : différenciation, interdisciplinarité, travail de groupe, démarche de projet, autonomie, autorité éducative, évaluation formative, projet personnel de formation des élèves, entre autres (Robert, 2008, 2009).

^a Le programme international pour le suivi des acquis des élèves (de l'anglais *Programme for International Student Assessment*) est un ensemble d'études menées par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) visant à mesurer les performances des systèmes éducatifs des pays membres et non membres. Les enquêtes sont menées tous les trois ans auprès de jeunes de 15 ans dans les 34 pays membres de l'OCDE ainsi que dans de nombreux pays partenaires et aboutissent à un classement dit « classement PISA ».

Les politiques françaises actuelles en matière d'éducation semblent s'être inspirées du système éducatif finlandais dans la formation des maîtres au sein des Ecoles Supérieures du

Professorat et de l'Education (ESPE) créées en 2013, ainsi que dans la réforme du collège de 2016 et l'actuelle réforme du lycée. Pour une novice de l'Education Nationale en cours de formation en 2018, le livre de Paul Robert de 2009 n'apporte donc pas d'outils réellement novateurs d'un point de vue pédagogique. Cependant, la lecture de cet ouvrage amène à réfléchir sur une dimension plus « philosophique » du métier d'enseignant : Quel est son réel objectif ? Quel doit être le rapport entre élèves et enseignants ? Il nous amène donc à nous interroger au sens profond de ce que nous faisons afin de pouvoir donner du sens aux élèves dans leurs apprentissages. Ainsi, ce qui ressort du système éducatif finlandais va au-delà de la structure du système et des techniques pédagogiques employées. Il se base sur la recherche de sens pour les élèves, en les rendant actifs et impliqués, ainsi qu'à l'inculcation de valeurs morales fortes afin de promouvoir la confiance, la coopération et l'éthique personnelle (Robert, 2008, 2009). Le système éducatif finlandais vise « à aider chaque élève à accéder au statut de personne humaine pleinement responsable, et capable de prendre part en toute conscience à la société sans jamais cesser d'être soi-même » (Robert, 2008, p13).

Cela rejoint l'objectif émis dans l'ouvrage *Faire construire des savoirs* : former « des adultes responsables, capables d'esprit critique, de création et ayant la possibilité de s'adapter aux situations qui se présenteront demain » (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008, p31). En France, les tâches que les élèves réalisent sont parfois dénuées de sens pour eux car elles ne répondent pas à une attente ou à un questionnement. La construction du savoir n'est possible que si elle se sert de situations concrètes. De plus, l'évaluation notée peut être source d'individualisme et de compétitivité, ce qui va à l'encontre des qualités humaines souvent recherchées dans le monde professionnel telles que la solidarité et la coopération (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008).

I.2. Pédagogie de projet et citoyenneté

Pour sortir les élèves de leur individualité et les rendre acteurs de leurs apprentissages, les enseignants finlandais utilisent régulièrement la démarche de projet (Robert, 2009). En effet, « la négociation et l'élaboration commune d'un projet sont avant tout une recherche de sens que l'on mène tous ensemble » et la classe devient ainsi « une mini-société dans laquelle chacun doit trouver sa place » (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008, p29 et p254). En Finlande, les démarches de projet sont valorisées, car cela confère une atmosphère de travail

positive et privilégie la coopération (Robert, 2009). Michel Hubert explique dans son ouvrage *Apprendre en projets* (Hubert, 2005) que la pédagogie de projet permet de :

- donner du sens à ce qui est fait en classe ;
- favoriser l'apprentissage de la citoyenneté ;
- favoriser les liens entre la formation et la vie, notamment professionnelle.

La vie en groupe doit préparer à la formation du citoyen et à une vie en société intégrée et responsable. Le travail de groupe ouvre sur le travail d'équipe : le groupe est source de stimulation (« catalyseur de la progression des idées ») et de soutien de la personne, et il agit comme miroir du fonctionnement social de chacun. Il devient ainsi « multiplicateur de potentialités » au sens où les apports mutuels (savoir, savoir-faire, savoir-être) ne s'additionnent pas mais rebondissent : les remarques des autres permettent de creuser en profondeur certains points et font aller beaucoup plus loin la réflexion intellectuelle de tous. De plus, au plan des valeurs, le groupe aide à passer de « *tu dois apprendre pour toi et contre les autres* » à « *tu dois apprendre pour toi et pour les autres, par toi et par les autres* » (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008).

La démarche de projet doit reposer sur des objectifs clairement identifiés, des synthèses régulières et une structuration terminale sous forme d'une production concrète qui sera communiquée à l'extérieur (Hubert, 2005 ; De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008). Elle doit permettre l'apprentissage de nouveaux savoirs, savoir-faire et savoir-être, en se confrontant au groupe et aux problèmes rencontrés. Elle doit également offrir une image valorisée de l'élève (Hubert, 2005). Pour qu'il soit réussi, le travail de groupe nécessite une activité aboutissant à une production commune, une répartition des tâches, une organisation dans les prises de décisions, une régulation du fonctionnement et de la relation, une réelle communication et une réflexion sur le fonctionnement du groupe. Il est intéressant de faire précéder le travail de groupe d'un travail individuel : cela permet à chacun d'avoir le temps de mobiliser ses connaissances sur le sujet sans être envahi par les autres (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008).

La pédagogie par projet est actuellement déployée au collège dans le cadre des EPI (enseignements pratiques interdisciplinaires) et dans les lycées généraux dans le cadre des TPE (travaux personnels encadrés), ce qui permet de favoriser la mise en activité des élèves, le travail de groupe et l'interdisciplinarité. Dans les sections européennes, des disciplines non

linguistiques (SVT, mathématiques ou physique-chimie) sont également enseignées sous forme de projets et font appel à des connaissances transdisciplinaires (langues et sciences). Ainsi, la pédagogie par projet est présente dans l'enseignement secondaire en France. Toutefois, elle est peu introduite dans les enseignements dits « classiques ». Ainsi, il y a une bipolarité entre les enseignements : d'un côté, les enseignements « classiques » qui ne font pas forcément sens pour les élèves, et de l'autre, des enseignements type EPI et TPE qui permettent aux élèves de donner du sens à ce qu'ils font. De plus, les démarches de projet actuellement déployées dans l'éducation secondaire française ont pour objectif principal une meilleure maîtrise des connaissances du programme et restent donc très scolaires. L'ouverture sur l'extérieur n'est pas exigée. Elle est par conséquent limitée : la dimension citoyenne du projet n'est pas toujours recherchée. Or, ces futurs adultes doivent être formés à la résolution des questions globales et complexes du XXI^{ème} siècle qui les attendent.

I.3. Vers une éducation au développement durable

Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Elle se fonde sur trois piliers : l'économie, l'écologie et le social (INSEE, 2016). Il est inscrit dans la Charte de l'Environnement de 2004 (texte constitutionnel qui doit donc être pris en compte au même rang que la Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen de 1789 et la Constitution de 1958) : « Article 6. Les politiques publiques doivent promouvoir un développement durable. A cet effet, elles concilient la protection et la mise en valeur de l'environnement, le développement économique et le progrès social. » (Legifrance, 2005).

Les enjeux liés au développement durable sont complexes car ils impliquent une connaissance transversale du Monde, des sciences et technologies, mais aussi des sciences humaines et sociales :

- nourrir le Monde (croissance démographique, agriculture intensive et épuisement des sols, enjeux liés à l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés, d'engrais chimiques et de pesticides, déforestation, consommation de nourriture locale pour réduire l'impact écologique, traçabilité des produits, agriculture équitable et éthique...);

- la santé publique (enjeux sanitaires liés à l'environnement, l'agro-industrie, l'alimentation et la mondialisation, recherche de nouvelles solutions de prévention et de traitement des maladies, vieillissement de la population...);
- l'environnement (pollution de l'air, préservation de l'eau douce, changement climatique, épuisement des sols, perte de la biodiversité, évaluation des risques liés aux perturbateurs endocriniens et aux nanoparticules...);
- le changement climatique (réduction des émissions de gaz à effet de serre, technologies plus propres, nouveaux modes de transport, transition énergétique, migrations climatiques, impact sur les écosystèmes, adaptation au changement climatique dans l'agriculture...);
- l'épuisement des ressources fossiles et des matières premières (nouveaux modes de transport, énergies renouvelables, synthèse de composés biosourcés, micro- et nanotechnologies, consommation plus raisonnable, combat contre l'obsolescence programmée, réutilisation et recyclage des matériaux, enjeux éthiques par rapport à l'exploitation des ressources des pays en voie de développement...);
- le travail de demain (communication instantanée et mondialisée, robotisation, intelligence artificielle, nouveaux métiers liés au développement de technologies alternatives...).

Cette liste n'est pas exhaustive et les différents enjeux sont interconnectés. Par exemple, des décisions prises dans l'agriculture, telles que le développement de l'agriculture biologique, auront à la fois un impact sur notre capacité à nourrir tous les êtres humains, sur l'environnement, sur la santé humaine et sur le travail de demain, mais aussi sur les ressources renouvelables disponibles pour d'autres filières (biomasse pour la chimie des matériaux et les biocarburants). On comprend bien, par cette illustration, que la complexité des enjeux et la difficulté de concilier développement économique, progrès sociaux et préservation de l'environnement engendrent des questions socialement vives au sein de notre société.

Concernant l'éducation à l'environnement, l'article 8 de la Charte de l'Environnement stipule que : « L'éducation et la formation à l'environnement doivent contribuer à l'exercice des droits et devoirs...» (Legifrance, 2005). C'est donc un devoir constitutionnel de l'Etat : l'école doit proposer au sein de ses enseignements des éléments permettant aux futurs

adultes que sont les élèves de prendre des décisions en ayant conscience de leur empreinte environnementale.

En Finlande, des thèmes transversaux sont intégrés à toutes les matières et sont traités de façon pluridisciplinaire. Parmi ces thèmes, on retrouve notamment « les médias et la communication », « la citoyenneté participative et le monde de l'entreprise », « la responsabilité vis-à-vis de l'environnement, le bien-être et le développement durable » ainsi que « la technologie et l'individu » (Robert, 2008). Dans ce cadre, les questions socialement vives sont traitées par démarche de projet et intégrées à la construction du savoir de l'élève.

I.4. Les questions socialement vives (QSV)

I.4.1. La place des QSV dans la société

Les questions socialement vives (aussi appelées QSV) intègrent des dimensions historiques, scientifiques, économiques, juridiques, politiques et même philosophiques. Elles sont vives à trois niveaux (Legardez, 2006) :

- dans la société ;
- dans les savoirs de référence ;
- dans les savoirs scolaires.

Une **question socialement vive dans la société** est considérée comme un enjeu par la société et suscite des débats du fait de l'existence d'un conflit avec l'échelle des valeurs d'une partie de la population. Elle fait l'objet d'un traitement médiatique tel que la majorité des acteurs en ont, même sommairement, connaissance. Une **question socialement vive dans les savoirs de référence** consiste en des débats (appelés controverses) entre spécialistes des champs disciplinaires ou entre les experts des champs professionnels. Les QSV relatives aux savoirs de référence sont de deux types : liées aux technosciences (la technologie pousse désormais au progrès de la théorie et non l'inverse) ou liées à des pratiques sociales, culturelles, politiques ou éthiques jugées polémiques. **Une question est vive dans les savoirs scolaires** lorsqu'elle renvoie aux deux autres niveaux de savoir. Les élèves y sont alors directement confrontés, ainsi que les enseignants qui se sentent souvent démunis pour aborder un type de questionnement étranger à leur modèle pédagogique de référence (Legardez, 2006). Il est à noter que l'on peut traiter, dans la sphère scolaire, une QSV de manière non vive si l'on s'en tient à des faits théoriques (par exemple traiter les lois de la désintégration pour aborder

l'énergie nucléaire). La remise en question du savoir à enseigner vient souvent du fait que la question est plurielle (enjeux scientifiques, économiques, politiques...) et fait appel à plusieurs disciplines.

Historiquement, les sciences ont connu une forte popularité, en particulier à partir de la Révolution Industrielle au XIX^{ème} siècle. En effet, les sciences sont à l'origine d'avancées technologiques ayant permis le développement de l'industrie, une augmentation de la richesse nationale et un fort progrès social, ainsi que des avancées majeures en matière de santé publique et de bien-être. Elles connaissent cependant depuis la fin des Trente Glorieuses une crise de confiance en raison de crises économiques, d'accidents technologiques et sanitaires ainsi que d'enjeux liés à la santé et l'environnement (Pestre, 2003).

Dans les années 1970 et 1980, des catastrophes industrielles/technologiques de grande ampleur s'enchaînent et sont fortement relayées par les médias, ébranlant en particulier l'image de l'industrie chimique et du nucléaire. L'explosion d'un réacteur chimique le 10 juillet 1976 à Seveso (Italie) provoque le relâchement de quantités importantes de dioxines dans l'atmosphère. 193 personnes sont affectées de chloracné, 3 000 animaux domestiques ou d'élevage sont morts et 70 000 animaux ont dû être abattus pour empêcher les dioxines de pénétrer dans les chaînes alimentaires. S'en est suivi le 28 mars 1979 la fusion partielle du cœur d'un réacteur nucléaire de la centrale de Three Mile Island aux États-Unis, causant le rejet de produits radioactifs dans l'atmosphère. Plus grave encore, le 3 décembre 1984, à Bhopal en Inde, une explosion survient dans une usine d'une filiale de la firme américaine Union Carbide produisant des pesticides. Cela a provoqué le dégagement de 40 tonnes d'isocyanate de méthyle dans l'atmosphère de la ville, faisant plus de 8 000 morts dans les trois premiers jours et plus de 20 000 en près de vingt ans. Cette catastrophe industrielle est considérée comme une des pires de l'histoire. Enfin, le 26 avril 1986, à proximité de Prypiat en Ukraine (alors en URSS), consécutif à un essai de sécurité non maîtrisé, l'explosion du réacteur nucléaire de Tchernobyl débouche sur un incendie puis la fusion du cœur radioactif. Les retombées radioactives ont été détectées jusqu'au Canada. On estime qu'il y a eu une cinquantaine de morts directs, puis plusieurs dizaines voire centaines de milliers de morts indirects. C'est l'accident nucléaire le plus grave de l'histoire, notamment en raison de ses importantes conséquences sanitaires, mais aussi économiques et environnementales (BARPI, 2018).

Les vingt dernières années ont aussi été marquées par des catastrophes industrielles/technologiques d'ampleur qui ont continué à ternir la confiance de la société envers la science et ses applications : marées noires (nauffrage de l'Erika en 1999 et du Prestige en 2002, explosion de la plateforme pétrolière Deepwater Horizon en 2010), explosion de l'usine d'engrais AZF à Toulouse le 21 septembre 2001 et accident nucléaire de la centrale de Fukushima Daiichi au Japon suite au séisme du 11 mars 2011 (BARPI, 2018).

En outre, les 50 dernières années ont été marquées par des **controverses scientifiques touchant à la santé et l'environnement**. Yves Gingras explique dans la Recherche qu'« une controverse scientifique émerge quand il y a un désaccord profond entre un savoir établi au sein d'une communauté scientifique et un énoncé qui vient le contredire. [...] Les controverses sont plus violentes quand elles deviennent publiques parce qu'elles touchent des domaines universels comme la religion, la santé et l'environnement. C'est ce qui se passe aujourd'hui avec les OGM et le réchauffement climatique. [...] Il n'y a plus de grande révolution conceptuelle depuis les années 1970. En revanche, la science occupe une place de plus en plus importante dans la société car elle draine des intérêts financiers et donne naissance à de nouveaux marchés. Elle génère des applications (OGM, pesticides, puces greffées dans le cerveau...) qui suscitent des débats publics en raison de leur impact sur la santé et l'environnement. Donc, aujourd'hui, l'heure est plutôt aux controverses publiques technoscientifiques. [...] Nous vivons aujourd'hui dans un monde technoscientifique car tout notre environnement médical, social, alimentaire, etc. est le produit de la science et de la technologie. Mais il y a une grande différence entre la science dont le but est d'expliquer le monde et ses phénomènes, et ses applications qui visent à développer des produits. » (Théodule, 2018).

D'après Jean-François Bach de l'Académie des Sciences : « Il est essentiel de réfléchir à la façon de communiquer entre les scientifiques d'un côté, le pouvoir politique et le public de l'autre, ce dernier n'ayant, en général, peu ou pas de culture scientifique. L'éducation et le développement de l'esprit scientifique critique dans les médias sont une condition nécessaire, mais pas forcément suffisante. [...] Une autre approche, bien sûr, est de renforcer la culture scientifique dans l'enseignement primaire et secondaire en y associant tout l'esprit critique nécessaire.» (Bach, 2010, p22).

1.4.2. La place des QSV dans l'enseignement

D'après la lettre d'information de la Veille Scientifique et Technique de l'INRP de mai 2007, au nom de la culture commune républicaine, l'enseignement en France au XX^{ème} siècle devait transmettre des vérités objectives. La nécessaire neutralité écartait donc controverses, interprétations plurielles et débats. Toutefois, ce modèle a atteint ses limites et n'est plus adapté au monde et aux besoins du XXI^{ème} siècle. « Les questions du monde actuel bousculent ce qui pouvait apparaître comme un consensus académique stable. Chômage, mondialisation, choix énergétiques, changement climatique, manipulations génétiques du vivant... autant de domaines porteurs de questions vives qui se posent à la communauté des humains et qui engagent des choix de société décisifs pour la génération présente et pour celles à venir. » (Cavet, 2007, p1).

Les QSV pénètrent dans le champ scolaire de plusieurs façons : l'actualité, la demande sociale ou par l'institution scolaire elle-même. Elles donnent une légitimité sociale aux savoirs scolaires (Alpe et Legardez, 2000). A l'école, les QSV peuvent être traitées sous la forme d'un enseignement hybride permettant (Albe, 2009) :

- d'intégrer des savoirs classiques ;
- de réaliser du travail de groupe ;
- de traiter un sujet transdisciplinaire ;
- de développer l'esprit critique ;
- de participer à la formation du citoyen.

Avant de travailler une QSV en classe, il est important de cerner ses enjeux épistémologiques et didactiques (Alpe et Legardez, 2000) :

- connaissances qu'elle permet d'acquérir ;
- réflexions éthiques, sociales et politiques qu'elle permet de développer ;
- capacités cognitives qu'elle permet d'exercer : analyse, réflexion, argumentation, distanciation, sens critique... ;
- comportements qu'elle entraîne à mettre en œuvre : écoute des autres, respect des points de vue divergents, communication et expression orale, acceptation de la contradiction, du doute et de l'incertitude, curiosité dans le rapport au monde...

La stratégie didactique de mise en place d'une QSV repose sur les principes suivants (Alpe et Legardez, 2000) :

- progressivité de l'approche (approche « spiralaire ») ;
- trouver la « bonne distance » permettant de traiter la question avec intérêt mais sans débordements passionnels ;
- problématisation des questions à un niveau bien adapté aux connaissances, à l'expérience et aux capacités des élèves ;
- recours à différentes modalités pédagogiques : apports de contenus, recherches bibliographiques, analyses de textes, prises de positions, débats argumentés, jeux de rôles...

En particulier, le recours au débat permet la rencontre de finalités jugées décisives pour le système éducatif : maîtrise de la langue, éducation à la civilité et à la citoyenneté et co-construction des savoirs (Alpe et Legardez, 2000).

La **contextualisation des sciences et des techniques par les QSV** permet de leur donner une perspective sociale : métiers scientifiques, relations entre science et développement économique, implications environnementales, questions d'éthique, citoyenneté... (Alpe et Legardez, 2000).

II. Cadre conceptuel

Il s'agira, dans cette deuxième partie, d'expliquer en quoi il est intéressant de traiter la question socialement vive de l'interdiction du glyphosate en France dans le cadre de l'enseignement de physique-chimie de seconde. Pour cela, nous réfléchirons d'abord à la question du risque chimique en général, puis du risque chimique lié aux pesticides utilisés en agriculture, en particulier du glyphosate dont l'interdiction potentielle dans les prochaines années fait polémique actuellement. Nous verrons également comment cette QSV s'intègre au programme de seconde générale.

II.1. La QSV liée au risque chimique

II.1.1. *Le risque chimique : mythe ou réalité ?*

Une question socialement vive a émergé d'un de mes groupes de seconde au début de l'année scolaire lorsqu'il leur a été demandé de réfléchir aux mesures de sécurité à prendre lors de la manipulation de produits chimiques en classe. Certains élèves se sont étonnés que l'on utilise encore aujourd'hui des produits chimiques toxiques pour l'Homme et pour l'environnement, même en classe et pour des usages domestiques. Une élève a demandé « Pourquoi utilise-t-on encore des produits chimiques toxiques ? Ne serait-il pas possible de les bannir ou de les remplacer ? ». Ce questionnement est primordial pour comprendre les enjeux sociétaux liés à la place de la chimie dans l'économie actuelle, à la nécessité de la régulation, de la limitation et de l'interdiction des produits chimiques, ainsi qu'aux nouvelles voies envisagées pour trouver des alternatives.

D'après Jean-François Bach, « on sous-estime trop souvent l'importance du rôle joué par la chimie dans l'amélioration de notre environnement sanitaire quotidien. » (Bach, 2010, p13). Pour ne citer qu'un exemple, les produits antiseptiques et pharmaceutiques ont permis d'augmenter l'espérance de vie et le fait de vivre en meilleure santé. Leurs bienfaits seraient donc indéniables. « Néanmoins, deux questions se posent : Les substances produites par les chimistes sont-elles à l'origine de risques pour la santé ? Et comment appréhender ces risques dans une société inquiète, et somme toute assez critique ? » (Bach, 2010, p13).

En 2000, une étude commune de l'Académie de Médecine, du Centre International de Recherche sur le Cancer (OMS-Lyon) et de la Fédération Nationale des Centres de Lutte contre le Cancer a établi que moins de 1% des cancers étaient attribuables directement à la pollution

chimique. Toutefois, le pourcentage total de cancers imputables à un facteur de risque identifié n'était que de 40%. Il restait donc 60% des cancers pour lesquels aucun facteur de risque n'était imputable. En fait, les causes de maladies sont souvent multifactorielles (tabac, alcool, agents infectieux, facteurs génétiques, facteurs environnementaux...). Les chercheurs suspectaient que les produits chimiques jouent un rôle certain dans l'apparition des cancers, sans arriver à le démontrer à cause de la multiplicité des facteurs (Bach, 2010).

Grâce aux progrès de la médecine, notamment en matière de vaccination, les maladies infectieuses (rubéole, fièvre rhumatisante, tuberculose, hépatite A...) connaissent une forte chute depuis le milieu du XX^{ème} siècle. Toutefois, parallèlement, on observe une augmentation dramatique des maladies dysimmunitaires (asthme, diabète insulino-dépendant, scléroses, maladie de Crohn...). Il a été montré que l'environnement local socio-économique est la cause majeure de leur apparition (Bach, 2010). Cependant, la multiplicité des facteurs rend difficile, encore une fois, la mise en exergue du rôle des produits chimiques produits par l'Homme.

La Convention de Stockholm, adoptée en 2001 à l'échelle internationale, liste actuellement 24 composés chimiques dont la production est interdite à l'échelle internationale (dont les PCB et certains pesticides) (PNUE, 2018). Ces composés ont été retirés de la circulation après que leur toxicité ait été démontrée (souvent au prix de pertes humaines).

Cette liste est toutefois insuffisante car il existe des millions de molécules en circulation et de nouvelles molécules sont synthétisées chaque jour. Afin de recenser, évaluer et contrôler les substances chimiques fabriquées, importées et mises sur le marché européen, l'Union Européenne a mis en place le règlement REACH (enRegistrement, Evaluation et Autorisation des produits Chimiques) à partir de 2007. En 2018, plus de 30 000 substances chimiques sont connues et leurs risques potentiels établis. L'Europe dispose ainsi des moyens juridiques et techniques pour garantir à tous un haut niveau de protection contre les risques liés aux substances chimiques (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2017).

Au cours des dernières décennies, diverses études scientifiques ont mis en évidence une évolution de la fréquence de pathologies, touchant notamment les organes de la reproduction ou encore des altérations de la fertilité. Ainsi, de fortes préoccupations sont exprimées sur l'impact sanitaire potentiel de substances, présentes dans l'environnement ou dans des produits de consommation, sur le système hormonal. La compréhension du rôle joué

par ces substances, dites "**perturbateurs endocriniens**", leurs modalités d'action, comme la part attribuable de leurs effets dans l'accroissement de ces pathologies, fait l'objet de controverses scientifiques et sociétales (ANSES, 2017).

Il existe en France le principe de précaution qui est inscrit dans la Charte de l'Environnement : « Article 5. Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage. » (Legifrance, 2015). Ainsi, face à la problématique des perturbateurs endocriniens, l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) réalise des travaux d'évaluation du risque, de veille scientifique et de référence sur les perturbateurs endocriniens. Elle contribue notamment à la Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens et mène depuis 2009 un travail d'envergure visant une trentaine de substances au regard de leur action potentielle de perturbateur endocrinien (ANSES, 2017).

II.1.2. La QSV liée au risque chimique des pesticides

Un pesticide est un produit chimique destiné à lutter contre les parasites animaux et végétaux nuisibles aux cultures et aux produits récoltés. Les insecticides, fongicides et herbicides sont destinés respectivement à lutter contre les insectes ravageurs, les champignons parasites et les mauvaises herbes.

La controverse vient principalement du fait que des produits avérés comme ayant un risque pour la santé et/ou l'environnement ne sont pas systématiquement retirés du marché. Cela peut s'expliquer par le fait que l'homologation d'une molécule dans l'industrie phytopharmaceutique nécessite entre 10 et 15 ans de recherche. Or, les décisions politiques sont souvent prises à court terme, et sont donc difficilement compatibles avec le temps nécessaire à la mise au point d'innovations et le passage à la mise en œuvre en production (Gros, 2010).

Fabrice Nicolino explique dans son livre intitulé « *Un empoisonnement universel* » comment les pesticides de synthèse se sont répandus dans l'agriculture à partir de la fin de la

Première Guerre Mondiale. Les premiers pesticides ont permis de lutter contre les insectes ravageurs, tels que les doryphores qui s'attaquaient aux pommes de terre, et ainsi d'augmenter les rendements agricoles. Cela a contribué à la relance des économies occidentales grâce à une agriculture plus productiviste et une industrie chimique en plein essor (Nicolino, 2014). En 1962, Rachel Carson remet en cause, pour la première fois, l'usage des pesticides chimiques, en particulier du DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane), dans son bestseller intitulé « *Silent Spring* ». Pour elle, il s'agit d'un désastre global qui touche en priorité les oiseaux en menaçant leur reproduction, d'où l'absence de chants d'oiseaux et donc des printemps silencieux (Carson, 1962). Malgré ce cri d'alarme et les nombreuses études scientifiques sérieuses qui ont suivi, les pesticides ont continué à être déployés par les grandes firmes chimiques avec le soutien des organismes de recherche nationaux. Fabrice Nicolino explique comment les lobbies se sont assuré que certains pesticides supposés dangereux continuent à être utilisés grâce à la publication d'études corrompues et la mainmise sur les organismes de contrôle de l'Etat. Ainsi, de nombreuses familles de pesticides toxiques ont été déployées au cours de la seconde moitié du XX^{ème} siècle : organochlorés, organophosphorés, pyréthroïdes, néonicotinoïdes, carbamates... (Nicolino, 2014).

Ce n'est qu'en 2001, grâce à la Convention de Stockholm, que les pesticides les plus toxiques ont commencé à être interdits : aldrine, chlordane, DDT, dieldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène, mirex et toxaphène (PNUE, 2018). Ces derniers font partie des molécules couramment appelés « les 12 salopards » (Nicolino, 2014). Ce sont des polluants organiques persistants qui ne sont pas dégradés dans l'environnement et sont ainsi accumulés tout au long des chaînes trophiques, ce qui amplifie leur effet toxique sur les organismes vivants (Foan, 2012). La liste de la Convention de Stockholm a été complétée par d'autres pesticides toxiques en 2009 (chlordécone, hexachlorocyclohexanes, pentachlorobenzène), en 2011 (endosulfan) et 2015 (pentachlorophénol) (PNUE, 2018). Toutefois, ces interdictions se limitent aux composés les plus dangereux et n'englobent donc pas la multitude des pesticides dont la toxicité est avérée. De plus, la décision d'une telle interdiction est longue à mettre en œuvre et les composés sont souvent remplacés par de nouvelles molécules potentiellement toxiques, mais dont la toxicité doit être prouvée par de nombreuses études scientifiques avant d'être retirées du marché.

Les pesticides sont désormais présents partout, jusque dans les animaux des zones polaires et dans le cordon ombilical des nouveaux nés. Ainsi, on a retrouvé des pesticides dans 90% de 300 vins du bordelais analysés en 2013 et 93% des cours d'eau analysés en 2011 (Nicolino, 2014). Or, les pesticides pèsent très lourd dans la dégradation de la santé des organismes vivants : cancers, malformations congénitales, troubles et maladies neurologiques, cognitifs et de la reproduction, dysfonctionnements immunitaires (Nicolino, 2014). En outre, les effets synergiques liés à la présence simultanée de plusieurs pesticides dans l'organisme, appelé « effet cocktail », est encore très peu connu (Nicolino, 2014).

Les récents gouvernements français ont promis de réduire l'usage des pesticides. Le plan Ecophyto I avait pour ambition de réduire l'usage des pesticides de 50% entre 2008 et 2018. Il s'est soldé par un échec, puisque leur utilisation a progressé au contraire de 5 % par an en moyenne entre 2009 et 2013. Le plan Ecophyto II de 2015 refait la même promesse en prévoyant une réduction de 50% des pesticides d'ici 2025 (Le Monde, 2016).

Le choix de m'orienter en classe vers la QSV des pesticides a deux raisons principales. D'une part, lors d'un *brainstorming* afin de recenser « les produits chimiques dangereux » que les élèves de seconde connaissaient, ils ont majoritairement fait allusion aux pesticides. Il s'agit donc d'une thématique qui a du sens pour eux. Ils ont cependant une connaissance limitée de ces composés (noms, applications, législation, controverses). D'autre part, les pesticides sont actuellement au cœur de l'actualité : le glyphosate, classé « cancérigène probable » depuis 2015 par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), et dont la production n'est toujours pas interdite en raison de l'étendue de son utilisation (De Senger, 2018) ; les néonicotinoïdes, qui causent la mortalité des abeilles, et dont l'interdiction devrait être effective d'ici 2020 en Europe (Garric et Le Hir, 2015 ; Garric, 2017).

Ainsi, j'ai choisi de traiter la QSV du glyphosate en classe avec mes élèves car l'interdiction de cet herbicide suscite de nombreux débats actuellement. Le glyphosate (N-(phosphonométhyl)glycine, $C_3H_8NO_5P$) est un herbicide total foliaire systémique, c'est-à-dire un herbicide non sélectif absorbé par les feuilles et ayant une action généralisée, autrefois produit sous brevet, exclusivement par Monsanto à partir de 1974, sous la marque Roundup®. Le brevet étant passé dans le domaine public en 2000, d'autres sociétés produisent désormais du glyphosate. Le glyphosate est l'herbicide le plus utilisé dans le monde. Son succès repose sur un coût faible, une bonne efficacité et une très grande souplesse d'utilisation. En

agriculture, le glyphosate permet une destruction efficace des adventices ou des repousses, sans effet sur la culture suivante et avec un coût réduit. La diffusion du glyphosate a favorisé le développement des techniques d'agriculture de conservation en permettant de désherber les parcelles sans retourner la terre. Le glyphosate est classé depuis 2015 comme « probablement cancérigène » par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), un organisme de l'OMS. Toutefois, en Novembre 2017, l'UE a prolongé l'autorisation du glyphosate pour une période de 5 ans. De son côté, la France a décidé en novembre 2017 d'interdire le recours au glyphosate d'ici à trois ans, mais a assoupli cette décision dernièrement en évoquant de possibles exceptions pour des secteurs particuliers et certaines zones géographiques dans le cas où des alternatives n'auraient pas été trouvées ou ne se seraient pas applicables (Le Monde, 2018).

II.2. Intégration dans les programmes

Les élèves de seconde ont, grâce à leur parcours au collège, une culture scientifique et des compétences qui leur permettent d'aborder des questions socialement vives au lycée. En effet, d'après le bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015 (Ministère de l'Education Nationale, 2015), l'enseignement de Sciences et Technologies en 6^{ème} permet de développer le sens de l'observation, la curiosité, l'esprit critique et l'autonomie de la pensée, mais également de relier des connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, de sécurité et d'environnement. Au cours du cycle 4, la formation de la personne et du citoyen relève de tous les enseignements. La culture scientifique et technique aide à développer l'esprit critique et le goût de la vérité ; celle-ci permet d'évaluer l'impact des découvertes et innovations sur notre vie, notre vision du monde et notre rapport à l'environnement. Dans l'introduction du programme de physique-chimie, on peut lire que « les finalités de l'enseignement des sciences au cours du cycle 4 sont de permettre à l'élève de vivre et préparer une citoyenneté responsable, en particulier dans les domaines de la santé et de l'environnement :

- en construisant sa relation au monde, à l'autre, à son propre corps ;
- en intégrant les évolutions économiques et technologiques, pour assumer en citoyen les responsabilités sociales et éthiques qui en découlent. »

L'enseignement des sciences physiques et chimiques en classe de seconde générale a pour ambition, d'après le Bulletin Officiel spécial n°4 du 29 avril 2010 (Ministère de l'Education

Nationale, 2010), de « donner à l'élève cette **culture scientifique et citoyenne** indispensable à une époque où l'activité scientifique et le développement technologique imprègnent notre vie quotidienne et les **choix de société**. Le citoyen doit pouvoir se forger son opinion sur des questions essentielles, comme celles touchant à l'humanité et au devenir de la planète. Cela n'est possible que s'il a pu bénéficier d'une formation de base suffisante pour avoir une **analyse critique** des problèmes posés et des solutions proposées. La science s'avère un instrument privilégié de cette formation parce qu'elle est école de structuration de l'esprit, susceptible d'aider durablement les élèves à observer, réfléchir, raisonner. » Il s'agit donc bien de former un citoyen responsable qui sera apte à prendre des décisions grâce à sa culture scientifique et son esprit critique.

La **santé** est l'un des trois thèmes de la physique-chimie en classe de seconde. Au sein de ce thème, les élèves sont menés à « **comprendre le rôle de la chimie de synthèse** » (Ministère de l'Education Nationale, 2010). La QSV du glyphosate permettrait de soulever des questions sociétales importantes : Peut-on se passer de pesticides de synthèse dans l'agriculture? Les alternatives telles que les pesticides naturels utilisés en agriculture biologique peuvent-ils remplacer les pesticides de synthèse ?

Enfin, le choix de travailler sur la QSV liée au risque chimique des pesticides permet de faire le lien avec le programme de SVT de seconde. Dans la partie consacrée à la **biodiversité**, les élèves voient par des exemples que « la biodiversité se modifie au cours du temps sous l'effet de nombreux facteurs, dont l'activité humaine » et « prennent conscience de la **responsabilité humaine face à l'environnement et au monde vivant** ». Dans la partie consacrée au sol, les élèves découvrent que les productions de l'agriculture sont en concurrence (nourriture, combustibles, agrocarburants) et que la **gestion du sol** est un enjeu majeur pour l'humanité. Par cette dernière thématique, les élèves sont menés à « **comprendre les éléments d'un débat** » et « **manifeste un intérêt pour la vie publique et les grands enjeux de la société à l'échelle planétaire** » (Ministère de l'Education Nationale, 2010).

III. Problématique

L'objectif de ce travail est de trouver des outils pédagogiques permettant de donner du sens aux apprentissages, de renforcer la coopération entre les élèves et de les préparer à devenir des citoyens. La Finlande a fait ses preuves dans ce domaine en introduisant la

démarche de projet de manière interdisciplinaire dans les enseignements et en relation directe avec les questions de société. Les questions socialement vives, encore peu utilisées en physique-chimie en France, sont apparues comme un outil intéressant qui pourrait, me semble-t-il, me permettre d'atteindre les objectifs pédagogiques cités ci-dessus. Traiter la question du risque chimique lié à l'utilisation de pesticides en ciblant le glyphosate est l'opportunité de débattre d'un sujet d'actualité en apportant des éléments scientifiques concrets. La problématique de ce mémoire sera donc :

Quels bénéfices peut-on tirer de l'utilisation d'une démarche de projet intégrant un débat sur une question socialement vive concernant le risque chimique lié aux pesticides ?

IV. Méthodologie

IV.1. Description du dispositif de recherche

Afin qu'un débat se déroule dans les meilleures conditions, il faut au préalable préparer les élèves au sujet qui sera débattu. Pour cela, il est conseillé de suivre une méthodologie en 5 étapes (FNE Midi-Pyrénées, 2018) :

- Déterminer le sujet ;
- Réaliser une recherche documentaire ;
- Construire l'argumentation ;
- Organiser le débat ;
- Réaliser le débat.

En raison de contraintes de temps et devant la complexité de la problématique des pesticides, j'ai moi-même décidé du sujet qui serait étudié et j'ai réalisé la recherche documentaire. Le choix du glyphosate en particulier s'est imposé car son interdiction a été au cœur de l'actualité au cours de cette année scolaire et de nombreux articles de presse sont ainsi disponibles.

La construction de l'argumentation a été réalisée en plusieurs étapes. Tout d'abord, les élèves ont été répartis en 6 groupes d'experts de 5-6 élèves au sein desquels ils ont travaillé sur différents corpus documentaires présentant des avis opposés sur le sujet de l'interdiction du glyphosate. Ils avaient pour mission de construire, à partir de leur corpus documentaire, une carte mentale synthétisant les différents arguments pour et contre l'interdiction du glyphosate. Ils ont ensuite rédigé individuellement un travail d'argumentation qui reprend les principaux arguments du corpus documentaire, qui a servi de support pour le débat.

Les différents groupes de travail se sont opposés lors du débat afin de mettre en avant l'ensemble des arguments pour et contre l'interdiction du glyphosate, et plus généralement un argumentaire sur l'utilisation des pesticides dans l'agriculture.

Afin d'évaluer les connaissances et la motivation des élèves avant et après la réalisation du dispositif de recherche, appelé « projet citoyen de sciences », un sondage initial et un questionnaire final ont été réalisés.

Le dispositif de recherche est présenté dans la **figure 1**. Il a été déployé sur 3 semaines, avec 2,5 heures de travail en présentiel en classe entière et environ 1-1,5 h de travail personnel. La première semaine, un sondage a été réalisé à l'aide de l'application Plickers®

(20 minutes environ). La semaine suivante (semaine 2), les élèves ont exploité en petits groupes (appelés « îlots ») les corpus documentaires qu'ils ont synthétisé sous forme de carte mentale (1 heure). Ils disposaient ensuite d'une semaine pour me remettre leur travail d'argumentation sur l'ENT. La dernière semaine (semaine 3), les rôles ont été répartis la veille du débat (10 minutes), puis le débat a été réalisé le lendemain pendant une durée de 45 minutes environ. Suite au débat, en fin de séance, j'ai demandé aux élèves de remplir « à chaud » un questionnaire sous format papier (10 minutes).

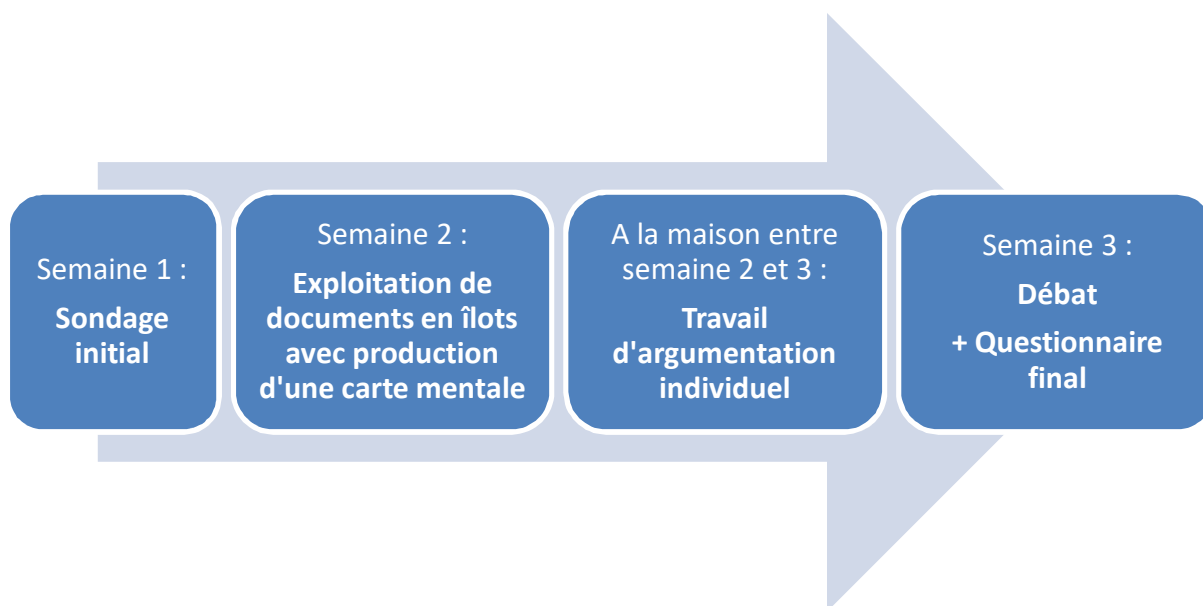


Figure 1. « Projet citoyen de sciences » réalisé avec des classes de seconde

Le dispositif a été déployé avec deux classes de seconde générale et technologique du lycée général Pierre Bourdieu de Fronton. Les classes de 2de02 et 2de14 regroupent chacune 35 élèves, soit un effectif total de 70 élèves.

IV.2. Présentation détaillée de la séquence

IV.2.1. Sondage initial

Le sondage initial (présenté en **Annexe 1**) a été réalisé à l'aide de Plickers[®], une application permettant d'interroger simultanément et individuellement les élèves sur des questions à choix multiples en utilisant de simples étiquettes en papier. Les questions portaient principalement sur la connaissance du glyphosate et du Roundup[®] (désherbant à base de glyphosate), sur l'avis des élèves concernant l'alimentation actuelle, l'agriculture

biologique et l'utilisation de pesticides dans l'agriculture, ainsi que leur intérêt pour cette thématique.

IV.2.2. Séance d'exploitation documentaire

Lors de la séance d'exploitation documentaire, j'ai d'abord présenté un court diaporama afin de contextualiser le projet citoyen. Voici la mission communiquée aux élèves : « *Mr Nicolas Hulot, Ministre de la transition écologique et solidaire, doit prendre la décision de faire interdire ou non le glyphosate en France. Afin de l'aider à prendre cette décision, il veut organiser un débat entre les différents acteurs français. Ces acteurs ce sera vous !* ».

Les élèves ont ensuite été répartis en 6 groupes hétérogènes de 5 à 6 élèves (plan de classe projeté au tableau). Les élèves ont déplacé les tables individuelles afin de former les îlots (4 tables par îlot). J'ai ensuite distribué aux différents groupes, nommés de A à F, un corpus documentaire spécifique de 3 pages (un exemplaire par membre). Les documents fournis aux groupes sont donnés en **Annexe 2**.

Après un temps de lecture silencieuse, les membres de chaque groupe ont échangé sur les arguments de leur corpus documentaire, puis ont construit une carte mentale sur un tableau blanc disposé au centre de l'îlot (voir photographie en **figure 2**). Pour les aider à construire la carte mentale, je leur ai proposé de compléter les branches suivantes : *principaux enjeux ; chiffres-clés ; autres données scientifiques ; arguments pour l'interdiction du glyphosate ; arguments contre l'interdiction du glyphosate*. A la fin de la séance, les cartes mentales ont été prises en photo (par les élèves et moi-même).

Lors de cette séance, j'ai évalué la capacité des élèves à travailler en équipe (*implication, échanges*), ainsi que leur capacité à extraire des informations et à les présenter de manière adaptée sous forme de carte mentale. Un exemple de tableau d'évaluation des compétences est présenté en **Annexe 8**.



Figure 2. Photographie d'un groupe d'élèves lors de la séance d'exploitation documentaire

IV.2.3. Travail individuel d'argumentation

Suite à la séance d'exploitation documentaire, un travail d'argumentation d'une page a été réalisé à la maison par les élèves de manière individuelle. Ils devaient reprendre les arguments et les données de leur corpus documentaire (synthétisés dans leur carte mentale) afin de construire une argumentation pour ou contre l'interdiction du glyphosate. Ce travail devait être remis sous format numérique sur l'ENT dans un délai d'une semaine (avant le débat). L'objectif de ce travail était de faire construire un argumentaire synthétique pouvant servir directement pour le débat.

Suite à la lecture de ce travail individuel, j'ai évalué la capacité des élèves à respecter les consignes (*respect des délais, remise en ligne, fichier texte, typographie, longueur*), à rendre compte à l'écrit (*phrases construites, respect des règles de français*), à rédigier une réponse argumentée (*discours structuré et convaincant, arguments explicites qui s'appuient sur des faits, capacité à donner un avis à partir d'une argumentation*) et à exploiter des informations (*adéquation avec le corpus de la séance documentaire, citation de données chiffrées et de sources*). Un exemple de tableau d'évaluation des compétences est présenté en **Annexe 8**.

IV.2.4. Débat

Lors d'un débat lycéen, il est primordial que tous les élèves soient impliqués. Or, dans une classe de 35 élèves, il est impossible de donner la parole à l'ensemble de l'assemblée. Toutefois, on peut conférer différentes responsabilités aux élèves, permettant notamment de

garder une trace écrite du débat et d'évaluer ce dernier. Ainsi, la veille du débat, j'ai présenté les différents rôles que les élèves peuvent jouer au cours du débat : animateur, débateur, greffier ou observateur (FNE Midi-Pyrénées, 2018). Afin d'aider les élèves à mieux comprendre les rôles respectifs, des fiches « rôles », présentés en [Annexe 5](#), leur ont été distribués (documents extraits de FNE Midi-Pyrénées, 2018). L'animateur introduit le débat, distribue la parole, relance la discussion si nécessaire et conclut le débat. Dans chaque classe, deux élèves se sont portés volontaires pour animer le débat (animateur et co-animateur). Les débatteurs exposent leurs arguments et réfutent ceux des autres groupes d'experts en se servant de leur corpus documentaire. Parmi chaque groupe d'experts, deux élèves se sont portés volontaires pour être débatteurs. Ainsi, 12 élèves ont débattu. Parmi les élèves restants, il y avait une dizaine de greffiers et une dizaine d'observateurs volontaires. Les greffiers avaient pour mission de noter dans un tableau tous les arguments pour et contre l'interdiction du glyphosate, ou plus généralement des pesticides (voir exemples en [Annexe 6](#)). Les observateurs quant à eux devaient évaluer les acteurs du débat (animateurs, débatteurs et assemblée) à l'aide d'un tableau d'auto-évaluation rassemblant les critères de réussite (voir exemples en [Annexe 6](#)). Les greffiers et les observateurs conservent le silence tout le long du débat. Il a été demandé aux animateurs de préparer l'introduction du débat et aux débatteurs de surligner les arguments contenus dans leur travail d'argumentation avant le débat.

Pour le débat, les tables ont été disposées en forme de U : le premier U contenait les 12 débatteurs ; les greffiers et observateurs étaient répartis sur le deuxième U situé derrière les débatteurs. Les animateurs étaient au centre du premier U, face à l'ensemble des débatteurs. Après un rappel rapide des consignes, le débat a été réalisé en autonomie pendant environ 45 minutes sans mon intervention.

J'ai évalué les animateurs et débatteurs au cours du débat et les greffiers et observateurs *a posteriori* (voir [Annexe 8](#)). Différentes compétences ont été évaluées en fonction des rôles :

- **animateurs** : capacité à s'exprimer à l'oral et à prendre des initiatives ;
- **débatteurs** : capacité à s'exprimer à l'oral et à faire preuve d'esprit critique ;
- **greffiers** : capacité à prendre des notes et à trier les informations ;
- **observateurs** : capacité à observer et à évaluer ses pairs.

IV.2.5. Questionnaire final

A la fin du débat, j'ai demandé aux élèves de remplir un questionnaire papier contenant 8 questions à choix multiples et 2 questions ouvertes (voir **Annexe 7**). Il s'est agi, tout d'abord, de faire évaluer par les élèves le projet citoyen dans son ensemble, ainsi que ses différentes composantes (travail en groupe, carte mentale, travail d'argumentation, débat). Il avait aussi pour objectif de savoir si les élèves ont le sentiment d'avoir enrichi leurs connaissances sur la problématique des pesticides. Ensuite, il a permis de connaître l'avis des élèves avant et après le projet citoyen concernant l'interdiction du glyphosate. Une première question ouverte leur demandait d'expliquer pourquoi leur avis a évolué ou n'a pas évolué suite au projet citoyen. Enfin, la deuxième question ouverte consistait à savoir s'ils souhaiteraient continuer à participer à des projets citoyens en lien avec les sciences au cours de leur parcours au lycée (raisons, thématiques).

V. Analyse de la séquence

V.1. Bilan du sondage initial

Le sondage initial n'a pu être réalisé qu'avec les 2de02 (33 élèves présents). En effet, je n'ai pas pu réaliser le sondage avec les 2de14 car j'ai été malade, puis la semaine suivante, nous avons subi une coupure de réseau. Or, l'application Plickers® nécessite un accès à internet. Afin de pouvoir réaliser le débat avant les vacances de Pâques, j'ai donc décidé de ne pas faire le sondage initial avec cette classe. Les résultats du sondage sont présentés en **Annexe 1**.

Il en ressort que 91% des élèves ont entendu parler des pesticides dans les médias, principalement en raison des études scientifiques qui ont montré la toxicité de certains pesticides pour l'Homme (67% des élèves). Ainsi, une majorité des élèves semble sensibilisée à la problématique des pesticides. Toutefois, les connaissances sont limitées sur le sujet. En effet, seuls 15% des élèves ont affirmé être déjà très au courant de la problématique, 70% des élèves interrogés ont dit ne pas connaître le glyphosate et 64% d'entre eux ne connaissaient pas le Roundup®. Certains élèves pensaient que le glyphosate est un médicament (30%) et que le Roundup® est une crème amincissante (15%). Ainsi, le choix de travailler sur la question du glyphosate était judicieuse afin d'enrichir leurs connaissances sur la thématique des pesticides et les enjeux liés à leur utilisation.

De plus, le sondage montre des divergences d'opinion sur les modes de production agricoles actuels et sur l'utilisation de pesticides. D'un côté, 82% des élèves considéraient que l'utilisation de pesticides dans l'agriculture est à l'origine de nombreuses maladies, 48% pensaient que les fruits et légumes sont « pleins de produits chimiques » et 67% estimaient que les aliments provenant de l'agriculture biologique sont le meilleur moyen de manger sainement. D'un autre côté, 30% des élèves pensaient que les aliments provenant de l'agriculture biologique sont pareils que tous les autres aliments et 18% considéraient que l'utilisation de pesticides dans l'agriculture est nécessaire pour nourrir l'humanité. Ainsi, l'utilisation des pesticides est une question socialement vive pour ces lycéens et la réalisation d'un débat était donc adéquate afin de discuter de leurs divergences d'opinion.

Enfin, le sondage a montré qu'initialement **39% des élèves n'étaient pas du tout intéressés par la thématique des pesticides**. Ce pourcentage important peut être attribué à

la méconnaissance des enjeux liés aux pesticides. La réalisation d'un projet citoyen sur ce thème semble donc intéressante afin de susciter l'intérêt des élèves pour un tel sujet d'actualité.

V.2. Bilan de la séance d'exploitation de documents

L'ensemble du travail a été réalisé par les élèves en **autonomie**. Je ne suis intervenue qu'au début de la séance pour leur présenter leur mission et leur donner les consignes (environ 10 minutes). Les objectifs de la séance (production d'une carte mentale en classe suivi d'un travail individuel d'argumentation à la maison) ont été explicités à ce moment-là. Ensuite, je me suis placée en position d'observatrice. Il m'est juste arrivé de répondre à quelques questions après la lecture du corpus afin d'éclaircir des points de vocabulaire auprès de certains groupes (par exemple pour les mots « lobby » et « agroécologie »). Les élèves ont travaillé attentivement sans faire attention à ma présence. J'ai d'ailleurs pris de nombreuses photos sans qu'ils ne le remarquent (voir exemple en **figure 2**).

Le travail en autonomie s'est mis en place comme décrit ci-après. Une majorité des îlots ont opté pour une répartition des textes entre les membres du groupe, suivi d'un temps d'échange sur ce qu'ils ont lu. Les élèves ont tous respecté un temps de lecture silencieuse d'environ 10 minutes, pendant lequel ils ont surligné les informations importantes de leur corpus documentaire (comme je les y encourage depuis le début de l'année scolaire afin de faciliter l'extraction d'informations). Ils ont ensuite échangé avec leur groupe à voix basse pendant environ 10 minutes. J'avais désigné un membre de chaque groupe « maître du bruit » afin de m'assurer que le niveau sonore ne monte pas trop. Lorsqu'ils se sont sentis prêts à réaliser leur carte mentale, un membre de chaque groupe a récupéré un feutre et un tableau blanc de 50 x 67 cm (fabriqué par mes propres moyens en collant du tableau blanc autocollant en rouleau sur des panneaux en bois). De manière assez systématique, un membre du groupe s'est imposé en leader et a réalisé la carte mentale en étant à l'écoute des autres membres. La construction de la carte mentale a été réalisée sur une durée d'environ 20 minutes avant d'être prise en photo (par les élèves et moi-même). Enfin, les élèves ont remis les tables à leur place avant de sortir.

Concernant l'évaluation du travail effectué, j'ai jugé que la capacité « travailler en équipe » a été très satisfaisante pour 10 groupes sur 12 (soit 83%). Tous les membres de ces

groupes, même des élèves très faibles ou en décrochage, se sont impliqués et ont échangé de manière dynamique. Il en résulte que la constitution de groupes hétérogènes, décidés à l'avance, semble une bonne solution pour obtenir un travail en équipe de qualité. Les groupes jugés moins satisfaisants ont manqué de dynamisme, de cohésion et de leadership. J'ai été frappé dans ces groupes par le fait que des élèves avec d'excellents résultats scolaires n'arrivent pas à imposer une dynamique à leur groupe, par manque d'affinité pour leurs interlocuteurs ou parce qu'ils ne sont pas disposés à s'affirmer. Il me semble donc important de continuer le travail en équipe afin qu'ils progressent sur cette compétence primordiale dans le monde du travail.

Pour ce qui est des cartes mentales réalisées, 6 d'entre elles sur 12 étaient très satisfaisantes (soit 50%) car les principaux points du corpus documentaire ont été dégagés et la présentation était très claire (voir exemples présentés en [Annexe 3](#)). La suggestion de branches que je leur ai faite au départ a ainsi permis aux élèves de réaliser leur carte mentale rapidement et efficacement. Il est à noter qu'un groupe a innové sur le choix des branches en utilisant des images pour représenter chacune d'entre elles (groupe D en [Annexe 3](#)). Concernant les autres cartes mentales : 2 ont été jugées satisfaisantes car elles contenaient les principales informations, mais leur organisation était perfectible pour être plus lisibles ; 2 étaient peu satisfaisantes (« à améliorer ») car elles étaient incomplètes, mal organisées et/ou les branches n'étaient pas identifiées ; 2 étaient insuffisantes car elles ne contenaient pas d'arguments pour ou contre l'interdiction du glyphosate. Les cartes mentales peu ou pas abouties ont souvent été dues à une mauvaise gestion du temps et non à une mauvaise cohésion du groupe. Il pourrait être intéressant d'attribuer, lors de futures séances, le rôle de « maître du temps » à un membre du groupe et d'afficher le chronomètre du temps restant de la séance au tableau.

Afin que les élèves aient un retour sur leur évaluation et qu'ils disposent de pistes de remédiation pour de futures séances, je leur ai fait parvenir par mail un « feedback » tel que celui présenté en [Annexe 8](#).

V.3. Bilan du travail d'argumentation individuel

Le travail d'argumentation a été rendu par 59 élèves sur 66 (soit 89%). Les élèves n'ayant pas rendu leur travail ont pour la majorité d'entre eux (6 élèves sur 7) des résultats

très faibles en physique-chimie et manquent globalement de sérieux pour le travail personnel (exercices en classe non faits, devoirs-maison non rendus). Ainsi, alors qu'ils se sont investis lors de la séance en groupe, où ils ont été portés par les autres membres, ils n'ont malheureusement pas concrétisé la tâche par le travail individuel demandé.

Au niveau des consignes, plusieurs d'entre elles n'ont pas été respectées par 44% des élèves : travail non rendu, retard dans la remise du document (avec nécessité de relances), remise sous format papier, envoi par mail au lieu d'une soumission sur l'ENT, non-respect de la typographie ou de la longueur imposée... Il paraît important d'évaluer la capacité des élèves à respecter ces consignes dans le cadre d'un projet citoyen.

De très bons travaux d'argumentation, structurés avec des arguments pertinents et étayés, ont été rendus dans les deux classes (voir exemples en [Annexe 4](#)). Toutefois, 37% des élèves n'ont pas un niveau satisfaisant pour la compétence « Rendre compte à l'écrit », 34% n'ont pas un niveau satisfaisant pour la compétence « Rédiger une réponse argumentée » et 41% n'ont pas un niveau satisfaisant sur la compétence « Exploiter des informations ». Ces résultats reflètent les difficultés d'une partie des élèves à s'exprimer à l'écrit et à argumenter en se servant des informations à leur disposition. J'ai notamment remarqué des phrases qui n'ont pas de sens (absence de verbe...), de nombreuses fautes de grammaire et d'orthographe, des juxtapositions d'arguments sans structure du texte, des arguments généraux trop vagues et non basés sur des faits, des argumentaires sans conclusion finale de l'auteur sur son avis, une inadéquation avec le corpus documentaire et des argumentaires trop courts ou faisant peu référence au corpus. Afin d'aider les élèves à remédier à ces difficultés, je leur ai fait un retour sur leur évaluation avec des conseils pour progresser (en [Annexe 8](#)).

V.4. Bilan du débat

Après un bref rappel des consignes, le débat a été mené en autonomie par les élèves sans intervention de ma part. Ce fut une grande réussite dans les deux classes. J'ai estimé que **89% des acteurs se sont investis de manière satisfaisante**.

Les animateurs ont introduit, conduit et conclu le débat en respectant le temps imposé. Leur travail dans les deux classes a été satisfaisant car ils ont réussi à maintenir l'ordre et à distribuer la parole. Une animatrice a même pris l'initiative de relancer le débat lorsqu'il

était un peu « retombé ». Les principales améliorations que je leur ai conseillé sont de s'assurer de donner la parole à tous les débatteurs (éventuellement en les interrogeant), de couper un débatteur qui garde la parole trop longtemps, de demander à un débatteur agressif de se calmer et d'intervenir si des arguments inadéquats sont proposés ([Annexe 8](#)).

Les débatteurs ont pris à cœur leurs rôles en proposant des argumentaires riches, variés et pertinents et en étant à l'écoute les uns des autres. Chaque groupe a défendu le corpus documentaire sur lequel il avait travaillé et a proposé des données scientifiques afin d'appuyer leurs arguments. J'ai été frappée notamment par l'investissement, l'argumentation et l'expression orale de certains élèves qui sont en difficulté en physique-chimie. Le projet citoyen les a clairement motivés et poussés à montrer le meilleur d'eux-mêmes. Toutefois, quelques débatteurs (6 sur 24, soit 25%) n'ont pas ou ont très peu pris la parole. Souvent par timidité, ils n'ont pas réussi à s'imposer face aux autres débatteurs. Dans un futur débat, je formerai mieux les animateurs afin qu'ils aillent chercher ces élèves-là, qui avaient manifestement envie de débattre puisqu'ils se sont portés volontaires, mais qui n'ont pas réussi à s'imposer.

Les greffiers et observateurs ont tous respecté le silence pendant le débat et ont rempli de manière satisfaisante leurs documents (voir exemples en [Annexe 6](#)). Les greffiers ont réalisé un travail incroyable de prise de notes. La synthèse de leurs fiches permet vraiment de retrouver l'ensemble des arguments exprimés accompagnés des données scientifiques qui les appuient. Les observateurs ont aussi été très attentifs au débat et ont évalué de manière satisfaisante l'ensemble des acteurs, notamment en complétant leur tableau d'évaluation par des commentaires, ce qui permet d'avoir une meilleure idée des points à améliorer lors de futurs débats. En l'occurrence, le rôle de l'animateur dans la gestion de la parole apparaît comme primordial.

V.5. Bilan du questionnaire final

Les résultats obtenus aux questions à choix multiples sont présentés en [Annexe 7](#).

V.5.1. Degré de satisfaction des élèves

L'ensemble des 55 élèves qui ont rempli le questionnaire final à l'issue du débat ont trouvé le projet citoyen intéressant (33% l'ont trouvé très intéressant, 67% intéressant). Ainsi, si l'on compare ces résultats avec ceux du sondage initial où 39% des élèves d'une classe ont dit ne pas être intéressés par la thématique des pesticides, on peut clairement affirmer que le projet citoyen a permis de susciter l'intérêt d'un grand nombre d'élèves peu motivés au départ.

On peut expliquer cet engouement par le fait que les outils pédagogiques utilisés afin de réaliser le projet (travail en groupe, schématisation sous forme de carte mentale, travail individuel d'argumentation et débat en classe) ont été jugés utiles et satisfaisants par une majorité des élèves.

En effet, 89% des élèves ont apprécié le travail en groupe pour exploiter les documents (25% ont beaucoup apprécié, 64% ont apprécié). Parmi les 11% qui n'ont pas vraiment apprécié le travail en groupe (soit 6 élèves), j'ai noté qu'il y avait principalement des élèves qui se sont retrouvés dans des groupes où l'implication des membres n'était pas satisfaisante (manque de cohésion et de leadership). Toutefois, aucun élève n'a affirmé ne pas avoir apprécié du tout le travail en groupe.

Concernant les cartes mentales, 72% des élèves considèrent que c'est un bon outil pour dégager des arguments (très bon outil : 38% ; bon outil : 34 %). 18% ont considéré que c'est un outil assez utile et 9% ont affirmé que c'est un outil inutile. Comme pour le travail en groupe, ce sont principalement les élèves ayant réalisé une carte mentale peu ou pas satisfaisante (désorganisée et/ou incomplète) qui ont trouvé cet outil pédagogique peu ou pas utile. Il y a également une élève de très bon niveau scolaire et ayant réalisé un travail de groupe et une carte mentale exemplaires qui a indiqué que, selon elle, c'est un outil inutile. On peut supposer que, dans son cas, la réalisation d'une carte mentale ne lui paraît pas nécessaire car elle arrive à synthétiser les informations pour le travail d'argumentation directement après lecture du corpus documentaire.

Grâce à la séance de travail en groupe, 90% des élèves ont dit avoir réussi à rédiger leur argumentation à la maison facilement (14% très facilement, 76% facilement). 5% des élèves ont réalisé ce travail assez difficilement et 2% difficilement (soit 3 et 1 élèves

respectivement). Il en ressort qu'il s'agit de personnes soit qui n'ont pas réalisé une carte mentale satisfaisante, soit qui présentent de très grosses difficultés en expression écrite.

Enfin, le débat a été considéré comme utile par 94% des élèves afin de mieux comprendre la problématique liée aux pesticides (très utile : 47% ; utile : 47%). Seuls 2% l'ont jugé peu utile et 2% pas du tout utile (soit un élève pour chaque catégorie). Ces 2 élèves, d'un excellent niveau scolaire, possédaient déjà avant le débat une connaissance assez approfondie du sujet. Le débat est donc l'outil pédagogique ayant remporté le plus franc succès avec une satisfaction quasi-unanime. Les outils pédagogiques utilisés en amont (travail en groupe, carte mentale et travail de rédaction) semblent ainsi avoir permis aux élèves de préparer au mieux ce débat.

Le succès du projet citoyen peut aussi être attribué au fait que 81% des élèves pensent avoir acquis de nouvelles connaissances sur les pesticides. 16% des personnes interrogées pensent ne pas vraiment avoir appris beaucoup de nouvelles connaissances et 2% pas du tout. Il s'agit ici d'élèves qui avaient déjà un savoir assez poussé sur la thématique des pesticides. Ainsi, à l'issue du projet citoyen, beaucoup d'élèves avaient acquis des connaissances sur la thématique des pesticides, ce qui peut amener un certain degré de satisfaction.

V.5.2. Pistes d'explication de la satisfaction des élèves

A la question « Penses-tu qu'il faut continuer à réaliser des projets citoyens en physique-chimie au lycée ? », l'ensemble des élèves répondent favorablement. Ils expliquent leur intérêt pour la démarche de projet effectuée par sa nouveauté par rapport aux enseignements dits classiques :

- « *On apprend différemment.* »
- « *C'est plus amusant que les cours normaux.* »
- « *C'est amusant mais en même temps on apprend des choses.* »
- « *C'est très intéressant et le côté ludique permet de plus s'investir.* »
- « *Cela change de ce que l'on fait en cours habituel.* »

Cette nouveauté se traduit par plusieurs choses : étudier un sujet d'actualité, utiliser des outils pédagogiques efficaces et exercer son esprit critique.

Tout d'abord, le fait de travailler sur un sujet d'actualité suscite un fort enthousiasme car ils étudient quelque chose de concret qui leur permet de mieux comprendre la société qui les entoure et de se questionner sur l'avenir de celle-ci :

- « Avec des sujets d'actualité, on se sent plus concerné. »
- « Les projets citoyens sont un bon moyen de s'intéresser à la physique-chimie car cela porte sur des sujets concrets. »
- « Il faut continuer les projets citoyens pour que l'on se sente plus concernés par l'actualité et pour avoir une meilleure compréhension de celle-ci. »
- « Nous ne sommes pas assez informés sur ce genre de sujets alors que la future génération c'est nous. »
- « Cela nous apprend des choses sur la société dans laquelle on vit. Il en va de notre survie à tous. »
- « Cela permet de sensibiliser les jeunes et de les pousser à se poser les bonnes questions pour l'avenir de la société ».
- « Il faut continuer à alerter les jeunes citoyens pour leur avenir, pour qu'ils agissent avant qu'il ne soit trop tard. »

De plus, l'acquisition de nouvelles connaissances sur un sujet complexe est permise, même pour les élèves les plus faibles, grâce aux outils pédagogiques utilisés au cours de la démarche de projet. En particulier, ils apprécient l'interactivité du travail en groupe :

- « On peut travailler dessus en groupe. »
- « On participe. »
- « Cela permet une interaction entre les élèves. »
- « Cela nous nous apprend à s'entendre en groupe. »

Les cartes mentales et le débat permettent aussi de décortiquer une question complexe afin de mieux la comprendre : « Grâce aux cartes mentales et au débat, on arrive mieux à comprendre les arguments car tout le monde les explique de manière simple. »

En outre, le fait d'exercer son esprit critique et de défendre une opinion à l'oral les intéresse fortement :

- « On apprend les différentes facettes d'un sujet. »

- « Cela permet de s'exprimer sur un sujet, de donner son avis. »
- « On peut argumenter. »
- « Débattre en classe était très productif. Cela permet de s'entraîner à exprimer son opinion à l'oral. »
- « Nous pouvons nous poser des questions sur notre vie future et c'est bien de pouvoir en discuter. »
- « Cela permet de changer de point de vue. »
- « J'ai pu construire mon propre avis sur ce sujet. »

V.5.3. Impact du projet sur l'opinion des élèves vis-à-vis du glyphosate

Dans le questionnaire final, il a également été demandé aux élèves leur avis sur l'interdiction du glyphosate en France avant et après la réalisation du projet. Les résultats obtenus avec les 55 élèves sont présentés respectivement dans les **figures 3** et **4**. Il est à noter que 14% des élèves n'avaient pas d'avis au départ car ils n'avaient pas connaissance de la problématique. Ces élèves se sont ensuite répartis dans les autres catégories car aucun élève n'était sans avis à l'issue du débat. Les voix pour l'interdiction du glyphosate en France sont ainsi passées de 62% à 73% et les voix contre l'interdiction sont passées de 4% à 7%. Une majorité des élèves est donc pour cette interdiction et le projet a renforcé cette tendance. Seuls 4 élèves étaient contre l'interdiction à l'issue du projet. Le pourcentage d'élèves mitigés est resté stable à 20%, ce qui représente un nombre non négligeable de 11 élèves sur 55. Ainsi, il est difficile pour un certain nombre d'élèves de trancher face à la complexité d'une question socialement vive telle que l'interdiction du glyphosate.

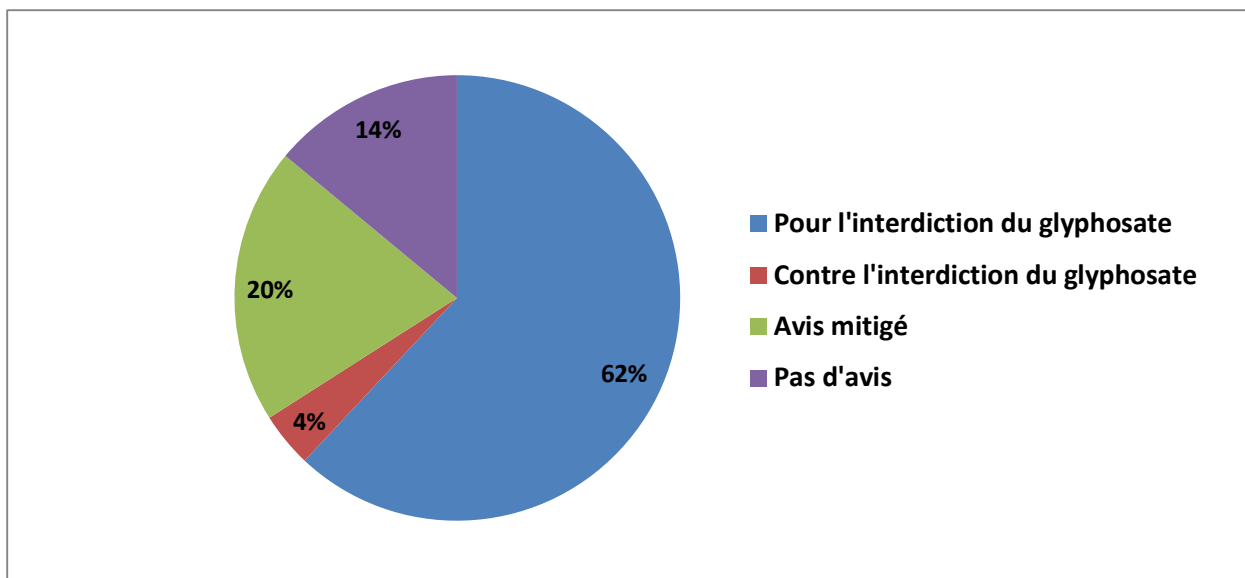


Figure 3. Avis des 55 élèves sur l'interdiction du glyphosate avant la réalisation du projet.

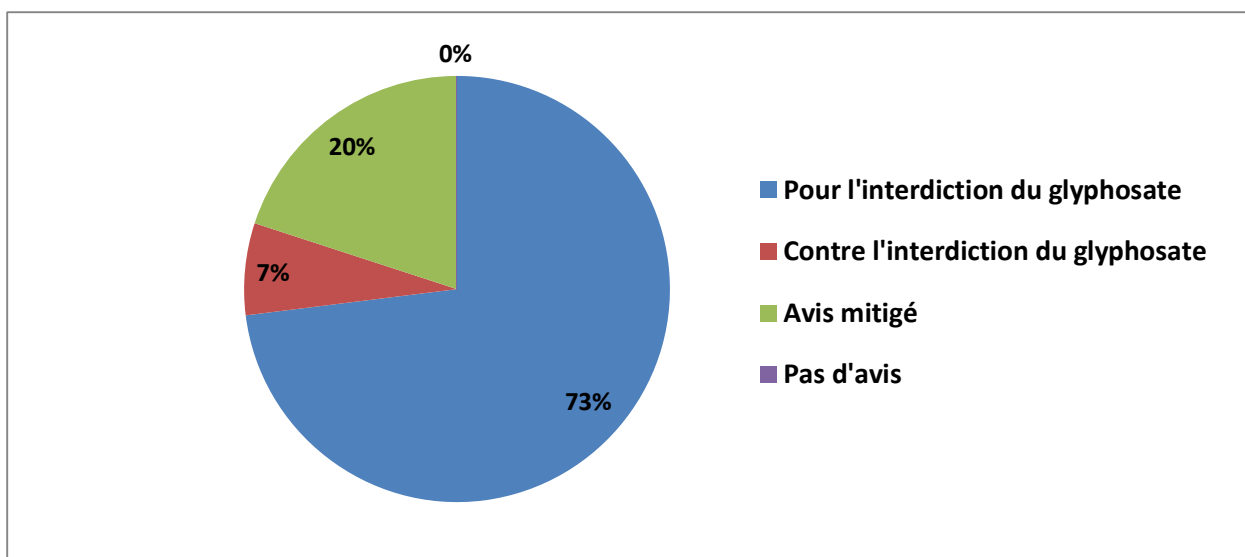


Figure 4. Avis des 55 élèves sur l'interdiction du glyphosate après la réalisation du projet.

En analysant plus finement les résultats afin de connaître l'évolution de l'avis de chaque élève suite au projet citoyen, on s'aperçoit que **60% des élèves n'ont pas changé d'avis** suite au travail effectué (soit 33 élèves sur 55). Parmi ces 33 élèves, les avis se répartissent selon les pourcentages présentés dans la **figure 5**. Il en ressort que 82% des élèves n'ayant pas changé d'avis (27 élèves) étaient pour l'interdiction du glyphosate dès le départ. Ces élèves constituent ainsi le nouveau dur des « anti-glyphosate » pour lequel le projet n'a fait que confirmer l'opinion initiale. Seul un élève a conservé son avis contre l'interdiction. Cet élève a expliqué que le débat n'a pas permis de tirer des conclusions claires selon lui et a donc

préférée ne pas changer d'avis. Il est à noter également que 15% (5 élèves) ont conservé un avis mitigé, ce qui souligne encore une fois la complexité de cette question socialement vive.

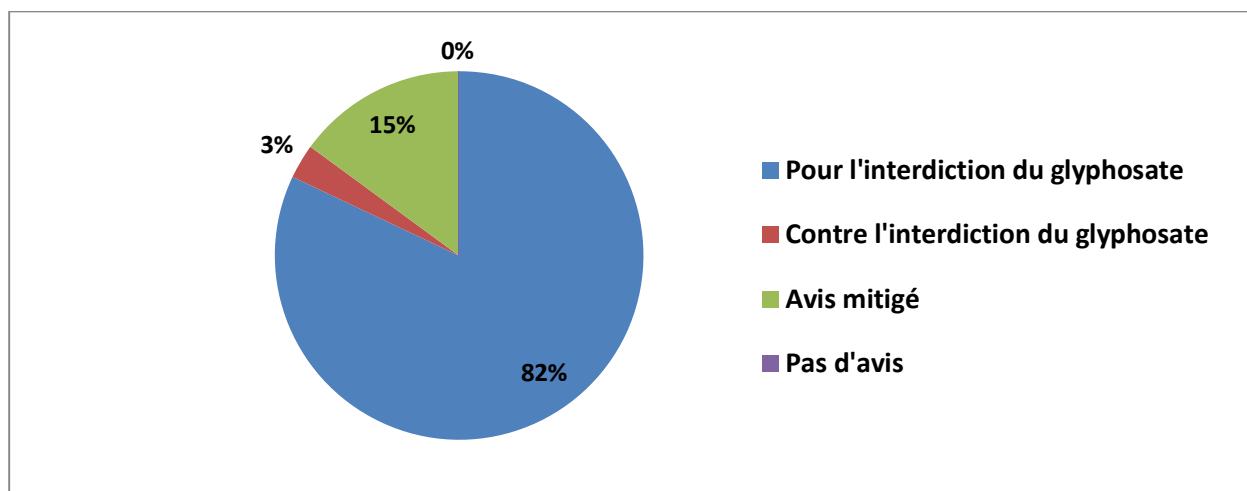


Figure 5. Avis des 33 élèves dont l'opinion n'a pas évolué au cours du projet.

Si l'on analyse maintenant l'évolution de l'opinion des 40% d'élèves qui ont changé d'avis suite au projet (soit 22 élèves sur 55), on s'aperçoit qu'il y a une multiplicité d'évolutions différentes (Figure 6). Il en ressort que 58% (13 élèves) ont changé d'avis en faveur de l'interdiction du glyphosate, ce qui explique que le pourcentage global de personnes « anti-glyphosate » ait augmenté. Ces élèves étaient sans avis au départ (6 élèves), avaient un avis mitigé (6 élèves) ou étaient contre l'interdiction du glyphosate (1 élève). Ils expliquent cette évolution par le fait que le projet leur a permis de prendre conscience des enjeux liés à la santé et à l'environnement. De plus, 28% des 22 élèves ont évolué vers un avis mitigé, 6 n'ayant pas d'avis au départ et 6 étant pour l'interdiction, et 14% (3 élèves) ont évolué d'un avis pour vers un avis contre l'interdiction du glyphosate. Les élèves ayant évolué d'un avis pour l'interdiction à un avis mitigé ou contre l'interdiction expliquent qu'ils ont pris conscience des enjeux économiques et sociaux qui se cachent derrière une telle interdiction.

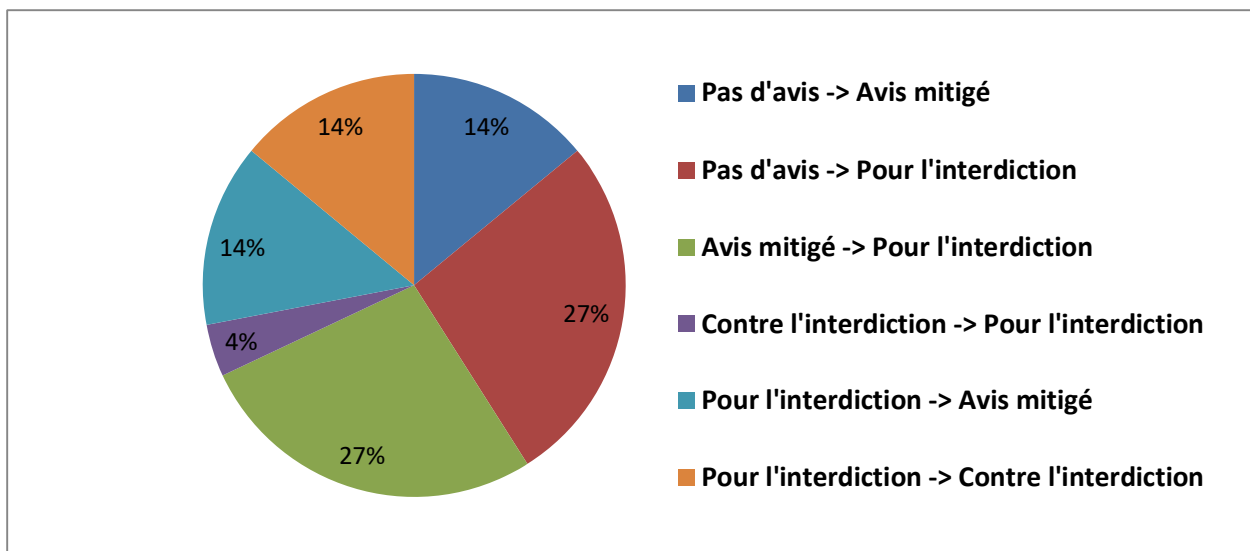


Figure 6. Répartition des 22 élèves dont l'opinion a évolué au cours du projet.

Ainsi, à la fin du projet, **73% des élèves étaient pour l'interdiction du glyphosate**. On retrouve principalement dans le questionnaire de ces élèves des arguments pour la protection de la santé humaine et/ou de l'environnement. En voici quelques exemples :

- « Le glyphosate est cancérigène. »
- « Je suis pour l'alimentation saine. »
- « Le glyphosate est nuisible à l'environnement. »
- « Avec le glyphosate, nous polluons la planète, propageons des maladies et contribuons à l'extinction d'espèces. »
- « Les conséquences au fil des années pourraient s'aggraver. Il faut penser au bien-être des générations futures. »

Des élèves ont précisé que les enjeux sanitaires et écologiques doivent primer sur les autres enjeux, en particulier économiques :

- « Préserver l'environnement et la santé d'autrui reste primordial. »
- « La santé des consommateurs reste la problématique principale. »
- « La santé des êtres vivants est pour moi plus importante que l'économie. »
- « L'humain et l'environnement sont plus importants que l'économie. »

Une élève semble avoir pris conscience de l'impact des lobbies sur certaines études de toxicité du glyphosate et donc de la nécessité d'être critique face aux résultats scientifiques publiés : « Le glyphosate est toxique pour la santé malgré les études (corrompues) qui prouvent le contraire. ».

Une élève a expliqué que l'interdiction du glyphosate dans l'agriculture semble logique puisqu'il est d'ores et déjà interdit d'utilisation auprès des collectivités territoriales et sera interdit à partir de 2019 aux particuliers : « *Si on l'interdit aux particuliers et aux mairies, cela me conforte dans l'idée que ce pesticide est dangereux.* ».

L'existence d'alternatives est aussi un argument qui est parfois avancé par les élèves pour expliquer pourquoi ils sont pour l'interdiction du glyphosate :

- « *Je pense qu'il existe des alternatives à son utilisation et que le glyphosate n'est pas indispensable.* ».
- « *Les chercheurs ont des idées pour contrer ce problème.* »
- « *Le bio peut nourrir toute la population sans risques.* »

Une élève a même avancé un argument économique afin de défendre l'interdiction du glyphosate : « *Supprimer le glyphosate peut créer plus d'emplois.* ». En effet, l'utilisation d'alternatives demande plus de main d'œuvre et peut donc être vu comme bénéfique pour réduire le chômage.

Il est à noter que les alternatives, dont l'agriculture biologique, ont été longuement discutées lors des débats, mais que ces derniers ressortent peu dans le questionnaire. Il semble donc qu'une partie des élèves n'ait pas pris conscience de la nécessité de trouver des alternatives lorsque l'on supprime l'utilisation d'un produit aussi répandu que le glyphosate.

Si maintenant, on regarde les arguments des 27% d'élèves qui étaient **contre l'interdiction du glyphosate (7%)** ou avaient un **avis mitigé (20%)** suite au projet, on s'aperçoit qu'ils sont variés. Il s'agit, tout d'abord, d'arguments d'ordre économiques :

- « *La production est meilleure.* »
- « *Supprimer le glyphosate amènerait de grandes pertes économiques.* »
- « *Les pays pauvres n'ont pas les moyens de changer de mode de production.* »
- « *Les gens du sud n'ont pas assez d'argent pour acheter quelque chose de plus cher.* »
- « *Mon avis a évolué car je pensais que l'on avait beaucoup d'autres alternatives peu coûteuses.* »
- « *De nombreuses personnes en France ne peuvent pas se permettre de payer du bio.* »

Ainsi, d'après leurs arguments, le glyphosate permettrait d'assurer de bons rendements agricoles à un bon prix et sa suppression ne pourrait pas être supportée financièrement par les agriculteurs et les consommateurs, en particulier ceux des pays les plus pauvres. La suppression du glyphosate aurait aussi pour conséquence d'alourdir le travail des agriculteurs : « *Ça va augmenter le travail des agriculteurs.* »

De plus, de nombreux élèves défendent le fait de ne pas interdire le glyphosate avec des arguments en lien avec notre capacité à assurer la demande alimentaire mondiale :

- « *Nourrir l'humanité serait plus difficile.* »
- « *L'utilisation du glyphosate est nécessaire pour nourrir le monde.* »
- « *Avec l'augmentation croissante de la population, nous devons assurer de la nourriture pour tout le monde.* »
- « *Si nous n'utilisons pas le glyphosate, plusieurs pays seront en situation de population sous-alimentée.* »

Enfin, un élève doute de la toxicité du glyphosate : « *La dangerosité du glyphosate n'est pas totalement vérifiée puisque certaines organisations ont prouvé qu'il était inoffensif à l'homme et à la faune.* »

V.5.4. Ouverture des élèves sur d'autres sujets d'actualité

Seuls 18% des élèves ont donné une réponse à la question « Y-a-t-il d'autres sujets d'actualité scientifiques qui te préoccupent particulièrement ? ». Il en ressort que peu d'élèves ont connaissance des sujets d'actualité, même si beaucoup aimeraient s'y intéresser. Une élève explique que cette méconnaissance est liée à un manque de temps.

Les sujets proposés sont majoritairement en relation avec l'environnement et la santé :

- le réchauffement climatique, les gaz à effet de serre et la fonte des glaces ;
- la pollution ;
- les addictions (tabagisme, drogues, jeux) ;
- les médicaments (*Levothyrox par exemple*) ;
- les pratiques alimentaires (végétarisme, véganisme).

Une élève s'intéresse également aux problématiques liées à la conquête de l'espace et à l'intelligence artificielle.

VI. Synthèse et discussion des résultats

VI.1. Synthèse des principaux résultats obtenus

Le sondage initial a montré qu'environ deux tiers des élèves ne connaissaient pas le glyphosate. La réalisation d'un projet sur la question socialement vive de l'interdiction du glyphosate semble donc appropriée afin de sensibiliser ces jeunes à ce sujet qui est au cœur de l'actualité. Il s'agit bien d'une question vive, même auprès des élèves du lycée, puisque d'un côté, une majorité d'entre eux estimaient que les pesticides sont néfastes pour la santé et l'environnement, et de l'autre, une partie des élèves considéraient que les pesticides sont nécessaires pour nourrir l'humanité.

Le questionnaire final a montré que tous les élèves ont trouvé le projet citoyen intéressant, alors qu'au départ, environ un tiers des élèves n'était pas du tout intéressé par le sujet. Ce travail a permis une prise de conscience générale de l'intérêt de réfléchir à une question socialement vive liée aux sciences en exerçant son esprit critique. Les outils pédagogiques utilisés (travail en groupe avec production de carte mentale, travail d'argumentation individuel et débat) ont été appréciés par une majorité des élèves. Le travail en groupe et individuel réalisés en amont semblent être des préalables indispensables à la réussite du débat, car ils permettent l'extraction, l'organisation et la reformulation d'arguments concernant la question socialement vive traitée. La motivation des élèves et l'efficacité des outils utilisés ont permis l'acquisition de connaissances chez une forte majorité des élèves, même chez des élèves très faibles peu enclins à travailler lors d'enseignements dits « classiques ».

Concernant l'opinion des élèves sur la question du glyphosate, après le débat, 73% des élèves étaient pour l'interdiction du glyphosate. Ces derniers défendent la protection de la santé humaine et de l'environnement, ainsi que la possibilité d'utiliser des alternatives aux pesticides. Les 7% d'élèves contre l'interdiction du glyphosate et les 20% ayant un avis mitigé ont mis en avant l'impact économique lié à la suppression du glyphosate et la difficulté à assurer la demande alimentaire mondiale. Le fait que 20% des élèves avaient un avis mitigé à l'issue du débat qui montre bien la difficulté à trancher face à une telle question socialement vive qui a des implications à la fois scientifiques, économiques et sociétales. Il est à noter que

l'opinion de 40% des élèves a évolué au cours du projet, ce qui montre bien que le projet a permis de travailler leur esprit critique.

Enfin, il ressort du questionnaire final que l'unanimité des élèves souhaite continuer à étudier des questions socialement vives d'ordre scientifiques au lycée, avec comme thèmes de prédilection la santé et l'environnement. Il est étonnant de constater qu'à l'heure de l'information omniprésente grâce aux écrans, si peu d'élèves soient sensibilisés aux sujets de société. Ils affirment disposer de peu de temps pour s'intéresser à l'actualité, ce qui peut nous amener à se poser la question de la surcharge cognitive des jeunes. Enlart et Charbonnier expliquent que « le flux d'informations, de connexions et de sollicitations s'intensifie » et que « face à ces trop pleins qui nous rendront de plus en plus passifs, manipulables et amnésiques, il faudra inventer les moyens de s'arrêter suffisamment longtemps sur un sujet pour l'analyser, le comprendre et nous forger une opinion » (Enlart et Charbonnier, 2014, p107).

VI.2. Evaluation du dispositif de recherche

Le dispositif de recherche déployé est bien en adéquation avec l'objectif du système éducatif finlandais qui est de former des citoyens adaptés à la société et au monde professionnel de demain (Robert, 2009), puisqu'il a permis de :

- donner du sens aux apprentissages (sujet d'actualité, enjeux de société) ;
- rendre les élèves actifs (travail en groupe, carte mentale, débat) ;
- favoriser la coopération et la solidarité (travail en groupe, capacité d'écoute).

Le dernier point aurait pu être renforcé, par exemple en faisant témoigner des intervenants extérieurs tels qu'un agriculteur qui utilise le glyphosate et un agriculteur biologique. Il serait également intéressant de mener ce type de projet de manière plus transversale, en travaillant le sujet dans plusieurs disciplines en parallèle (en particulier en SVT, SES, histoire-géographie et français) ou en réalisant un co-encadrement avec d'autres professeurs.

L'évaluation par compétences associée à un feedback afin d'aider les élèves à remédier à leurs difficultés lors de futurs projets sont également en adéquation avec le système finlandais qui cherche à évaluer les élèves de manière positive et formative, afin qu'ils se sentent valorisés et enclins à progresser.

De plus, le dispositif répond bien aux principaux objectifs de la démarche de projet qui sont de donner du sens aux enseignements et d'apprendre la citoyenneté (Hubert, 2005). En effet, le fait de travailler sur un sujet d'actualité a permis de donner du sens aux tâches qui ont été réalisées et de construire du savoir basé sur l'utilisation de situations concrètes (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008). De plus, le travail en groupe et le débat ont stimulé les élèves, renforcé le soutien et l'écoute entre eux, et a donné l'opportunité à chacun de confronter son opinion aux autres. La classe est devenue ainsi une mini-société au sein de laquelle chacun a acquis des compétences de futur citoyen (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008).

La carte mentale leur a donné un cadre permettant d'ordonner les arguments extraits du corpus documentaire et d'obtenir ainsi une vision d'ensemble (Benz, 2011). Enlart et Charbonnier expliquent que « c'est un outil particulièrement adapté au monde de demain car il est l'antidote au défaut premier du web qui est l'absence de liens entre les éléments recueillis » (Enlart et Charbonnier, 2014, p139).

Le travail d'argumentation a été complémentaire de ce travail en groupe. En effet, il a permis aux élèves de prendre du recul et de construire leur propre argumentation afin de préparer au mieux le débat. Ce travail individuel est donc bien indispensable au sein de la démarche de projet (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008) afin que chaque élève exerce son esprit critique.

Le projet a permis aux élèves d'acquérir à la fois des savoirs transdisciplinaires, du savoir-faire (travailler en groupe, exploiter un dossier documentaire, réaliser une carte mentale, rédiger une argumentation, exprimer son opinion) et du savoir-être (être à l'écoute, respecter l'opinion d'autrui...). Ainsi, la démarche de projet réalisée a permis de travailler une multiplicité de compétences que j'ai évaluées à chaque étape de la séquence. Il m'a d'ailleurs été difficile d'évaluer des compétences telles que l'expression écrite et l'argumentation et souhaiterais me rapprocher de professeurs d'histoire-géographie ou français dans le cadre d'un enseignement transversal afin qu'ils me forment sur les critères de réussite précis de ces compétences plus « littéraires ».

Pour être complète, la démarche de projet doit aussi contribuer à faire le lien entre formation et vie professionnelle (Hubert, 2005). Pour cela, il aurait été intéressant de réaliser une sortie

chez des agriculteurs afin que les élèves découvrent *in situ* les conditions de travail d'un agriculteur utilisant du glyphosate et d'un agriculteur se servant d'alternatives à celui-ci. Réalisé en collaboration avec un lycée agricole, cela pourrait aussi être l'occasion de susciter des élèves à demander une première STAV en lycée agricole et ainsi offrir de nouvelles perspectives professionnelles.

Lors d'une démarche de projet, il est également encouragé de conduire les élèves à réaliser une production finale communiquée à l'extérieur de la classe (Hubert, 2005 ; De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2008). Il pourrait s'agir par exemple d'une affiche qui rassemble les différents arguments du débat sous forme de carte mentale et qui peut être exposée aux autres élèves du lycée. Je n'ai pas pu réaliser ce travail cette année pour des contraintes d'emploi du temps. Pour de futurs projets, j'aimerais également répondre à des appels à projets permettant d'obtenir des financements, des collaborations scientifiques et l'opportunité de présenter le travail réalisé à l'extérieur de l'établissement.

Enfin, on retrouve bien grâce à ce projet les intérêts des questions socialement vives (Albe, 2009):

- intégration de « savoirs classiques » ;
- travail de groupe ;
- sujet transdisciplinaire ;
- formation à l'esprit critique ;
- participation à la formation du citoyen.

La question de l'interdiction du glyphosate a permis de travailler de nombreux enjeux épistémologiques et didactiques (Alpe et Legardez, 2000) :

- réflexions éthiques, sociales et politiques ;
- capacités cognitives (analyse, réflexion, argumentation et esprit critique) ;
- comportement en société (écoute des autres, respect des points de vue divergents, communication et expression orale).

Elle a notamment permis de découvrir les relations entre science et développement économique, en particulier l'influence des lobbies industriels sur le déploiement de leurs produits, les implications environnementales de ce déploiement (maladies chez l'homme, contamination des écosystèmes et perte de la biodiversité), ainsi que les questions d'éthique

et de citoyenneté (études commandées par les industriels, influence sur les organismes de régulation). En outre, ce travail répond à la Charte de l'Environnement en réalisant de l'éducation au développement durable sur les thèmes suivants : nourrir le Monde, protéger la santé publique et l'environnement, gérer l'occupation des sols et inventer le travail de demain.

VII. Conclusion

La question socialement vive des substances chimiques potentiellement dangereuses a été traitée sous forme d'un projet citoyen sur la thématique des pesticides avec deux classes d'élèves de seconde. Le projet a été structuré de manière à préparer les élèves à un débat final sur la question suivante : « Faut-il interdire le glyphosate ? » L'exploitation de documents et la réalisation de cartes mentales en îlots leur a permis d'extraire et d'organiser des arguments qu'ils ont ensuite rédigés sous forme d'un argumentaire individuel avant le débat. L'ensemble des élèves ont apprécié le projet et une majorité d'entre eux a été satisfait des outils pédagogiques proposés. Il en résulte que le débat a été riche et mené en parfaite autonomie par les élèves eux-mêmes. Les bénéfices de traiter une QSV sous forme de projet sont multiples pour les élèves : améliorer leur implication, obtenir une meilleure atmosphère de classe, promouvoir l'autonomie et la collaboration, développer leurs compétences à l'écrit et à l'oral, exercer leur esprit critique, accroître leur intérêt pour les sciences, leur faire découvrir les liens complexes entre sciences et société... Du côté de l'enseignant, le travail des élèves en autonomie lui permet de se placer en observateur et d'attribuer du temps à l'évaluation des différentes compétences travaillées. Il peut ainsi proposer une remédiation aux élèves à l'issue du projet afin qu'ils progressent. L'évaluation active des compétences permet ainsi une évaluation positive et formative. Je souhaite continuer ce type de projets dans les années futures en les étendant à un travail interdisciplinaire avec d'autres collègues et en accentuant l'ouverture sur l'extérieur (intervenants, production finale...). Ayant obtenu la certification complémentaire me permettant d'enseigner en DNL anglais, je souhaiterais intégrer une section européenne en lycée afin de conduire ces projets en y ajoutant un volet linguistique et culturel. Dans ce cadre, j'aimerais beaucoup mettre en place un programme d'échanges avec un établissement finlandais afin de faire découvrir aux élèves français leur système éducatif.

RÉFÉRENCES

- ALBE, Virginie. L'enseignement de controverses scientifiques. Quels enjeux sociaux, éducatifs et théoriques ? Quelles mises en forme scolaires ? *Education & Didactique*. 2009, Vol 3, n°1, p 45-76.
- ALPE, Yves et LEGARDEZ, Alain. Questions socialement vives, enjeux sociaux et didactiques : La création de l'éducation civique juridique et sociale. In Université de Sherbrooke (coord.). *13^e congrès international : La recherche en éducation au service du développement de sociétés*, juin 2000.
- ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). *Les perturbateurs endocriniens*, 9 novembre 2017 [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <https://www.anses.fr/fr/content/les-perturbateurs-endocriniens>
- BACH, Jean-François. Chimie et Santé : risques et bienfaits, In DINH-AUDOUIN, Minh-Thu *et al.* (coord.). *La chimie et la santé, au service de l'homme*. Les Ulis : EDP Sciences, 2010, p 13-22. L'actualité chimique livres.
- BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels, Direction générale de la prévention des risques, Ministère de la Transition écologique et solidaire). *Base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents)*. [consulté le 21 janvier 2018]. Disponible sur le Web : <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>
- BENZ, Philip. *Travailler en classe avec des cartes mentales*. Paris : Delagrave Edition, 2011. (Fiche 20 : Développer l'argumentation, p103).
- CARSON, Rachel. *Silent Spring* (En français : *Le printemps silencieux*). Boston : Houghton Mifflin, 1962.
- CAVET, Agnès. Lettre d'information de la Veille Scientifique et Technologique de l'Institut National de la Recherche Pédagogique, n°27, mai 2007 [consulté le 21 janvier 2018]. Disponible sur le Web : <http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA-Veille/27-mai-2007.pdf>
- DE SENGER, Chantal. Pesticides : le débat prend de l'ampleur. *Bilan* [en ligne], 16 janvier 2018 [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <http://www.bilan.ch/economie-plus-de-redaction/pesticides-debat-prend-de-lampleur>
- DE VECCHI, Gérard et CARMONA-MAGNALDI, Nicole. *Faire construire des savoirs*. Paris : Hachette éducation, 2008. Profession Enseignant.
- DION, Cyril et LAURENT, Mélanie. *Demain*. Film documentaire produit par Move Movie, France 2 cinéma, Mars films, Mely Production, 2015. Disponible sur le Web : <https://www.demain-lefilm.com/> (Partie : L'école de la confiance).

- DUVAL, Alexis. En Finlande, le bien-être de l'élève au cœur de la pédagogie. *Le Monde* [en ligne], 5 février 2014 [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <http://www.lemonde.fr/education/article/2014/02/05/en-finlande-le-bien-etre-de-l-eleve-au-coeur-de-la-pedagogie_4360344_1473685.html>
- ENLART, Sandra et CHARBONNIER, Olivier. *Quelles compétences pour demain ? Les capacités à développer dans un monde digital*. Paris : Dunod, 2014.
- FARGUES, Laurent. L'école finlandaise, un modèle d'éducation dont pourrait s'inspirer la France. *Challenges* [en ligne], 11 décembre 2016 [consulté le 21 janvier 2018]. Disponible sur le Web : <https://www.challenges.fr/monde/europe/l-ecole-finlandaise-un-modele-d-education-dont-pourrait-s-inspirer-la-france_442246>
- FNE Midi-Pyrénées (France Nature Environnement Midi-Pyrénées – Maison de l'Environnement). *Organiser un débat au lycée* [consulté le 10 mai 2018]. Disponible sur le Web : <<http://outil-dd.fne-midipyrenees.fr/sections/organiser-un-debat-au-lycee>>
- FOAN, Louise. *Biosurveillance des retombées atmosphériques à l'aide de bryophytes : suivi des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) à diverses échelles spatio-temporelles*. Thèse INP Toulouse, 2012. [consulté le 10 mai 2018]. Disponible sur le Web : <http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00002026/01/foan_partie_1_sur_2.pdf>
- GARRIC, Audrey et LE HIR, Pierre. Les pesticides tueurs d'abeilles interdits en 2018... avec des dérogations. *Le Monde* [en ligne], 22 juin 2016 [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <http://www.lemonde.fr/biodiversite/article/2016/06/22/les-deputes-se-prononcent-sur-l-epineux-dossier-des-pesticides-tueurs-d-abeilles_4956095_1652692.html>
- GARRIC, Audrey. Insectes : l'hécatombe invisible. *Le Monde* [en ligne], 28 octobre 2017 [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <http://www.lemonde.fr/planete/article/2017/10/28/insectes-l-hecatombe-invisible_5207102_3244.html?xtmc=neonicotinoide&xtcr=1>
- GROS, Vincent. Les produits phytopharmaceutiques, pour une alimentation de qualité pour tous. Minh-Thu *et al.* (coord.). *La chimie et l'alimentation, pour le bien-être de l'homme*. Les Ulis : EDP Sciences, 2010, p 30-34. L'actualité chimique livres.
- HUBERT, Michel. *Apprendre en projets – La pédagogie du projet-élèves*. Paris : Chronique Sociale, 2005. Pédagogie Formation.
- INSEE (Institut National de la Statistique et des Études Économiques). *Développement durable – Définition*. 13 octobre 2016 [consulté le 21 janvier 2018]. Disponible sur le Web : <<https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1644>>

LEGARDEZ, Alain. Enseigner des questions socialement vives. Quelques points de repères. In LEGARDEZ, Alain et SIMONNEAUX, Laurence (coord.). *L'école à l'épreuve de l'actualité*. Paris : ESF éditeur, 2006, p 19-31.

LEGIFRANCE. *Charte de l'Environnement de 2004* [en ligne]. Loi constitutionnelle n° 2005-205 du 1^{er} mars 2005, Journal Officiel n°0051 du 2 mars 2005 [consulté le 21 janvier 2018]. Disponible sur le Web : <https://www.legifrance.gouv.fr/Droit-francais/Constitution/Charte-de-l-environnement-de-2004>

LE MONDE. En France, quelles mesures contre les pesticides ? *Le Monde* [en ligne], 3 février 2016 [consulté le 10 Mai 2018], Disponible sur le Web : http://www.lemonde.fr/planete/article/2016/02/03/en-france-queelles-mesures-contre-les-pesticides_4858769_3244.html

LE MONDE. Sortie du glyphosate en trois ans : Nicolas Hulot évoque des « exceptions ». *Le Monde* [en ligne], 25 février 2018 [consulté le 10 Mai 2018], Disponible sur le Web : http://www.lemonde.fr/planete/article/2016/02/03/en-france-queelles-mesures-contre-les-pesticides_4858769_3244.html

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE. *La réglementation REACH*, 14 avril 2017 [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/reglementation-reach>>

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE. *Programmes d'enseignement de la classe de seconde* [en ligne]. Bulletin officiel spécial n°4 du 29 avril 2010, Arrêté du 8 avril 2010, Journal Officiel du 24 avril 2010 [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <<http://www.education.gouv.fr/cid51321/mene1007262a.html>>

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE. *Programmes d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), du cycle de consolidation (cycle 3) et du cycle des approfondissements (cycle 4)* [en ligne]. Bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015, Arrêté du 9 novembre 2015, Journal Officiel du 24 novembre 2015 [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=33400>

MOORE, Michael. *Where to invade next*. Film documentaire produit par Dog Eat Dog films, IMG Films, 2015. Disponible sur le Web : <<http://wheretoinvadenext.com/>> (Partie : L'éducation en Finlande)

NICOLINO, Fabrice. *Un empoisonnement universel. Comment les produits chimiques ont envahi la planète*. Paris : Les Liens qui Libèrent, 2014 (p109-126).

OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques). *PISA 2015, Résultats à la loupe*. Publié en 2016 [consulté le 21 janvier 2018]. Disponible sur le Web : <<http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-FR.pdf>>

PESTRE, Dominique. *Sciences, argent et politique. Un essai d'interprétation*. Paris : INRA éditions, 2003.

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). *Convention de Stockholm - liste des polluants organiques persistants interdits en 2018* [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

ROBERT, Paul. *L'éducation en Finlande : Les secrets d'une étonnante réussite*, 2008, [consulté le 21 janvier 2018], Disponible sur le Web : <http://www.meirieu.com/ECHANGES/robertfinlande.pdf>

ROBERT, Paul. *La Finlande : un modèle éducatif pour la France ? Les secrets de la réussite*. Paris : ESF éditeur, 2009. Pédagogies références.

THÉODULE, Marie-Laure. Entretien avec Yves Gindras. *La Recherche (Hors-série : Les grandes controverses scientifiques)*, N°24, Décembre 2017 – Janvier 2018 (p4-8).

ANNEXES

Annexe 1 : Sondage initial

Annexe 2 : Dossiers documentaires pour le travail en îlots

Annexe 3 : Exemples de cartes mentales réalisés en îlots

Annexe 4 : Exemples de travaux d'argumentation

Annexe 5 : Fiches « rôles » pour le débat

Annexe 6 : Documents remplis lors du débat

Annexe 7 : Questionnaire final

Annexe 8 : Evaluation des élèves et feedback

**Ces annexes ne sont disponibles que sur le site
de physique-chimie de l'ENSFEA :**

<http://physiquechimie-ea.ensfea.fr>

Thème : numérique

Faire de la physique avec ARDUINO - 5



Ce cinquième chapitre propose des activités pédagogiques à faire avec les élèves. Ces TP sont issus de travaux faits par des collègues enseignants lors du stage de formation continue qui s'est déroulé à l'ENSFEA en Septembre 2019.

Ces TP portent sur :

- L'étude de la loi de Mariotte en enseignement de spécialité (première)
- L'étude d'une thermistance en 2^{nde} GT
- La mesure de distances par écholocation (1ere STL)

TP arduino sur la loi de Mariotte

Jérôme Thurillat et Bénédicte Quentin

Cours : Description d'un fluide au repos (*SPE*)

La loi de Mariotte indique qu'à température constante et à quantité de matière constante, le produit de la pression P d'un gaz par le volume V qu'il occupe est constant.

Est-ce qu'un paquet de chips peut exploser au cours d'une randonnée en haute montagne ?

On propose de tester cette loi et de répondre à cette question...



1- Utilisation d'un capteur de pression et du logiciel Arduino

A- Montage expérimental

Brancher un capteur de pression sur la broche analogique A2 et alimenter la carte Arduino à l'aide du câble USB relié à l'ordinateur.

Régler le volume de la seringue à 60 mL.

Fixer la seringue au tuyau relié au capteur de pression.



B- Test du programme Arduino

Ouvrir le programme Arduino et le tester en faisant varier le volume et en relevant les différentes pressions.

```
// Capteur de pression MPXHZ6400AC6T1
// Déclaration des variables sur EDUCADUINO LAB
#define _NUMERO_BROCHE_ANALOGIQUE A2

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  float tension=analogRead(_NUMERO_BROCHE_ANALOGIQUE);
  //Conversion de la tension numérique en tension analogique
  float tension_lue=tension*5.0/1023;
  //Calcul de la pression à partir de "tension_lue" pour le capteur
  float pression = tension_lue *760.0 + 200.0 ;

  Serial.print("P = ");
  Serial.print(pression, 1);
  Serial.println(" hPa");
  delay(1000);
}
```

C- Etude et amélioration du programme Arduino

- 1- Donner l'unité de la pression donnée par le capteur
- 2- Proposer les modifications à apporter pour obtenir :
 - la pression en kPa,
 - un délai de 5 s entre chaque mesure,
 - la valeur de la pression avec le même nombre de décimales que le volume

2- Test de la loi de Mariotte

A- Résultats expérimentaux

P (.....)					
V (.....)					
$\frac{1}{V}$ (.....)					

B- Exploitation des résultats

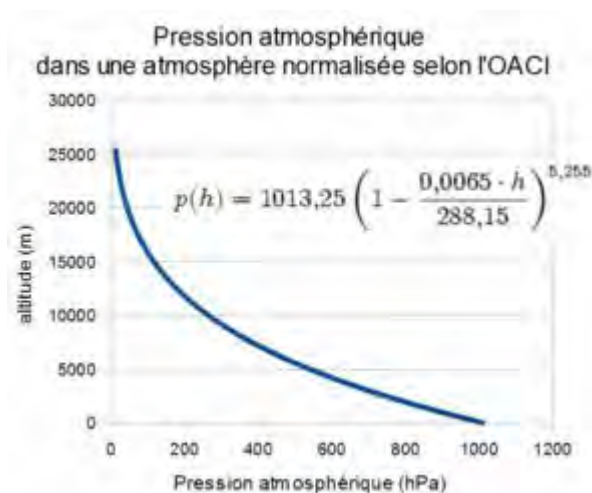
A partir du programme Python ci-dessous, permettant de tracer la caractéristique d'un conducteur ohmique de I en fonction de U, apporter les modifications permettant de tracer P en fonction de inverse $V = \frac{1}{V}$

```
import matplotlib.pyplot as plt
# U et I sont à compléter.
U=[valeur1, valeur2, ....]
I=[valeur1, valeur2, .... ]
#affichage graphique
plt.grid()
plt.title("Caractéristique tension-intensité d'une VDR")
plt.ylabel("U (en V)")
plt.xlabel("I (en A)")
plt.plot(I, U,'o',label='Points issus de la mesure')
plt.legend()
plt.show()
nombre_U = len(U)
nombre_I = len(I)
#Calcul de la constante
xmoyen = sum(I)/nombre_I
ymoyen = sum(U)/nombre_U
constante = ymoyen/xmoyen
print("I=",constante, "xU")
```

Tester la loi de Mariotte à l'aide du programme précédent.

3-Et le paquet de chips....

Sachant que le volume d'explosion du paquet de chips est de 250 mL, calculer la pression qui le fera éclater



Quelques remarques et éléments de réponse:

Cours : Description d'un fluide au repos (*SPE*)

La loi de Mariotte indique qu'à température constante et à quantité de matière constante, le produit de la pression P d'un gaz par le volume V qu'il occupe est constant.

Est-ce qu'un paquet de chips peut exploser au cours d'une ra montagne ?

On propose de tester cette loi et de répondre à cette question...



1- Utilisation d'un capteur de pression et du logiciel Arduino

A- Montage expérimental

Brancher un capteur de pression sur la broche analogique A2 et alimenter la carte Arduino à l'aide du câble USB relié à l'ordinateur.

Régler le volume de la seringue à 60 mL.

Fixer la seringue au tuyau relié au capteur de pression.



Attention :

-manipulation à réaliser avec un capteur de pression JEULIN et non un capteur de pression ARDUINO qui est un simple baromètre.

-bien brancher le capteur de pression JEULIN sur une broche analogique du microcontrôleur (de type A0, A1, A2.....)

-Le programme ARDUINO proposé ci-dessous n'est pas adapté pour l'utilisation d'un écran LCD (comme sur la photo ci-contre).

B- Test du programme Arduino

Ouvrir le programme Arduino et le tester

```
// Capteur de pression MPXHZ6400AC6T1
// Déclaration des variables sur EDUCADUINO LAB
#define _NUMERO_BROCHE_ANALOGIQUE A2

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  float tension=analogRead(_NUMERO_BROCHE_ANALOGIQUE);
  //Conversion de la tension numérique en tension analogique
  float tension_lue=tension*5.0/1023;
  //Calcul de la pression à partir de "tension_lue" pour le capteur
  float pression = tension_lue *760.0 + 200.0;

  Serial.print("P = ");
  Serial.print(pression, 1);
  Serial.println(" hPa");
  delay(1000);
}
```

C- Etude et amélioration du programme Arduino

- 1- Donner l'unité de la pression donnée par le capteur.
- 2- Proposer les modifications à apporter pour obtenir :
 - la pression en kPa,
 - un délai de 5 s entre chaque mesure,
 - la valeur de la pression avec le même nombre de décimales que le volume.

Modifications : cf ci-dessous

```
// Capteur de pression MPXHZ6400AC6T1
// Déclaration des variables sur EDUCADUINO LAB
#define _NUMERO_BROCHE_ANALOGIQUE A2

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  float tension=analogRead(_NUMERO_BROCHE_ANALOGIQUE);
  //Conversion de la tension numérique en tension analogique
  float tension_lue=tension*5.0/1023;
  //Calcul de la pression à partir de "tension_lue" pour le capteur
  float pression = tension_lue *76.0 + 20.0;

  Serial.print("P = ");
  Serial.print(pression, 0);
  Serial.println(" kPa");
  delay(5000);
}
```


2- Test de la loi de Mariotte

La loi de Mariotte indique qu'à température constante et à quantité de matière constante, le produit de la pression P d'un gaz par le volume V qu'il occupe est constant.

A- Résultats expérimentaux

P (kPa)	68	71	74	79	83
V (mL)	60	55	50	44	40
$\frac{1}{V}$ (mL ⁻¹)	1,7E-02	1,8E-02	2,0E-02	2,3E-02	2,5E-02

B- Exploitation des résultats

A partir du programme Python ci-dessous, permettant de tracer la caractéristique d'un conducteur ohmique de I en fonction de U , apporter les modifications permettant de tracer P en fonction de $\text{inverse}V = \frac{1}{V}$

```
import matplotlib.pyplot as plt
# U et I sont à compléter.
U=[ valeur1, valeur2, ....]
I=[valeur1, valeur2, .... ]
#affichage graphique
plt.grid()
plt.title("Caractéristique tension-intensité d'une VDR")
plt.ylabel('U (en V)')
plt.xlabel('I (en A)')
plt.plot(I, U,'o',label='Points issus de la mesure')
plt.legend()
plt.show()
nombre_U = len(U)
nombre_I = len(I)
#Calcul de la constante
xmoyen = sum(I)/nombre_I
ymoyen = sum(U)/nombre_U
constante = ymoyen/xmoyen
print("I=",constante, "xU")

import matplotlib.pyplot as plt
# inverseV et P sont à compléter.
inverseV=[0.017,0.018,0.020,0.023,0.025]
P=[68,71,74,79,83]
#affichage graphique
plt.grid()
plt.title("Tracé de la courbe P=f(1/V)")
plt.ylabel('P (en kPa)')
plt.xlabel('1/V (en mL^-1)')
plt.plot(inverseV, P,'o',label='Points issus de la mesure')
plt.legend()
plt.show()
nombre_inverseV = len(inverseV)
nombre_P = len(P)
```

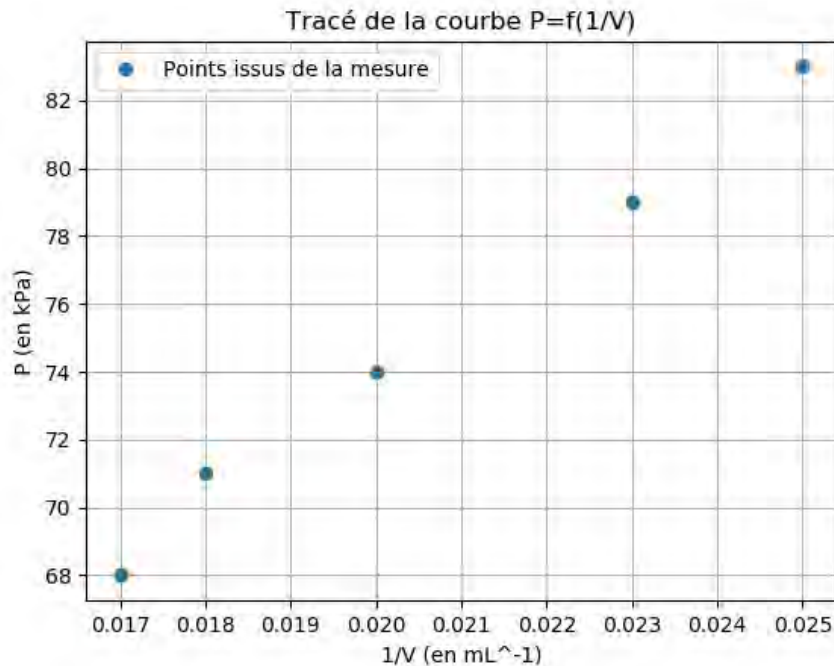
```

#Calcul de la constante
xmoyen = sum(inverseV)/nombre_inverseV
ymoyen = sum(P)/nombre_P
constante = ymoyen/xmoyen
print("P=",constante, "x 1/V")

```

Tester la loi de Mariotte à l'aide du programme précédent.

Résultats obtenus :



ATTENTION !

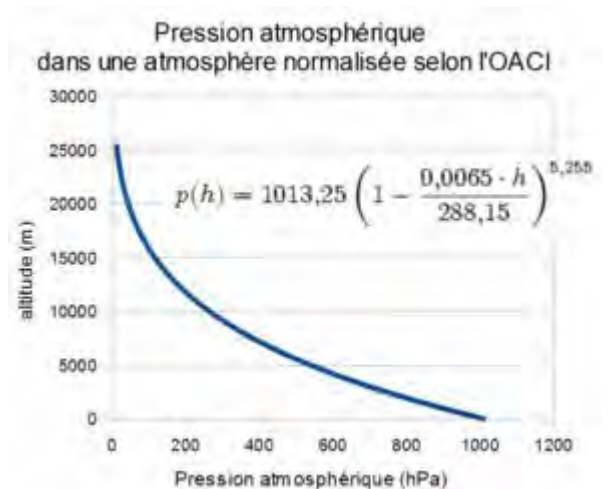
Il faut fermer la fenêtre du graphique pour obtenir l'équation ci-dessous dans EDUPYTHON.

$$P = 3640.776699029126 \times 1/V$$

3-Et le paquet de chips...

Sachant que le volume d'explosion du paquet de chips est de 250 mL, calculer la pression qui fera éclater le paquet de chips.

On obtient environ 15 kPa = 150 hPa.



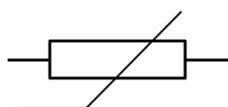
Etude d'un capteur de température

Richard Mariette

Documents

Document 1 : la thermistance

La thermistance est un élément qui permet de détecter la température. Elle se compose d'un matériau semi-conducteur qui permet de capter tous les changements de température, même si ces derniers restent relativement faibles, grâce à une variation de sa résistance électrique.



Document 2 : la carte arduino

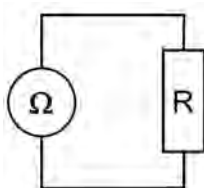
La carte Arduino Uno comporte un microcontrôleur, c'est-à-dire l'équivalent d'un petit microprocesseur. Cette carte peut recevoir des informations analogiques ou numériques sur ses entrées et renvoyer des informations numériques sur ses sorties.

Les entrées analogiques de la carte convertissent la valeur d'entrée (une tension entre 0 et 5V) en valeur numérique sur 10 bits, soient 1024 valeurs possibles allant de 0 à 1023.

Puisque l'on a 1024 valeurs possibles pour une plage de mesure de 5V, la résolution (plus petite variation de tension) de ce convertisseur est de : $\frac{5,0}{1024} = 0,0049 \text{ V}$

Document 3 : l'ohmmètre :

Un ohmmètre est un instrument qui permet de mesurer la [résistance électrique](#) d'un composant ou d'un circuit électrique. L'unité de mesure est l'[ohm](#), noté Ω .



Document 4 : matériel disponible

Un bécher

Une plaque de montage

Un ohmmètre

Glaçons

Eau chaude

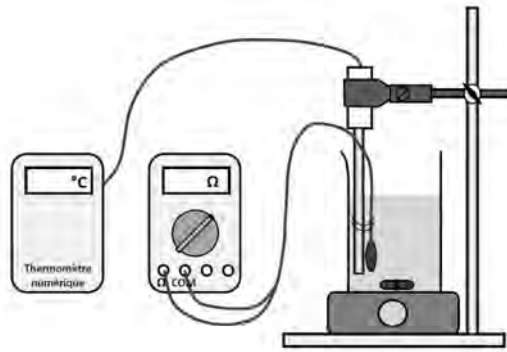
Une thermistance CTN 10 k Ω

Agitateur magnétique

TP 1 : étude de la thermistance

Vous allez devoir déterminer la courbe d'étalonnage reliant la résistance de la thermistance qui est à votre disposition en fonction de la température.

Dans un premier temps, proposer un montage, à l'aide du matériel mis à votre disposition, permettant de mesurer la valeur de la résistance de la thermistance pour des températures différentes (les températures seront comprises entre 1 et 80°C)



Effectuer le montage proposé puis réaliser une série de mesures (résistance ($k\Omega$), température ($^{\circ}C$)) puis tracer le graphique représentant **la résistance en fonction de la température**.

T ($^{\circ}C$)									
R ($k\Omega$)									

La résistance électrique de la thermistance est-elle fixe ou variable ? Que se produit-il lorsque la température augmente ?

TP : fabrication d'un thermomètre électronique

Vous avez pour objectif de concevoir un thermomètre électronique capable d'alerter quand la température de la pièce dépasse 25°C.

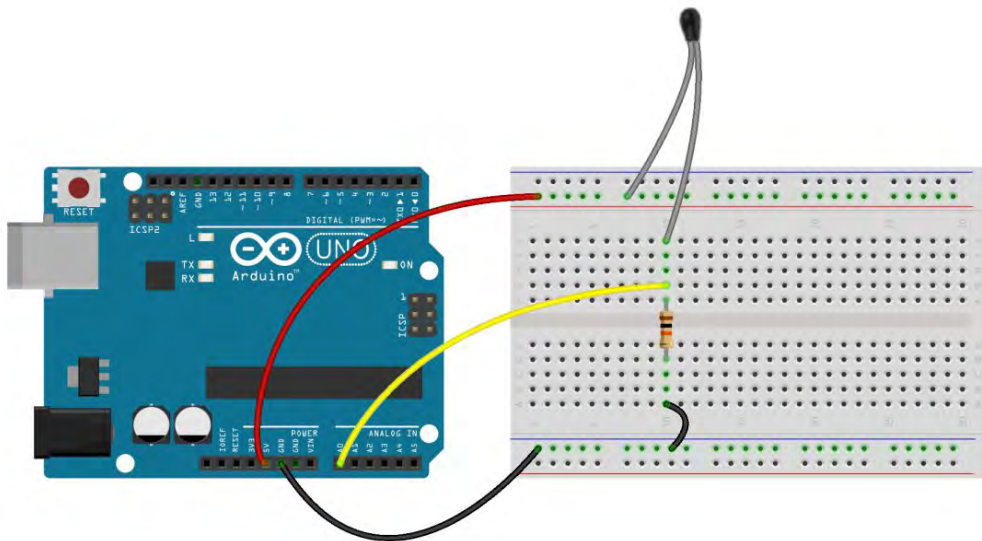
Pour cela, il s'agit de :

- Étalonner la thermistance
- Programmer le microcontrôleur pour le commander.

Etalonnage de la thermistance

1. Réaliser le montage et compléter le programme Arduino.

Schéma du montage



Programme Arduino

```
int ctnPin =0;
int valeur;
float tension;

void setup () {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(ctnPin,INPUT);
}
void loop(){
  valeur= analogRead (ctnPin);
  tension = valeur*(5.0/1024);

  Serial.println (tension);
  delay (1000);
}
```

- Effectuer dans un premier temps un étalonnage, il vous faudra donc mesurer la valeur de la tension aux bornes de la résistance pour des températures allant de 10 à 40°C.

T (°C)						
U _r (V)						

- Tracer le graphique $T = f(U_r)$ et déterminer l'équation de la droite.
- En vous aidant de l'équation obtenue précédemment, compléter le programme afin de déterminer la température en fonction de U_r (dans le programme la variable « tension » correspond à U_r).

Commande du microcontrôleur

- Ecrire un programme qui permette d'afficher la valeur de la température et de commander le microcontrôleur afin d'allumer une diode si la température dépasse 25°C.

Correction

```

int ctnPin =A0;
int valeur;
int LED_ROUGE=4;
int LED_VERTE=5;
float tension;
float temperature;

void setup () {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(ctnPin,INPUT);
  pinMode(LED_ROUGE,OUTPUT);
  pinMode(LED_VERTE,OUTPUT);
}
void loop(){
  valeur= analogRead (ctnPin);
  tension = valeur*(5.0/1024);
  temperature = tension*20.694-27.428;
  if (temperature >25) {
    digitalWrite (LED_ROUGE,0);
    digitalWrite (LED_VERTE,1);
  }
  else
  {digitalWrite (LED_ROUGE,1);
  digitalWrite (LED_VERTE,0);}

  Serial.println (temperature);
  delay (1000);
}

```

Mesure de distance par écho ultrason

Jean-François Barbier

Ressource :

<https://www.memorandum.ovh/tuto-arduino-utiliser-un-module-ultrason-hc-sr04/>

Capacité expérimentale exigible en 1re STL :

- Déterminer expérimentalement des distances à partir de la mesure d'un temps de vol d'une onde sonore ou ultrasonore.

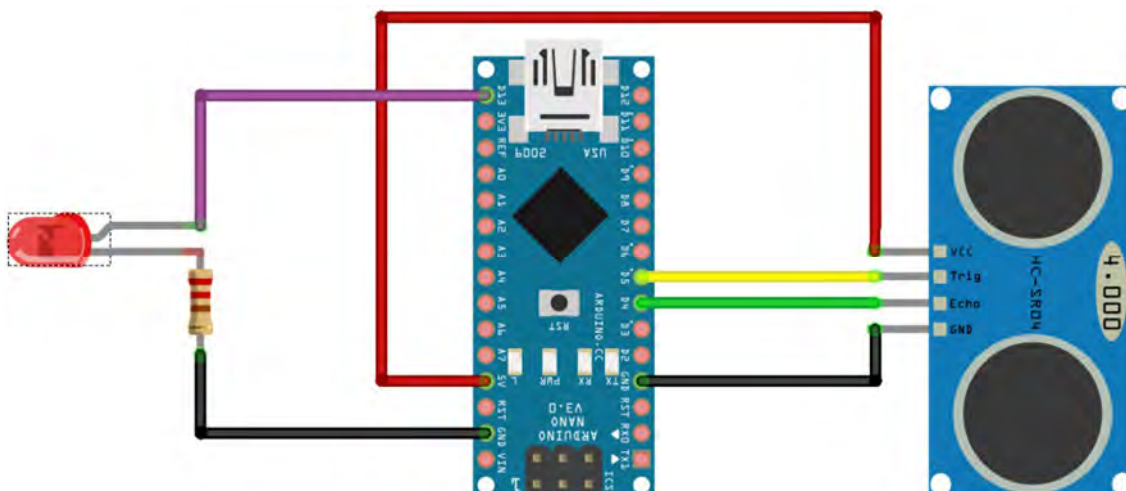
1) Matériel

- Carte Arduino
- Module de détection ultrason HC-SR04
- LED
- Résistance
- Connectique
- Plaque de montage
- Ordinateur équipé du programme Arduino

2) Montage

- Câblage module HC-SR04 :
 - 5V sur VCC
 - GND sur gnd
 - D5 sur TRIG
 - D4 sur ECHO
- Câblage de la LED :
 - Sur broche D13 : Résistance en série avec la LED
 - La longue branche de la LED du côté D13. La branche courte de la LED du côté GND ; c'est la masse du circuit.

Schéma :



3) Mise en œuvre

3.1 - S'approprier

1. Réaliser le montage décrit dans le lien ci-dessus.
2. Ouvrir avec le programme Arduino le fichier Distance_ultrason, le téléverser sur la carte Arduino.
3. Identifier dans le code Arduino la ligne de code permettant le calcul de la distance.
4. Modifier le programme pour que la LED s'allume à une distance inférieure à 50 cm.
5. Schématiser l'écho de l'ultrason. Expliquer comment la distance est mesurée.
6. Calculer la distance correspondant à un temps de parcours de l'ultrason de 5 ms

3.2 - Réaliser

1. A l'aide d'un ruban gradué, placer un obstacle à une distance d choisie entre 0,1 m et 2m
2. Mesurer à l'aide du banc ultrason la distance entre le dispositif et l'obstacle. Répéter dix fois la mesure.
3. Pour la série de valeurs de mesurées :
 - a. Représenter un histogramme,
 - b. Calculer :
 - la valeur moyenne,
 - l'incertitude de type A
 - c. Écrire la valeur mesurée, avec son incertitude

3.3 - Valider

Comparer la distance mesurée à l'aide du dispositif ultrason à celle mesurée avec un ruban gradué.

3.4 - Raisonner - communiquer

Proposer une démarche permettant d'évaluer les indications extrêmes de ce dispositif de mesure.

Programme Arduino à téléverser :

```
int trigPin = 5; //Trig sur broche 5
int echoPin = 4; //Echo sur broche 4
int avertisseur = 13; //Led sur broche 13
float mindist = 1.2; //On indique la distance en dessous de laquelle nous souhaitons voir la led
s'allumer
float duree;
float distance;

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT); //On défini Trig comme une sortie
  pinMode(echoPin, INPUT); //On défini Echo comme une entrée
  pinMode(avertisseur, OUTPUT); //On défini la led comme une sortie
}

void loop() {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10); //Trig envois pendant 10ms
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  // On calcul le temps pour l'aller retour du signal
  duree = pulseIn(echoPin, HIGH); // la fonction pulseIn retourne une durée en microsecondes
  distance = (duree/1000000)*340/2;

  if (distance < mindist) { // On allume la led si on est moins loin que "mindist", mindist étant
  défini en début de programme
    digitalWrite(avertisseur,HIGH);
  }
  else { //sinon on éteind la led
    digitalWrite(avertisseur,LOW);
  }
  //Pour le moniteur série
  Serial.print(distance);
  Serial.print(" mètres ");
  Serial.print(duree);
  Serial.println(" microsecondes");
  delay(2000);
}
```

Grille d'évaluation par compétences

Question	Compétence	Capacité	Attendu	Barème	
3.1	1	Réaliser	Réaliser un montage sur carte Arduino	choix des broches sur carte Validité du circuit sur la plaque de montage	1
	2	Réaliser	Copier et téléverser un programme sur un carte	Fichier copié localement Connexion correcte du module Arduino	1
	3	S'approprier	Reconnaître un calcul dans un programme	$distance = (durée / 1000000) * 340 / 2$ $m = s * (m/s)$	1
	4	S'approprier	Modifier une valeur	$mindist = 0,5$	1
	5	S'approprier	Schématiser une expérience	schéma de l'aller retour, distance 2d indiquée	1
			Expliquer le principe d'une mesure	$distance = 2 * longueur\ parcouru$ Réflexion de l'ultrason sur l'obstacle	1
	6	Réaliser	Calculer une distance, à l'aide du modèle identifié	$d = 0,85\ m$	2
3.2	1	Réaliser	Mettre en œuvre un protocole expérimental	0 du ruban au niveau du module émetteur-récepteur distance choisie respectée Obstacle plan perpendiculaire à la direction de propagation de l'ultrason	1
		Réaliser	Mettre en œuvre un protocole expérimental	valeurs mesurées notées	1
	3	Valider	représenter l'histogramme associé à une série de mesures.	Echelle et axes légendés ; 10 batons	1
		Valider	Procéder à une évaluation de type A d'une incertitude type	$u = \sigma / racine(N)$	2
		Valider	Exprimer un résultat de mesure avec le nombre de chiffres significatifs adaptés et l'incertitude-type associée.	valeur moyenne $\pm u$	1
3.3		Valider	Discuter de la validité d'un résultat en comparant la différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence d'une part et l'incertitude-type d'autre part.	valeur de référence dans l'intervalle de mesure	1
3.4		Raisonnement ; Communiquer	Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés	Démarche cohérente et intelligible	2
		Communiquer	Rédiger un document structuré	Titre numérotation des questions respectée	1
					18



Directrice de publication : Christine Ducamp et Nicolas Hervé (ENSFEA)

bulletin numérique : Gilles Espinasse (site ENSFEA) "<http://physiquechimie-ea.ensfea.fr>" ?

Siège social : LEGTA de Saint Germain en Laye - Route des Princesses - 78100 Saint-Germain en Laye
CPP58924 n° siret : 39405390400014