

Où va l'eau avec laquelle on arrose une plante?

Compte rendu d'expérience:
Atelier-projet partenaires scientifiques pour la classe

Doctorant: Philip SCALES

Enseignante: Maëlle JOVENIAUX, EEPU Gustave Rivet, Domène.

Tutrice: Nathalie VUILLOD

Niveau: CM1/CM2

7 séances du 17 mars au 5 mai

Introduction

Cette séquence d'intervention sur la démarche d'investigation scientifique à été conçue avant tout pour que les élèves de CM1/CM2 de l'école Gustave Rivet à Domène puissent découvrir, comprendre, et mettre en œuvre la même démarche de recherche qu'un chercheur. En concertation avec l'enseignante Maëlle JOVENIAUX, nous avons choisi un sujet de recherche qui était déjà partiellement connu, mais qui méritait un rappel et un approfondissement : le parcours de l'eau dans une plante, depuis l'arrosage jusqu'à l'évaporation.

Notre intention était que les élèves puissent prendre le temps de réfléchir par eux-mêmes, et être force de proposition à chaque étape de la démarche. Pour ce faire, nous avons préféré restreindre le nombre d'expérimentations réalisées pour passer plus de temps sur chaque étape, et que les élèves aient le temps de se tromper, réaliser leur erreur, et raffiner leur approche avec les retours de leurs camarades et du doctorant et de l'enseignante.

La thématique de l'atelier ne correspond pas à mon domaine de recherche en robotique, mais la thématique des plantes nous a permis de trouver beaucoup plus de ressources pour établir des expériences et construire la séquence. Nous voulions tout de même en profiter pour présenter le domaine de l'informatique et de la robotique aux élèves, ainsi la dernière séance était consacrée à une introduction à la programmation et à la robotique.

Séance 1: Introduction, problème, et hypothèses

Trois points ont été abordés lors de la première séance. D'abord, nous avons présenté l'atelier, ainsi que le métier de chercheur avec une petite [vidéo](#) et une discussion avec les élèves. Ensuite, nous avons présenté toutes les étapes de la démarche d'investigation scientifique au travers d'un exemple illustré dans la figure ci-dessous.

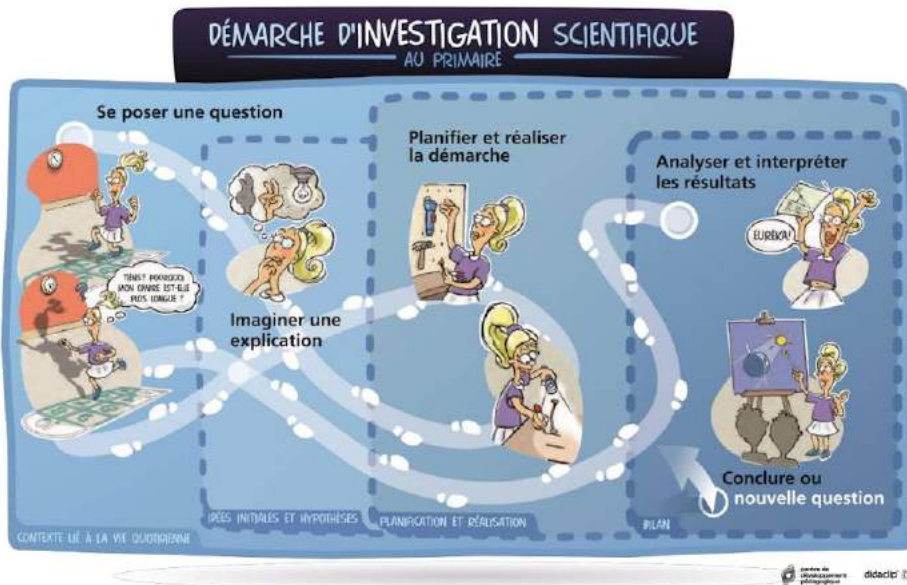


Illustration 1: Exemple de démarche d'investigation

Une fois que les étapes avaient été expliquées, nous avons introduit la problématique de la séquence en demandant aux élèves quels étaient les besoins des plantes. Bien sûr ils ont pu nous parler du besoin de lumière, de nutriments, et d'eau, et c'est alors que nous leur avons demandé : mais où va cette eau ? Quel parcours fait-elle une fois que l'on arrose une plante ? Ainsi, le problème était posé.

Ensuite, nous avons donné quelques critères que doivent vérifier une hypothèse : c'est une réponse possible au problème que l'on a posé, elle doit être claire et simple, et il faut pouvoir la vérifier par une expérience. Les élèves se sont ensuite répartis par groupes de quatre pour établir leurs hypothèses, qu'ils ont ensuite présentées à la classe (voir illustration 2). Les élèves se sont servis des retours obtenus pour raffiner leur hypothèse et sa formulation (voir illustration 3). Chaque groupe a ensuite choisi une hypothèse sur laquelle ils souhaitaient travailler pour la prochaine séance.

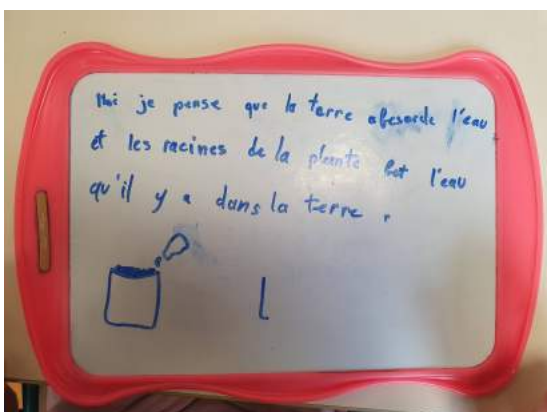


Illustration 2: Hypothèse proposée

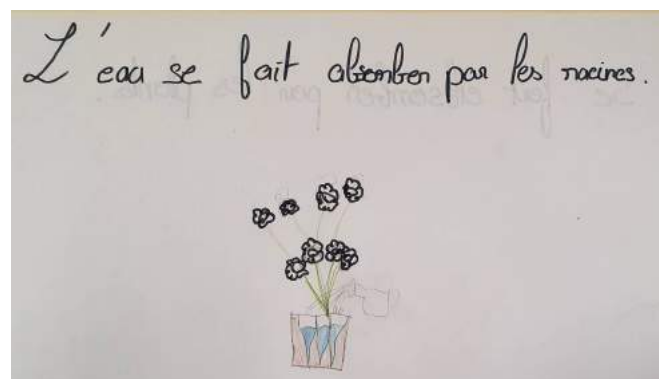


Illustration 3: Hypothèse raffinée après retours

Les hypothèses retenues font référence aux différentes étapes du parcours de l'eau:

- l'eau est absorbée par la terre
- l'eau est absorbée par les racines

- l'eau monte vers les feuilles
- l'eau s'évapore dans l'air depuis les feuilles

Enfin, pour préparer la prochaine séance sur les expérimentations, nous avons lancé une discussion sur les façons de mettre en évidence l'eau et ses déplacements. Les élèves ont proposé des façons d'observer l'eau (colorant, mesurer le niveau d'eau...). Nous savions qu'un des déplacements qu'ils devraient comprendre et contrôler serait l'évaporation de l'eau, ainsi nous les avons amenés à se demander si de l'eau laissée dans un récipient à l'air libre s'évapore, et si c'est toujours le cas avec un récipient fermé. Nous avons monté une mini-expérimentation avec de l'eau dans des boîtes de pétri fermées et ouvertes, dans la classe et au frigo pour constater l'évolution lors de la prochaine séance.

Séance 2: protocole expérimental, première expérience

En début de séance, nous avons constaté les résultats du test de l'évaporation de l'eau. Cette mini-expérimentation a d'abord permis de mettre tous les élèves d'accord que l'eau s'évapore bien dans un récipient ouvert, et pas dans un récipient fermé. Elle a également servi de deuxième exemple de démarche scientifique.

Nous avons re-expliqué la notion de protocole expérimental, stipulant qu'il doit inclure la liste du matériel, les étapes, les mesures et observations à effectuer. Pour compléter la préparation de l'expérimentation, les élèves devaient également formuler la conséquence vérifiable de leur expérience. Les élèves ont à nouveau travaillé en groupe pour établir un protocole qui décrit une expérience capable d'apporter une réponse à leur hypothèse (voir illustration 5). Une des difficultés dans l'encadrement de cette séance était de maintenir le lien avec les étapes de la démarche scientifique. En effet, les élèves avaient envie de commencer à mettre en place leur protocole tout de suite, et les débats au sein des groupes pouvaient rapidement partir sur des questions secondaires comme les besoins généraux d'une plante, ou les autres hypothèses évoquées lors de la première séance. Nous avons donc veillé à leur rappeler le lien entre les différentes étapes, pour qu'ils se focalisent sur leur hypothèse, et leur expérience.



Illustration 5: Mise en place d'un protocole

A nouveau, les propositions initiales des protocoles ont mené à une version raffinée, mise sous forme de schéma (voir illustration 4).

Une fois les élèves dotés d'un protocole expérimental, nous leur avons présenté le matériel que nous avons préparé à l'avance. Puisque les protocoles étaient rédigés par les élèves et non fixés à l'avance par les enseignants, nous ne pouvions pas garantir d'avoir exactement les matériaux que les élèves avaient suggéré, mais pour des expérimentations simples de ce type nous avons pu prévoir assez large, surtout puisque nous savions déjà à la fin de la première séance quelles hypothèses seraient explorées. Les élèves ont pioché ce qu'ils voulaient parmi le matériel et les plantes mises à disposition. Nous avons choisi des plantes qui se prêteraient plus ou moins bien à l'étude de chaque hypothèse (poireau pour tester l'hypothèse que l'eau est absorbée par les racines, celeri branche pour constater son arrivée dans les feuilles, menthe pour observer l'évaporation depuis les feuilles). Ainsi, les élèves pouvaient choisir d'utiliser une des ces plantes pour une autre hypothèse, mais nous leur avons posé des questions pour qu'ils se rendent compte de quelle plante serait plus appropriée pour leur hypothèse.

Deux hypothèses ont été choisies par les groupe : l'eau est absorbée par les racines, et l'eau s'évapore dans l'air depuis les feuilles. Pour la première hypothèse, les élèves ont trempé les racines d'un poireau dans des verres d'eau afin de voir si l'on mesure une différence de niveau au bout de quelques jours, avec un verre ayant une couche d'huile par dessus l'eau pour empêcher son évaporation. Un autre groupe travaillant sur la même hypothèse n'avait pas ajouté une couche d'huile, ce qui rend l'interprétation des résultats difficile : évaporation ou absorption ? Nous les avons laissés faire leur première expérience avec ce protocole afin qu'ils puissent s'en rendre compte par eux-mêmes, et refaire une autre expérience améliorée.

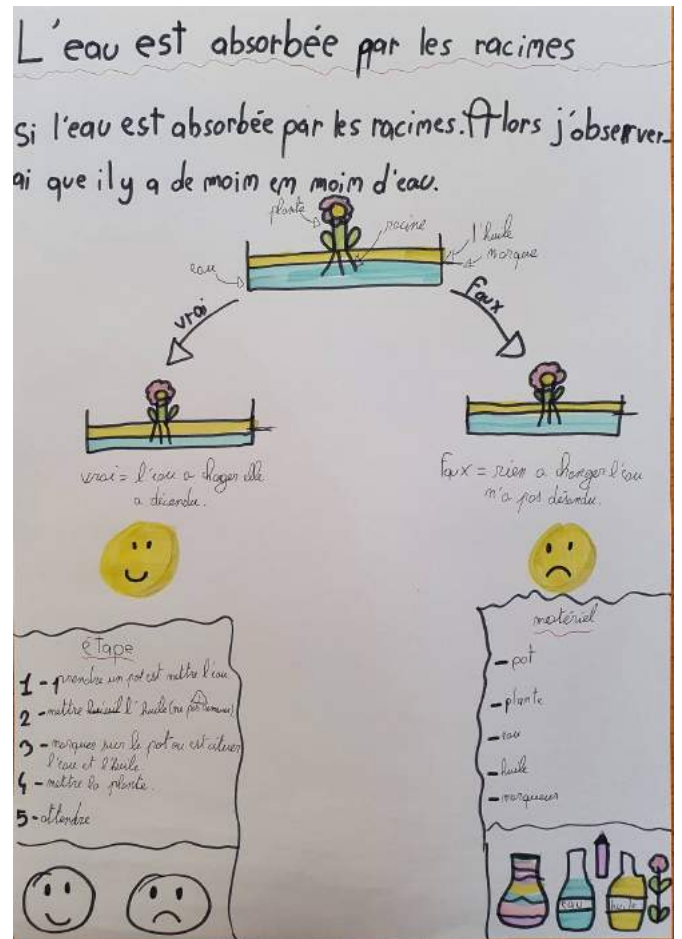


Illustration 4: Mise au propre d'un protocole

Livre - Belle-Sauv-Artiste

L'eau est absorbée par les racines.

Si l'eau est absorbée par les racines, alors les racines changent de couleur.

Protocole:

Que les racines doivent être dans l'eau

Matériel

- Verre
- plante
- colorant rouge aff
- l'eau
- épingles pour fixer la plante

Étapes

1. prendre le verre
2. mettre de l'eau
3. mettre le colorant rouge
4. mélanger
5. après la plante dans le verre
6. et mettre de quoi fixer la plante

Regardez la plante tout les 2 jours

L'eau est absorbée par les racines

Si l'eau se fait absorbée par les racines alors la quantité d'eau baissera.

étapes

1. Prendre un verre transparent
2. Passer de l'eau et du colorant bleu
3. Passer la plante
4. Fixer la plante pour la faire tenir droite
5. Verser l'huile pour pas que l'eau s'évapore
6. Regarder tous les 2 jours

MATÉRIEL:

- Plante
- de l'eau
- un verre transparent
- un épinglier
- de l'huile
- scotch
- colorant bleu foncé

hypothèse retenue =

L'eau s'évapore dans l'air depuis les feuilles.

Si l'eau s'évapore dans l'air depuis les feuilles, alors nous observons de la buée sur la paroi du bocal.

PROTOCOLE:

Matériel

- plante
- eau
- huile
- bocal
- de quoi tenir la plante

étapes:

- 1) prendre un récipient
- 2) mettre de l'eau
- 3) mettre la plante
- 4) rajouter l'huile sur l'eau
- 5) mettre le bocal sur la plante
- 6) fixer des tranches dans le bocal

L'eau s'évapore dans l'air depuis les feuilles.

Si l'eau dans l'air depuis les feuilles, alors on pourra observer de la buée sur la paroi du bocal.

Matériel

- eau
- huile
- pot
- bocal
- plante
- ficelle
- épingles
- bocal

étapes

- 1) prendre un bocal
- 2) mettre l'eau dans un pot
- 3) mettre la plante sur le pot
- 4) mettre la plante dans le bocal
- 5) attacher la plante au pot
- 6) mettre le bocal sur la plante
- 7) regarder tous les deux jours

Pour l'hypothèse de l'évaporation de l'eau depuis les feuilles, quelques tiges de menthe étaient placées dans de l'eau, sous un bocal afin de vérifier si de la buée se formait sur la paroi interne du

bocal. Une couche d'huile permettait d'empêcher l'évaporation de l'eau du récipient, pour éliminer la possibilité que la buée résulte simplement de l'évaporation directe de l'eau.

Séance 3: conclusion de la première expérience, et préparation d'une seconde expérience

Entre la deuxième et troisième séance, certains groupes d'élèves ont fait des relevés de mesures, notamment pour les expériences qui se basaient sur une mesure du niveau d'eau dans un récipient. Au début de la troisième séance, tous les groupes ont effectué leurs dernières mesures et observations. Nous avons fait un point sur la différence entre les résultats, l'interprétation, et la conclusion par rapport à l'hypothèse de départ. Ensuite les élèves ont travaillé en groupe pour formuler par écrit ces différentes étapes afin de déterminer si leur expérimentation confirmait leur hypothèse.

Chaque groupe a présenté son expérience, comme une petite présentation de travail scientifique. Les enseignants et les autres groupes ont pu poser quelques questions, et proposer des protocoles expérimentaux différents si il y avait eu un souci dans le leur. Les groupes qui avaient un « bon » protocole qui leur avait permis de confirmer ou infirmer leur hypothèse ont conçu une deuxième expérimentation sur une autre hypothèse. Les groupes n'ayant pas pu conclure à l'issue de leur première expérimentation ont modifié leur protocole suite aux retours lors de la mise en commun, et mis en place une nouvelle expérience portant sur la même hypothèse.

Un groupe travaillant sur l'hypothèse que l'air s'évapore depuis les feuilles avait proposé un protocole où une tige de menthe était placée sous un bocal, en espérant observer de la buée sur la paroi si l'eau s'évaporait bien. Cependant, ils avaient décidé de laisser un espace en bas du bocal afin que la plante ait un apport d'oxygène. Cette version du protocole a eu pour résultat qu'il n'y ait pas de buée. Lors de la mise en commun, une suggestion a été faite en disant que l'apport d'air pourrait empêcher la formation de buée, même s'il y a de l'évaporation d'eau. Ainsi, dans leur deuxième protocole la plante était enfermée hermétiquement dans un bocal, et ils ont effectivement constaté de la buée, confirmant leur hypothèse.



Illustration 7: Premier protocole avec entrée d'air, et aucune buée



Illustration 6: Deuxième protocole sans entrée d'air, et avec buée

Ci-dessous, les dispositifs des autres groupes :



Séance 4: seconde expérience

La seconde expérience a permis aux élèves de consolider leur compréhension de la démarche d'investigation scientifique. Comme lors de la première expérience, les élèves ont proposé par eux-mêmes les modifications de leurs protocoles. Tout au long de la séquence, les enseignants essayaient de poser des questions pour les amener sur des aspects importants qu'ils auraient oublié de considérer, en évitant de leur donner directement la marche à suivre.

Lors de la mise en place de ces deuxièmes expériences, les élèves étaient plus rapides à mettre en œuvre leur protocole, ayant mieux compris les étapes de la démarche.

Séance 5 & 6: trace écrite

Le début de la cinquième séance était consacré à la finalisation de la seconde expérience, avec les analyses de résultats. Le reste de la cinquième ainsi que la sixième séance étaient dédiées à la rédaction d'une trace écrite pour que chaque élève ait un exemple complet de démarche scientifique au propre dans leur cahier. La construction participative de cette trace écrite avec l'enseignante a permis de constater le niveau de maîtrise que les élèves avaient de la démarche.

La sixième séance a conclu la partie sur la thématique des plantes, et sur la démarche d'investigation scientifique.

Séance 7 : programmation et robotique

J'ai voulu donner un aperçu du domaine de la robotique et de l'informatique pour que les élèves soient un peu plus conscients de ce qu'il y a derrière ces technologies, de comment elles fonctionnent. Cela s'intègre aussi assez bien dans le programme scolaire qui veut que l'on aborde les objets techniques et leur création.

J'ai développé une courte séance d'une demi-heure avec pour but de donner une définition basique de ce qu'est un robot, ainsi que comment on le programme. Après avoir demandé aux élèves ce qu'était un robot pour eux, nous avons parlé de quelques domaines d'application de la robotique. Ensuite, j'ai décrit les trois composants essentiels d'un robot : les actionneurs, les capteurs, et l'ordinateur, qui permet de relier les informations provenant des capteurs au comportement souhaité du robot selon comment on le programme.

Qu'est-ce qu'un robot?



Après ces explications générales, nous avons pu tester un vrai robot avec quelques programmes simples en langage Scratch. Le but était de leur faire comprendre que ce que le robot fait se résume simplement à ce qu'on a programmé, ni plus, ni moins. Par exemple, un premier programme indiquait au robot d'avancer pendant trois secondes, puis s'arrêter. En demandant aux élèves ce qu'ils pensaient que le robot allait faire lorsqu'on exécute ce programme en mettant une main devant le robot, certains ont dit qu'il s'arrêterait puisqu'il avait un capteur de proximité. En testant

le programme, ils ont pu constater que non, puisque nous n'avions pas programmé la lecture des données du capteur, ni conditionné le fait d'avancer sur le fait que la voie soit libre.

Cette courte séance aura permis aux élèves d'être exposés à une utilisation concrète et tangible de la programmation qu'ils avaient déjà abordé très rapidement avec des exercices plus abstraits et classiques.

Conclusion

Lors des six séances sur la démarche scientifique sur la thématique du parcours de l'eau dans une plante, les élèves ont pu découvrir cette démarche et la mettre en œuvre en groupe, de manière assez autonome. Les élèves ont proposé leurs hypothèses, protocoles, et interprétations des résultats en mettant en place deux expériences consécutives.

Au travers des mises en commun à chaque étape de la démarche, les élèves ont pu consolider leurs connaissances sur la thématique des besoins et du fonctionnement des plantes.

D'autre part, ils ont pu découvrir le domaine de la robotique en observant et en interagissant avec un robot réel lors de la dernière séance.

Bilan du doctorant

La participation dans cet atelier a été une expérience très intéressante pour moi, surtout puisqu'elle amène à expliquer des concepts à un public complètement différent des étudiants auxquels j'ai pu donner des cours à la fac. Les réunions de préparation avec Maëlle m'ont permis d'adapter mes propositions d'organisation des séances aux capacités et modes d'apprentissages des élèves. C'était également intéressant de discuter avec Maëlle et d'en apprendre un peu plus sur le métier de professeur des écoles, et les difficultés auxquelles elle est confrontée dans son travail.

Les élèves étaient enthousiastes, notamment lorsqu'il s'agissait de faire les expériences pratiques. Même s'ils ont eu du mal au début, je pense qu'ils ont pu comprendre comment structurer leur raisonnement et leur démarche afin de pouvoir tirer des conclusions valides de leurs expériences.

Bilan de l'enseignante

Lors de cette année scolaire, Philip est intervenu dans la classe au rythme de 1 séance par semaine sur les périodes 3 et 4 (7 séances en tout). Nous avons choisi de travailler sur une thématique déjà connue des élèves en cycle 3 (la croissance de plantes) afin que les élèves puissent s'appuyer sur leurs connaissances acquises en cycle 2 pour se concentrer sur la démarche scientifique. De plus, le domaine de recherche de Philip, la robotique, se prêtait difficilement à la démarche d'investigation en primaire. Le fait que je bénéficie de jours de décharge pour la direction a facilité la mise en place de visioconférences régulières pour se projeter d'une semaine sur l'autre. La mise en place d'une

trace de la démarche scientifique à la première séance a permis aux élèves de se situer au sein de cette démarche au fil des séances. Le recueil des données a été confronté aux réalités de la classe avec le temps qu'il est possible d'y accorder en dehors des séances, les outils à disposition dans la classe, la coupure des week-ends et les versions « artisanales » des expériences proposées par les élèves. Cet artisanat et manque de précision dans la construction du protocole permet d'aborder avec les élèves une thématique importante : comment isoler un critère dans son expérience ?

Les élèves ont appris de la présence de Philip. Ils connaissent dorénavant tous la démarche scientifique et peuvent s'y situer/la mettre en oeuvre sur d'autres thématiques abordées en classe. La manipulation est toujours source d'intérêt.