

Apprentissage des raisonnements scientifiques en SVT

L'exemple de nutrition des végétaux en 2nd au Liban

Marie-Josée Boueri
Yann Lhoste

Résumé

Dans le présent travail, nous cherchons à déterminer dans quelles mesures l'introduction de certaines activités langagières : écrire, réécrire parler et débattre, dans une situation d'enseignement impliquant des manipulations expérimentales au sujet de « la production de la matière », pourrait favoriser le développement du raisonnement scientifique des élèves de la classe de 2nd. Pour cela, nous nous appuyons d'abord sur les réponses des élèves élaborer durant l'évaluation diagnostique afin de repérer les types de raisonnements quotidiens qui ont été conduit pour arriver à produire une telle réponse. À l'aide du resultat obtenu nous allons pouvoir ajuster le dispositif experimental, formé principalement par des activités langagières, qui va nous permettre d'assurer une transformation du raisonnement quotidien au raisonnement scientifique.

Concept quotidien, Concept scientifique, Raisonnement spontané, raisonnement scientifique, activités langagières, évaluation diagnostique.

Learning scientific reasoning in Life and Earth Science

Example of Nutrition of plants in Secondary Class, in Lebanon

Abstract

The present work aims to determine to what extent the introduction of certain language activities (writing, rewriting and speaking), in a teaching situation involving experimental manipulations about the "production of matter", could favor the development of the scientific reasoning of the secondary class's students. To do this, we are first relying on the students responses developed during the diagnostic assessment in order to identify the types of daily reasoning that were conducted to produce. Based on the results obtained, we will be able to adjust the experimental device, mainly formed by language activities, allowing us to ensure a transformation from the spontaneous to the scientific reasoning.

Spontaneous concept, Scientific concept, Scientific reasoning, Spontaneous reasoning Science debate

Cette contribution s'inscrit dans le cadre d'une recherche doctorale qui s'intéresse à mieux comprendre comment les élèves construisent/développent les modes de raisonnement spécifiques des sciences dans des situations formelles d'apprentissage. Selon Charles Pierce (1958), le raisonnement est un processus qui mobilise des connaissances antérieures permettant de rechercher de raisons, de croyances, de conclusions, d'actions ou de sentiments qui va nous aider à aller du connu vers l'inconnu.

I- Cadre théorique et méthodologique

Pour étudier le développement du raisonnement scientifique, nous inscrivons notre recherche dans le cadre de la théorie historico-culturelle du développement de la personnalité qui a été fondée, vers le XX^{ème} siècle, par le psychologue russe, Lev Vygotski. Dans sa théorie, L. Vygotski a envisagé deux lignes développementales étroitement intriquées : une ligne maturationnelle, héritée de son organisation biologique et une ligne culturelle puisque l'enfant se construit en s'appropriant les œuvres, les savoirs en dépôt dans la culture et des outils culturels. Parmi ces derniers, on nomme le langage qui est considéré par L. Vygotski, plus particulièrement l'écrit, comme un instrument essentiel pour la construction des savoirs, qui non seulement expose l'enfant à des mots mais aussi il participe au développement de la pensée. (Jaubert & Rebière, 2000). Il précise que le développement cognitif va du social vers l'individuel c'est-à-dire que les connaissances acquises sont en lien avec le milieu social, elles proviennent à la fois de ce que l'on pense, de ce qu'on sait, et des interactions avec autrui. La question centrale de cette théorie était centrée sur le développement de la pensée par concept où Vygotski travaille la distinction entre **concepts scientifiques et concepts quotidiens**, et comment ils se développent (Brossard 2008)

Pour L. Vygotski, les concepts scientifiques introduits/construits dans les situations formelles d'apprentissage tout au long du parcours de l'élève dans les classes du collège, naissent en collaboration entre le professeur et l'élève et relèvent d'un travail conscient et volontaire de la pensée, vont permettre de conduire des raisonnements scientifiques tels que la capacité de déduction, de faire une synthèse logique... Ce type de concept n'est pas mobilisable immédiatement suite à son introduction, mais se développe de façon « souterraine ». Par contre, les concepts quotidiens naissent et se développent au cours de l'expérience quotidienne de l'enfant. Leurs modes de formation et de fonctionnement demeurent non-conscients et conduisent à des raisonnements quotidiens. L'enfant devient capable de construire certaines opérations de pensée sans être conscient de cette construction (Vygotsky, 1998)

En SVT, il faut que les élèves s'approprient, en plus de l'énoncé des savoirs, les modes de raisonnements qui leur ont donné naissance. Cela implique de les amener à développer des modes de raisonnements spécifiques aux SVT qui vont contribuer à la construction d'une culture scientifique. Parmi la diversité des raisonnements scientifiques nous en retenons quatre principaux types inspirés de différentes postures épistémologiques rencontrées dans l'histoire des sciences : le raisonnement inductif, déductif, abductif et analogique.

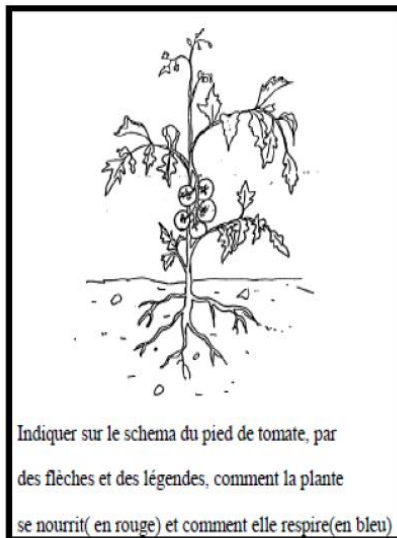
Notre présentation forme une enquête de faisabilité qui vise à caractériser les raisonnements spontanés des élèves de la classe de seconde au Liban, à partir de l'analyse d'évaluation diagnostique relative à la production de matière organique chez des végétaux. Nous postulons alors dans notre recherche un lien étroit entre raisonnement quotidien et concept quotidien entre raisonnement scientifique et concept scientifique. Le principal but de ce travail est de pouvoir ajuster le dispositif expérimental, qui privilégie les situations impliquant des activités langagières, qui sera mis en œuvre tout au long de la séquence expérimentale.

I- Dispositif des recueils de données et outils d'analyse pour caractériser les raisonnements spontanés des élèves de 2nd

Dans notre travail nous avons choisi une séquence du programme en SVT relatif à la production de la matière organique pour étudier la construction du raisonnement scientifique avec deux classes de 2nd dont chacune est composée de 30 élèves. Cette séquence expérimentale valorise différentes activités langagières des élèves (débat en classe, dispositif de réécriture...), puisque nous considérons que ce qui importe en classe ce sont les processus permettant la construction conjointe des savoirs scientifiques et des pratiques de ces savoirs, si l'on veut que les élèves soient en mesure de construire des raisonnements scientifiques.

Dans cette présentation, on s'intéresse à la séance 1 qui porte sur l'évaluation diagnostique. Cette évaluation renferme un document nécessitant une analyse de données agronomiques fournies par l'INRA (Document 1) : Il s'agit de résultats de cultures hors-sol de tomates montrant une augmentation de taille et de rendement, ainsi qu'une meilleure précocité des fruits, lorsqu'on élève la teneur de l'air des serres en CO₂.

Chaque élève individuellement doit compléter le schéma suivant et rédiger un texte expliquant comment et à partir de quels éléments du milieu extérieur, le plan de tomate produit-ils sa propre matière organique qui explique l'augmentation de la masse de matière végétale.



Document 2. L'INRA et la culture de tomates

L'INRA cherche à obtenir les plus grosses tomates, le plus vite possible, pour les mettre sur le marché avant tout le monde. Pour cela, on peut régler la quantité de dioxyde de carbone présente dans la serre (les autres facteurs: température, lumière, eau, sels minéraux ne changent pas). On suspend en Janvier, dans une serre "hors sol", des plantules de tomates dont les racines plongent dans un liquide nutritif (eau et sels minéraux à volonté). La quantité de dioxyde de carbone dans l'air de cette serre est régulée par ordinateur de 3 façons possibles ce qui a conduit à trois résultats différents.

Teneur en CO ₂	Résultat
0,03% de CO ₂ , teneur habituelle de l'air atmosphérique	une augmentation de la quantité de matière sèche de tomate.
une valeur supérieure à 0,03 % de CO ₂ ,	Un rendement plus élevé que celle d'un plant de tomate à une teneur de CO ₂ atmosphérique (0,03%)
une valeur inférieure à 0,03% de CO ₂ .	la croissance des plantes sera presque nulle.

(Contrainte : L'explication proposée doit prendre en compte les informations apportées par le document INRA).

Pour résoudre la tâche de façon experte, les élèves doivent mobiliser et combiner plusieurs formes de raisonnements. Premièrement, un raisonnement inductif pour l'obliger à exploiter les résultats de l'INRA et s'attarder particulièrement sur la concentration en CO₂ afin d'en inférer une loi générale: plus il y a du CO₂ dans l'atmosphère, plus les végétaux produiront de la matière organique. Deuxièmement, un raisonnement déductif : comme les tomates sont des végétaux, et que tous les végétaux produisent leur propre matière organique à partir du CO₂ (et de l'eau) donc les tomates produisent la matière organique en présence du CO₂. Troisièmement, un raisonnement abductif en élaborant une hypothèse montrant que la masse de matière sèche de tomate dépend de la concentration en CO₂ dans le milieu.

Les soixante réponses des élèves seront analysées dans le but d'identifier les types de raisonnements quotidiens qu'ils mobilisent. Il s'agit donc d'une analyse qualitative des productions des élèves normée par des référents épistémologiques.

Nous allons utiliser une grille d'analyse pour caractériser les raisonnements spontanés des élèves constituée des éléments suivants :

- *Quels éléments les élèves convoquent-ils dans leur raisonnement ?*
- *Quels obstacles peuvent-ils être identifiés au regard du réseau d'obstacles mis à jour par B. Peterfalvi (2001)*

À partir de ces deux indicateurs, nous en inférerons le mode de raisonnement spontané des élèves en lien avec les principaux types de raisonnement épistémologiquement documentés¹²

II- Résultats

Le recueil des données est en cours de construction au moment où nous rédigeons ce texte et nous ne sommes pas encore en mesure de livrer les premiers résultats. Nous nous contentons donc de montrer comment nous envisageons d'analyser les productions élèves. Dans le tableau 1, nous faisons fonctionner notre méthode d'analyse sur des productions d'élèves d'une classe de 2nd au Liban, dans un autre établissement, qui ont déjà commencé ce thème. La question posée était la suivante : « *De quoi un végétal a-t-il besoin pour grandir, pour pousser ? Expliquer ce que deviennent à l'intérieur du végétal les éléments que vous faites intervenir* ».

Pour analyser correctement les réponses des élèves, nous avons repéré au départ comment ils articulent les éléments avec « grandir » et « pousser » pour ensuite détecter les obstacles possibles présents dans leur réponse, et enfin caractériser leur raisonnement spontané.

¹ Orange C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie*. Paris : PUF.

² PETERFALVI B. (2006). Problématisation et travail sur les obstacles en sciences. In M. Fabre & E. Vellas (dir.). *Situations de formation et problématisation*. Bruxelles : De Boeck, p. 91-106

Tableau 1 : Caractérisation des raisonnements spontanés des élèves à partir de l'analyse de leurs productions (deux exemples)

<i>Production élève</i>	<i>Comment les élèves articulent « les éléments avec « grandir » « pousser »</i>	<i>Obstacle possible</i>	<i>Caractérisation raisonnement spontané de l'élève</i>
« l'eau et les sels minéraux sert à faire pousser la plante et le phénomène qui a lieu dans la plante est la photosynthèse, c'est la lumière qui arrive sur la plante et qui la fait verdier et produire de la chlorophylle »	L'élève sait que la plante a besoin des éléments minéraux pour se développer.(explication de type Ea selon C.Orange) ³ Il sait qu'il y a un phénomène qui se déroule dans la plante qui s'appelle photosynthèse et qu'un facteur extérieur, la lumière, intervient lors de ce phénomène.	Absence de disponibilité de l'idée que le gaz est comme une nourriture ou matière La photosynthèse est un processus confondu avec la production de la chlorophylle : Absence du principe de production de la matière organique	<i>Raisonnement analogique</i>
« La plante a besoin du dioxygène, de l'eau et des sels minéraux. A l'intérieur du végétal se déroule la photosynthèse c'est la production de chlorophylle et l'absorption d' O ₂ et le rejet de CO ₂ »	L'élève rapproche la plante à l'être vivant qui a besoin du dioxygène et de l'eau. Il cherche un processus physiologique qu'il connait et cherche à le relier à la production de matière organique sans mettre en évidence l'importance de la lumière	La production de la chlorophylle est confondue avec le processus de la photosynthèse. La photosynthèse est considérée comme un phénomène de respiration.	<i>Raisonnement Analogique</i>

III- Conclusion

Pour conclure, au regard des résultats attendus, suite à l'évaluation diagnostique, nous allons pouvoir caractériser les raisonnements spontanés des élèves et en fonction de cela, nous allons modifier le dispositif expérimental présent dans le tableau 2) (Annexe 1), formé principalement d'activité langagière, que nous avons déjà construis. A la fin de la séquence expérimentale nous allons pouvoir vérifier notre principale hypothèse qui cherche à démontrer si le développement de ces formes spécifiques de raisonnement sont intrinsèquement liées à des pratiques langagières qui accompagnent/ permettent le développement du raisonnement scientifique en SVT.

³ Explication de type Ea selon Christian Orange : La croissance ou le fonctionnement de l'organisme est sous la dépendance de facteurs ou de substances (substances nutritives, lumière...) qui restent, dans l'explication sans autre indication (rien n'est dit sur ce qu'ils deviennent).

BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI J.-P., PETERFALVI B. (1997). "Stratégies de travail des obstacles : dispositifs et ressorts". *Aster* 25 : Enseignants et élèves face aux obstacles. pp.193-216.
- Brossard M. (2004). *Vygotski, lectures et perspectives de recherches en éducation*. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du septentrion.
- Brossard, M. (2008). Concepts quotidiens/ concepts scientifiques : Réflexions sur une hypothèse de travail. *Carrefours De L'éducation*, 26(2), 67.
- Chalmers, A. F. (1987). *Qu'est-ce que la science ? Popper, kuhn, lakatos, feyerabend*. Paris: La Découverte.
- Jaubert M. et Rebière M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, n° 31, p. 173-195.
- Lhoste, Y. (2005). Argumentation sur les possibles et construction du problème dans le débat scientifique en classe de 3ème sur le thème de la nutrition. *Aster*, 40 (p. 225).
- Orange, C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation: Le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, 37(37, p. 243).
- Peirce, C. S. (1958). *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, Volumes 1-6, eds.C.
- Popper, K. (1991). *La connaissance objective*. Paris: Aubier. Peterfalvi B. (2001). *Obstacles et situations didactiques en sciences : processus intellectuels et confrontations : l'exemple des transformations de la matière*. Thèse de doctorat en sciences de l'Éducation non publiée, université de Rouen, Rouen.
- Schneeberger P. (2008). Travail langagier et construction de savoirs en sciences. *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation*, n° 20, p. 91-106
- Vygotski L.S. (1937/1998). *Pensée et langage*. Paris : Éd. La dispute.

Annexe 1

Séances	Objectifs opérationnels	Organisation de la classe	Productions langagières	Forme des écrits produits
1	Inférer les conceptions des élèves et leurs modèles spontanés concernant la croissance de la plante	Individuelle	Ecrits Individuels- Productions explicatives	Texte
		En groupe	Etape 1 : Echange Oraux, débat entre les groupes pour repérer les processus biologiques en jeu qui permettent d'expliquer la croissance des plantes vertes Etape 2 : Ecrits de groupe- Productions explicatives	Affiche renfermant un schéma légendé et texte
2, 3 et 4	Questionner les différentes explications produites par les élèves afin de leur permettre de s'engager dans un processus de construction de problème.	Collective	Echange Oraux- débat 1 collectif (arguments oraux) sur les affiches des groupes	
		Individuelle	Productions individuelles écrites (P1) qui clôture la phase de débat scientifique et concerne la production d'arguments qui vont permettre de produire le bilan de la photosynthèse.	Texte
5	Manipuler et expérimenter : Mettre à l'épreuve les hypothèses	En groupe	Productions en groupe écrites (P1)	Trace écrite
6 et 7	Séance de structuration	Collective puis individuelle	Echanges oraux collectifs : Projection du travail de quelques élèves afin de l'argumenter et structurer le texte bilan.(débat 2 sur les expériences) Production individuelle écrite (P2) sur les expériences de Priestly	Texte bilan répondant à la problématique formulée.
8	Vérifier les effets de tous ces dispositifs pédagogiques sur la transformation du raisonnement de l'élève en SVT	Individuelle	Evaluation Sommative Mobilisation des concepts de la photosynthèse.	Texte argumentatif

Tableau 2 : Synopsis du déroulement de la séquence et les activités langagières mises en oeuvre