



# **Des caricatures pour faciliter l'argumentation d'un débat de classe. La nutrition des plantes en terminale scientifique**

Francis Rouquet

## **► To cite this version:**

Francis Rouquet. Des caricatures pour faciliter l'argumentation d'un débat de classe. La nutrition des plantes en terminale scientifique. RDST - Recherches en didactique des sciences et des technologies , 2022, 25, pp.129-154. <10.4000/rdst.4210>. <hal-04675017>

**HAL Id: hal-04675017**

**<https://hal.science/hal-04675017v1>**

Submitted on 22 Aug 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License



**RDST**

Recherches en didactique des sciences et des technologies

**25 | 2022**  
**Varia**

---

## Des caricatures pour faciliter l'argumentation d'un débat de classe. La nutrition des plantes en terminale scientifique

*Caricatures to facilitate the argumentation during a class debate. Plant nutrition in scientific Terminals*

**Francis Rouquet**

---



### Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/rdst/4210>

DOI : 10.4000/rdst.4210

ISSN : 2271-5649

### Éditeur

ENS Éditions

### Édition imprimée

Date de publication : 7 juillet 2022

Pagination : 129-154

ISSN : 2110-6460

Ce document vous est fourni par Nantes Université



### Référence électronique

Francis Rouquet, « Des caricatures pour faciliter l'argumentation d'un débat de classe. La nutrition des plantes en terminale scientifique », *RDST* [En ligne], 25 | 2022, mis en ligne le 07 juin 2022, consulté le 22 août 2024. URL : <http://journals.openedition.org/rdst/4210> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rdst.4210>

---



Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-NC-ND 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

# Des caricatures pour faciliter l'argumentation d'un débat de classe.

## La nutrition des plantes en terminale scientifique

FRANCIS ROUQUET  
Université de Nantes, CREN

**RÉSUMÉ :** La nutrition des plantes est un objet d'enseignement qui traverse les programmes de sciences de l'école maternelle à la fin du secondaire. Ici, la recherche concerne plus particulièrement les conditions d'apprentissage et les obstacles rencontrés par des élèves de terminale scientifique en sciences de la vie et de la Terre. À la lumière du cadre théorique de la problématisation, nous cherchons à comprendre les conditions d'accès aux savoirs. L'étude concerne plus particulièrement la deuxième séance d'une séquence forcée, intitulée « la vie fixée des plantes », où, avant un débat scientifique de classe, des caricatures sont proposées aux élèves. Celles-ci correspondent à des solutions possibles ou impossibles de la nutrition des plantes et nous faisons l'hypothèse que le travail d'argumentation qu'elles induisent permet, en amont, de favoriser la problématisation lors du débat. Une structure argumentative d'un épisode du débat puis la construction de deux espaces de contraintes, où nous repérons les nécessités dans la construction du problème, conduisent notre analyse. La résultante est une schématisation des registres de l'activité scientifique qui montre le développement de l'apprentissage.

**MOTS CLÉS :** plante, nutrition, caricature, débat, problème

**ABSTRACT:** Plant nutrition is a scholar object that goes through science programs from nursery school to the end of secondary school. Here, the research concerns particularly learning conditions and obstacles encountered by students of scientific terminology in "Sciences de la vie et de la Terre" (more or less equivalent to Biology and Geology). In the light of the theoretical framework of problematization, we seek to understand the conditions of access to knowledge. This study concerns more particularly the second session of a forced sequence, entitled "the fixed life in the plants", where, before a class scientific debate, caricatures are proposed to the students. These correspond to possible or impossible solutions of plant nutrition and we hypothesize that the argumentation work they induce allows, upstream, to promote problematization during the debate. Then by the construction of a two spaces of constraints, where we locate the necessities in the construction of the problem. The resultant is a schematization of the registers of scientific activity showing the development of learning.

**KEYWORDS:** plant, nutrition, caricature, debate, problem

## Introduction

Dès la maternelle (3-5 ans), les élèves rencontrent les plantes qui participent à la caractérisation du vivant/non vivant (MEN, 2020). Par la suite, du cycle 2 au cycle 4 puis au lycée, les fonctions de nutrition et de reproduction achèvent de construire le savoir scolaire autour des plantes pour poursuivre le travail de conceptualisation (MEN, 2011, p. 8-9 et 12). Si le référentiel empirique s'enrichit par l'école, Cañal de León (1992, p. 7) précise qu'il existe « chez les enfants, une construction spontanée des connaissances relatives à la réalité socio-naturelle avant toute instruction scolaire » : contexte familial ou expériences directes et indirectes avec la nature. Mais le concept de plante est plus difficile d'accès qu'il n'y paraît (Bosdeveix, 2016), ce que nous préciserons plus loin. Cet apprentissage fait face à des obstacles épistémologiques (Bachelard, 1938/2011) que de nombreuses recherches en didactique (Rumelhard, 1985 ; Peterfalvi, Rumelhard & Vérin, 1987 ; Campestrini, 1992 ; Orange, 1997 ; Lhoste & Peterfalvi, 2009) ont déjà étudié et qui se traduisent par des difficultés d'apprentissage chez les élèves.

Notre questionnement relatif aux conditions d'apprentissage, et aux difficultés rencontrées par les élèves, rejoint le cœur des préoccupations des recherches didactiques d'Astolfi (1997/1999) face aux savoirs scolaires. Ici, nous cherchons à comprendre ce qui se joue lors d'une séquence forcée consacrée à la nutrition des plantes (Orange, 2010). Cette séquence correspond à un ensemble de situations forcées d'enseignement, c'est-à-dire un dispositif didactique où sont définis, *a priori*, des objectifs d'apprentissages et de recherche. Selon nous, et en comparaison des situations ordinaires d'enseignement, l'originalité réside surtout dans le fait que les séances prennent en compte les caractéristiques de la classe qui avance pas à pas dans la construction des connaissances : « cette séquence n'a [donc] pas vocation à être reproduite, mais uniquement à produire des phénomènes [recherche] et des apprentissages [enseignement] » (*ibid.*, p. 77). Ainsi, chaque séance s'appuie fortement sur la séance précédente tout en respectant un double objectif cognitif et de recherche. En regard des programmes officiels (MEN, 2011, p. 8-9), la séquence de cinq séances est intitulée : « la vie fixée chez les plantes : la nutrition » (annexe 1). La première séance questionne les besoins des plantes pour leur nutrition, elle a permis de récupérer les productions initiales des élèves : des textes accompagnés de schémas (travail individuel puis par groupes de quatre élèves). L'analyse des productions de groupes est alors utilisée pour construire la deuxième séance et notre article se limitera à cette dernière. Grâce à cette analyse, nous réalisons des caricatures qui sont mobilisées pour favoriser la problématisation des élèves, c'est la thèse que nous défendons ici. D'abord, les élèves répondent individuellement par écrit aux propositions des caricatures (annexe 2) puis un débat scientifique de classe est proposé pour discuter des argumentations qui pourraient émerger.

Après avoir développé notre cadre théorique, nous préciserons l'objet de la recherche consacré à la nutrition des plantes. Le cadre méthodologique vient ensuite éclairer l'analyse des résultats. Celle-ci comprend une structure argumentative d'un épisode du débat et deux espaces de contraintes pour rendre compte de la problématisation des élèves lors de ce débat. La résultante des analyses proposées est une schématisation des registres de l'activité scientifique des apprenants où nous cherchons à repérer si les caricatures favorisent l'apprentissage par problématisation. Nous visons donc une forme d'apodicticité des savoirs scientifiques scolaires en jeu, c'est-à-dire la construction de savoirs raisonnés.

## 1. Le cadre théorique

Selon Bachelard (1938/2011, p. 13-14) une nouvelle connaissance se construit « contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation ». Cela oblige à un voyage (Serres, 1980), en quelque sorte, qui conduit à chercher des explications contre « une facilité intellectuelle » (Astolfi & Peterfalvi, 1997). Paradoxalement, malgré les obstacles rencontrés lors d'un apprentissage « le sujet qui fonctionne mentalement avec lui y “baigne” plutôt avec confort sinon avec délice » (*ibid.*, p. 194). C'est pourquoi, en définitive, les obstacles épistémologiques rencontrés par les élèves sont à considérer comme un point d'appui pour tout projet didactique scolaire. Dans la perspective d'analyser les productions écrites et orales des apprenants, trois axes fondent le cadre théorique :

- la construction des savoirs scolaires (Paun, 2006 ; Astolfi, 2008/2014) ;
- la problématisation comme outil et cadre théorique (Fabre, 2017 ; Orange, 2012) ;
- les caricatures et la place du débat dans l'argumentation (Fabre & Musquer, 2009 ; Orange, 2010, 2012).

### 1.1. La construction des savoirs scolaires

Les programmes scolaires français des sciences de la vie de la Terre (SVT) sont réalisés dans une perspective de cohérence verticale qui s'appuie sur les prérequis du premier degré<sup>1</sup> pour construire les connaissances du second degré. Dans le cadre de l'étude du vivant, les végétaux ont une place de choix. D'un point de vue scientifique et pédagogique, nous choisissons le terme de plante<sup>2</sup> dans la mesure où il concerne les végétaux terrestres, les Embryophytes, source principale d'exemples à l'école. Qui plus est, ce sont surtout les Angiospermes qui représentent les exemples paradigmatiques des végétaux dans les programmes scolaires.

Mais lorsque nous évoquons les apprentissages scolaires, il convient de préciser que le terme savoir souligne une ambiguïté conceptuelle (Vincent & Carnus, 2015), tout comme savoir scientifique et savoir scolaire. En effet, ces auteurs considèrent que les points de vue divergent selon que l'on considère « le savoir dans sa généralité ou le fait de savoir ou encore, d'apprendre, ou bien des savoirs particuliers » (*ibid.*, p. 10-11). Dès 1978, Brousseau distingue quant à lui savoir et connaissance<sup>3</sup>. Le savoir constitué étant « le point de départ du projet social d'enseignement » (Margolinas, 2014, p. 14) alors que la connaissance serait « la solution optimale et découvrable au problème posé » (Brousseau, 1986, p. 36 cité par Margolinas, *ibid.*). Mais c'est par le biais de la transposition didactique que le savoir prend une autre dimension. Dans ce prolongement Paun (2006) souligne que le savoir scolaire provient d'un savoir scientifique qui est modifié pour devenir un objet d'enseignement du

1 Dans le système scolaire français, le premier degré correspond aux écoles maternelles (cycle 1) et élémentaires (cycles 2 et 3) alors que le second degré correspond aux collèges (cycles 3 et 4) et lycées généraux, technologiques et professionnels.

2 Le mot plante provient de *Planta* en latin, traduit selon les directives des compagnons de la Pléiade (Delaveau, 2003). Il est fréquemment utilisé au quotidien : jardins des plantes, plante verte, plante grasse, plante médicinale, etc.

3 En effet, pour Brousseau (1986, p. 36) cité par Margolinas (2014, p. 14), une distinction essentielle est que « le vrai fonctionnement de la science, [est] impossible à communiquer et à décrire fidèlement de l'extérieur ».

domaine scolaire. Il est alors nécessaire de distinguer le savoir scientifique savant, produit légitimé de l'activité culturelle et scientifique, du savoir scientifique scolaire, forme institutionnelle résumée dans les textes officiels. Paun, toujours, attribue à cette transposition didactique le qualificatif « d'externe » par opposition à une transposition didactique « interne » qui relève de la relation enseignant-élève. Or, dans son acception bachelardienne (Bachelard, 1938/2011), du savoir aux apprentissages scolaires, il y a des obstacles qui sont « des structures et des modes de pensée résistants » (Astolfi & Peterfalvi, 1997, p. 193). Gageant qu'une transformation intellectuelle n'est possible que par un investissement personnel et volontaire (Serres, 1991 ; Charlot, 1997 ; Astolfi, 2008/2014), nous attachons une importance particulière au processus d'enquête défini par Dewey (1938/1967) pour poser le problème de la connaissance à conquérir. Ainsi, apprendre ne se résume pas à la formulation d'une question ni à la recherche de solutions modèles (Orange, 2005).

D'un point de vue didactique, puisque nous cherchons à accéder aux connaissances des élèves, des données pertinentes sont recherchées. Des productions écrites et/ou orales nous permettent d'envisager de les approcher sans toutefois pouvoir les dévoiler complètement. En revanche, selon Orange (2005, p. 73) « ces connaissances ne sont pas, la plupart du temps, ce qui donne directement la solution : elles permettent de mener l'enquête, de sélectionner des indices, qui deviendront des données ». Celles-ci pourront émerger lors d'un débat de classe qui porte sur un problème scientifique où « les élèves s'y engagent avec leurs idées qu'ils défendent (seuls ou en groupe) » (Orange, 2012, p. 49). Nous conjecturons que ce débat à visée explicative distingue « l'oral premier (conversation) de l'oral second (exposé, conférence, discours...). Seul le second dispose d'un équivalent de l'écrit » (Astolfi, 2008/2014, p. 196) or ce dernier est plus réflexif. Aussi, puisque notre investigation consiste à suivre l'engagement des élèves dans la problématisation et à comprendre la dynamique du débat, cela revient à en analyser son contenu « par une analyse du discours qui prend en compte le travail argumentatif de la classe » (*ibid.*, p. 50). Nous visons donc à identifier les savoirs apodictiques en construction chez les élèves, ce que nous développons dans le point suivant.

## 1.2. La problématisation comme outil et cadre théorique

Si nous mobilisons la problématisation comme outil et cadre théorique, c'est qu'elle permet d'accéder à un savoir scientifique construit, raisonné et donne également à comprendre ce qui se joue lors des processus d'apprentissage en classe. Ainsi, Bachelard nous invite à poser les bases d'un esprit scientifique (1938/2011, p. 14) dans une célèbre maxime : « s'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit ». Ce que confirme Popper dans sa quête à définir les sciences (1963/1985, p. 329) : « la science ne commence que s'il y a problème ». Mais du côté des apprentissages scolaires, lorsque poser un problème n'est qu'une étape dans la construction du savoir, l'apprentissage par problématisation cherche plutôt à induire un processus dans la construction et la résolution du problème. Ainsi, il s'agit plus d'engager les élèves dans une situation qui leur permet de travailler le problème plus que de chercher une solution. Par conséquent, accéder au savoir scientifique nécessite un voyage plus aventureux (Serres, 1980). Il s'agit de penser la relation entre le problème et la solution notamment par un processus d'enquête, enquête qui fait référence à Dewey (1938/1967). La place du problème

dans les situations d'enseignement-apprentissage est donc abordée de façon singulière. Ainsi, pour conforter cette approche, il convient de pointer que «c'est l'activité de recherche scientifique qui constitue le paradigme de l'apprentissage [par problématisation]» (Fabre, 1993, p. 78). L'objectif n'est donc pas centré uniquement sur la résolution du problème, au sens épistémologique du terme, mais plutôt sur une construction du problème et de sa position ainsi que sa résolution.

La problématisation est donc, selon cette orientation, une perspective qui «vise principalement la construction d'explications et c'est dans la relation qu'ils entretiennent avec les problèmes qui les ont fondés que les savoirs scientifiques prennent tous leurs sens» (Lhoste, Peterfalvi & Orange, 2007, p. 3). Autrement dit, l'approche par problématisation s'annonce comme une diversité, «le pari [...] consiste à reconnaître cette diversité tout en la renvoyant à deux sources de l'épistémologie du problème, le pragmatisme de Dewey et le rationalisme de Bachelard» (Fabre, 2005, p. 54). Mais quand Bachelard (1949/1970) cherche à poser les «bons problèmes», nous suivons davantage le processus dynamique qu'ils provoquent à la manière de l'enquête de Dewey. En d'autres termes, pour l'analyse de nos données, nous considérons le problème comme l'examen d'une question, l'assertorique à des constats empiriques (les faits qui sont ce qu'ils sont), l'apodictique à des nécessités identifiées ou construites<sup>4</sup>.

### 1.3. Les caricatures et la place du débat dans l'argumentation

Pour initier le débat scientifique de classe, nous faisons appel à un procédé original d'un point de vue didactique et pédagogique : les caricatures (Chalak, 2012 ; Orange & Orange Ravachol, 2018 ; Rouquet, 2019). Celles-ci sont construites à partir des productions de groupe qui servent de base lors des débats scientifiques de classe. Aussi, elles «reprennent les caractéristiques fonctionnelles<sup>5</sup> de certaines productions de groupe en les homogénéisant du point de vue de la forme et en les dépersonnalisant (les caricatures ne sont pas attribuées à tel ou tel groupe)» (Orange, 2012, p. 102). Nous les mobilisons dans notre recherche en faisant l'hypothèse qu'elles sont inductrices de la problématisation (Fabre & Musquer, 2009).

Le débat participe, selon notre thèse, au processus d'enquête pour construire la connaissance vers une forme d'apodicticité, c'est-à-dire lorsqu'elle présente un certain caractère de nécessité. Orange (2012, p. 50) affirme d'ailleurs que les débats permettent d'aider les élèves «à organiser et délimiter le champ des possibles. Cette problématisation doit idéalement conduire à l'identification de nécessités qui donneront aux savoirs construits leur caractère apodictique». Nous considérons que l'apodicticité correspond à des solutions envisagées comme possibles au cours du développement argumentatif, certaines peuvent acquérir un statut de possibilité mais aussi d'impossibilité ou de nécessité dans le travail du problème. Ainsi, il s'agit de mobiliser les élèves dans un processus de raisonnement qui lui-même amène à une

4 Le cadre de l'apprentissage par problématisation considère notamment que, pour construire des savoirs raisonnés, il est nécessaire de prendre en charge des problèmes explicatifs qui mettent au travail à la fois des investigations empiriques des élèves et des constructions d'explications qui sont des modèles possibles.

5 Dans notre étude de cas, nous cherchons à mobiliser les connaissances des élèves pour expliquer l'origine et le fonctionnement de la nutrition des plantes d'où la deuxième question «Pourquoi?». L'objectif est de les inciter à justifier leur réponse.

argumentation. L'auteur (*ibid.*, p. 51) ajoute que «l'argumentation a une grande importance dans les débats scientifiques en classe [...] où s'engage la construction des raisons, c'est-à-dire le repérage de ce qui est possible et impossible dans les modèles explicatifs, préparant ainsi l'identification des nécessités». Tout l'intérêt de ces dernières étant qu'elles obligent à une réorganisation des savoirs. Or, selon Plantin (2005, p. 53) «la situation argumentative typique se définit par le développement de la confrontation des points de vue en contradiction en réponse à une même question». Le débat est, par conséquent, un procédé qui peut permettre un engagement des élèves dans cette dynamique où ils peuvent endosser des rôles différents, selon le modèle trilogal : proposant, opposant et tiers (Plantin, 1996 ; Plantin, 2005).

## 2. L'objet de la recherche

Les approches épistémologique, didactique et curriculaire permettent de situer l'objet de la recherche avant de présenter la problématique.

### 2.1. La connaissance de la nutrition des plantes source même d'obstacles

Marshall Darley (1990, p. 356) décrit un obstacle anthropomorphique, qualifié de majeur, à la connaissance des plantes : «*as animals, we identify much more immediatly with other animals than with plants* <sup>6</sup>». Partant de ce principe, qui peut être compris comme un obstacle ou un levier aux apprentissages (Astolfi & Peterfalvi, 1997), nous inscrivons notre recherche dans l'apprentissage des connaissances de la nutrition des plantes sous l'angle de l'enseignement des SVT.

La science «avant d'être éclairée par la connaissance [...] soutient avec la perception une relation permanente et obligée» (Canguilhem, 1965/2015, p. 197). Aussi, l'appropriation de connaissances biologiques ne va pas de soi, des obstacles sont à surmonter dans l'enseignement des SVT où il manque, en particulier, «la dimension culturelle de l'enseignement de la biologie» (Rumelhard, 2016, p. 4). Apprendre ne peut correspondre à «une accumulation d'informations, d'explications et de mécanismes que l'on peut toujours compléter, rectifier et appliquer à des conditions de la vie courante» (*ibid.*, p. 2). Autrement dit, connaître à l'école serait plutôt dépasser le sens commun et accéder aux nécessités, c'est à dire «moins buter contre un réel, que valider un possible en le rendant nécessaire» (Canguilhem, 1965/2015, p. 58).

Parmi les obstacles que nous relevons dans l'apprentissage des plantes et leur nutrition, il convient de souligner une confusion courante entre respiration et photosynthèse souvent comprise par les élèves comme une respiration inversée. Une première raison est à chercher du côté du cloisonnement disciplinaire (Rumelhard, 1985) et des difficultés, pour les élèves, de réinvestir des connaissances de chimie et de biologie (Campestrini, 1992). En

---

6 «en tant qu'animaux, nous nous identifions beaucoup plus immédiatement avec d'autres animaux qu'avec des plantes».



effet, les échanges gazeux respiratoires et photosynthétiques font intervenir les mêmes gaz. Rumelhard (1985, p. 42) ajoute que « dans leur esprit [des élèves] les problèmes d'échanges gazeux sont parfaitement indépendants ». Ce qui conduit Orange (1997) à dire qu'un travail sur des modèles à compartiments serait indispensable pour favoriser cet apprentissage. Car il convient de considérer que la synthèse de matière et les échanges gazeux ne sont que deux aspects d'un même phénomène énergétique. En effet, « le  $\text{CO}_2$  est perçu comme un gaz respiratoire rejeté et nocif » (Astolfi & Perterfalvi, 1997, p. 146), comment pourrait-il devenir un élément participant à la nutrition ? Selon ces mêmes auteurs, il existe d'autres obstacles qui pourraient expliquer les difficultés rencontrées par les élèves : « l'alimentation consiste en une ingestion de matière ; la matière est envisagée comme de nature solide ou liquide, mais certainement pas gazeuse ; les gaz interviennent dans les échanges respiratoires mais n'ont pas de fonction nutritive » (*ibid.*, p. 197-198). Nous comprenons alors que la transposition de la respiration humaine aux plantes à laquelle s'ajoute une « respiration inverse » (Giordan, 1990 ; Baker & Carr, 1992 ; Cañal de León, 1992) pour caractériser la photosynthèse, s'inscrivent dans un réseau d'obstacles.

Cet enseignement nécessite donc une attention singulière car, d'une part, il s'inscrit dans un « domaine conceptuel vaste et interdisciplinaire [qui] met en relation des concepts fondamentaux de la biologie, de la chimie et de la physique » (Cañal de León, 1992, p. 18) et, d'autre part, parce qu'il exige de distinguer les significations quotidiennes<sup>7</sup> et scientifiques (Bell & Brook, 1984 ; Battinger *et al.*, 1988). Cette hypothèse que nous portons est corroborée par les résultats d'une précédente recherche dont nous reprenons ici deux points monstatifs. En effet, l'étude quantitative et qualitative d'un premier recueil de données<sup>8</sup> (Rouquet, 2020) révèle des conceptions de la nutrition des plantes de sens commun chez des élèves de terminale scientifique. Notre analyse montre que, malgré les enseignements relatifs à la nutrition des plantes lors de leur scolarité, à la question « Que sais-tu de la nutrition des plantes ? », seulement 2 % des élèves pouvaient l'expliquer par les quatre besoins que sont l'eau, les ions minéraux, le  $\text{CO}_2$  et la lumière. De plus, le mécanisme de la photosynthèse « qui ne tombe pas sous le sens commun et pour lequel il n'y a donc pas de préalable » (Rumelhard, 1985, p. 38), n'est évoqué que dans 19 % des réponses. L'analyse des productions des élèves atteste donc bien d'un décalage important entre leurs acquis et les connaissances visées par les programmes. L'équipe de l'Institut national de recherche pédagogique a, dès 1976, cherché à expliquer cette thématique (Host, 1976) et la revue *Aster*, en 1985, par l'intermédiaire de Rumelhard y consacre un article<sup>9</sup>. Les obstacles épistémologiques inhérents à la connaissance (Bachelard, 1938/2011) dont « l'anthropomorphisme » pour l'alimentation (Orange, 2012, p. 30) sont doublés d'un « blocage dû au statut institutionnel des disciplines [...] vécues par les élèves comme des cloisonnements étanches » (Rumelhard, 1985, p. 47). C'est pourquoi, face aux présupposés des élèves, nous pensons qu'un débat de classe pourrait permettre de faire construire des savoirs scientifiques, dits raisonnés, par

7 La pluie arrose les plantes sur la partie aérienne, le feuillage (connaissance issue du quotidien), mais l'absorption de l'eau se fait, pour la majorité, par la partie souterraine : les racines (savoir scientifique).

8 Recueil réalisé en septembre 2017 auprès de 453 élèves de terminale scientifique appartenant à six lycées publics angevins. Le recueil correspond aux réponses des élèves à un questionnaire individuel anonyme visant à évaluer leurs connaissances initiales relatives aux plantes : « Que sais-tu des végétaux concernant leur : croissance ? Nutrition ? Reproduction ? Classification ? ».

9 Dans sa première parution, la revue *Aster* (1985) publie un article portant sur « Quelques représentations à propos de la photosynthèse ».

la construction des nécessités, pour dépasser un réseau d'obstacles associés à l'anthropomorphisme<sup>10</sup>. L'originalité de la recherche est que ce débat est précédé par un travail écrit argumentaire individuel initié par des caricatures (voir 3.2.).

## 2.2. Les plantes : des êtres vivants singuliers

Nous avons dit en introduction que des recherches en didactique des sciences relèvent les obstacles des élèves pour s'appropriier le concept de plante et notamment leur nutrition. Plus récemment, Orange et Orange-Ravachol (2018) vont plus loin en indiquant la nécessité d'une acculturation scientifique des élèves à la biologie des plantes car elles font partie de notre quotidien et les questions environnementales sont fréquentes dans les médias. D'un point de vue didactique, il convient de se référer au vivant, car « lorsqu'on reconnaît l'originalité de la vie, on doit comprendre la matière dans la vie et la science de la matière, qui est la science tout court, dans l'activité du vivant » (Canguilhem, 1965/2015, p. 122). Et si ces êtres vivants font partie du quotidien, « cette familiarité avec les plantes nous sert d'entrée dans la compréhension de leur biologie » même si, paradoxalement, cette familiarité « fait obstacle » (Orange, 2009, p. 113).

Des explications historiques au fonctionnement des plantes éclairent la fragilité des connaissances premières. Ainsi, Aristote considérait les plantes comme vivantes et douées d'une âme nutritive. Cette conception de la vie imputée aux plantes caractérise une vision animiste de la vie (Canguilhem, 1965/2015). Une autre vision est créditée à la théorie du vitalisme qui attribue une force vitale qui maintiendrait un équilibre entre chaleur et humidité dans la plante. Enfin, une autre, nous rappelle Orange (2009), est mécaniste. Depuis Descartes, nous dit Canguilhem (1965/2015, p. 163), les plantes comme les animaux sont théorisés comme machine : « la technique comme un phénomène biologique universel ». Le vingtième siècle, via le développement de la physique et de la chimie moderne, offre une autre vision, en particulier pour justifier des échanges gazeux. Ces pensées persistent malgré l'avènement de la chimie moderne (Orange, 2009), probablement parce que la croissance des plantes est continue et lente et que l'absorption des minéraux relève d'un substantialisme magique ne justifiant pas d'explications rationnelles (Bachelard, 1938/2011). Sans compter que leur organisation interne est peu visible. La nutrition des plantes est bien un concept plus difficile qu'il n'y paraît.

Par ailleurs, les plantes possèdent des singularités comme êtres vivants ayant conquis la terre ferme. Nous en distinguons trois. En premier lieu les feuilles, elles sont « le résultat principal de la terrestriation des plantes, l'expression de leur passion pour la vie aérienne » (Coccia, 2016, p. 39). Et, au cours de l'évolution, elles vont même jusqu'à « imposer à la grande majorité des vivants un milieu unique : l'atmosphère » (*ibid.*, p. 40). Nous mettons en relief ici la nécessité de dioxygène pour le métabolisme des animaux<sup>11</sup>, grands consommateurs d'énergie du fait de leur mobilité. Sans plante, il n'y a donc pas de vie animale. Bien

10 L'anthropomorphisme peut être décrit comme le fait d'affecter des qualités humaines aux êtres vivants voire aux objets.

11 Le métabolisme énergétique des animaux mobilise principalement la respiration mitochondriale comme source principale de renouvellement de l'ATP (molécule énergétique universelle). Or cette respiration cellulaire nécessite du dioxygène. Ce gaz provient essentiellement des plantes et des algues chlorophylliennes qui, lors de la photosynthèse, est un produit de la dégradation de la molécule d'eau par photolyse.

que certaines en soient dépourvues, le deuxième organe singulier des plantes est la racine, une forme souterraine surdimensionnée (Dittmer, 1937). En réalité, leur importance vient du fait qu'elles soulignent le caractère amphibie des plantes. Cette dernière singularité est peut-être la plus emblématique. Les plantes vivent dans deux milieux : la terre et l'air. Ce qui fait dire à Coccia (2016, p. 104) que « les plantes sont des êtres ontologiquement amphibiens : ils relient les milieux, les espaces, en montrant que le rapport entre vivant et milieu ne peut pas être conçu en termes exclusifs ». Feuilles et racines sont donc les organes qui autorisent une vie amphibie<sup>12</sup> (Koller, 2011). Or ce sont aussi des organes clés de leur nutrition. D'un point de vue anthropomorphique, cette double entrée de matière et d'énergie pose un problème conceptuel déjà relevé par Simpson et Arnold (1982) et rend difficile à imaginer une alimentation autotrophe.

Quelle approche curriculaire est alors abordée du côté des programmes scolaires ?

### 2.3. Concept de nutrition des plantes et difficultés des élèves dans le curriculum scolaire

Les stratégies de nutrition relatives à l'autotrophie sont diverses selon les taxons (Meyer, Reeb & Bosdeveix, 2019) : sans organisation particulière chez les mousses, avec une organisation spécifique chez les plantes vasculaires<sup>13</sup> et très souvent par l'intermédiaire de symbioses (bactéries ou champignons<sup>14</sup>). De surcroît, il reste une part à faire à l'hétérotrophie<sup>15</sup> pour les Angiospermes parasites. Comment généraliser alors leur nutrition ? Selon notre analyse des programmes scolaires, un fonctionnement unique de la plante est proposé : une autotrophie organisée avec l'exemple paradigmatique d'une Angiosperme pourvue de feuilles et de racines. Or « les mycorhizes sont connues chez la majorité des Embryophytes » (*ibid.*, p. 76) dont les Angiospermes<sup>16</sup> et cette association nutritive n'est pas envisagée dans les programmes de terminale, ni dans l'enseignement scientifique ni en spécialité (MEN, 2011)<sup>17</sup>.

12 Koller écrit : « *In this respect, all but very few plants are obligate amphibians, with part of their body permanently in the aerial environment and the remaining part within the soil* » (2011, p. 1) [« À cet égard, toutes les plantes sauf quelques exceptions sont des amphibiens obligatoires, avec une partie de leur organisme en permanence dans l'environnement aérien et la partie restante dans le sol »].

13 Les plantes vasculaires ou Trachéophytes, sont caractérisées par des racines et des vaisseaux conducteurs de sèves.

14 Lors de la construction de la racine, les extrémités sont recouvertes ou pénétrées par des filaments de champignons : il s'agit de mycorhizes. Le champignon stimule la nutrition en eau et en minéraux de la racine alors que celle-ci lui fournit de la matière carbonée.

15 Les plantes vertes sont considérées comme autotrophes, toutefois, certaines espèces parasitent d'autres plantes pour se nourrir partiellement tout en réalisant la photosynthèse d'où l'appellation de plantes hétérotrophes comme le Gui (*Viscum album*). Certaines encore sont complètement dépendantes de l'hôte, telle l'Orobanchée du lierre, elles sont alors dépourvues de chlorophylle (perte des pigments au cours de l'évolution).

16 Les Angiospermes sont une subdivision particulière des plantes vasculaires du groupe des Spermatophytes (plantes à graines).

17 Il s'agit de l'ancien programme de terminale scientifique, enseignement spécifique et de spécialité : BOEN spécial n°8 du 13 octobre 2011. Celui-ci a été remplacé par le BOEN n°8 du 25 juillet 2019 pour l'enseignement de spécialité SVT dans le quel nous retrouvons trois occurrences pour le mot « mycorhize ».

Les programmes scolaires ne réduisent-ils pas les plantes et leur nutrition à un modèle explicatif unique, de sens commun ? Nous faisons la thèse que le propositionnalisme scolaire s'appuie trop « sur une empreinte empiriste » (Lhoste, 2017, p. 47) et que « la nature même des savoirs scientifiques scolaires » (*ibid.*) est peu porteuse de sens car ils ne sont pas assez opérants (Orange, 2009). Le concept de plante doit être envisagé dans toutes ses complexités, ce qui nécessite de maintenir un lien entre les savoirs et les problèmes qui y sont associés. Les exemples scolaires paradigmatiques (l'Elodée du Canada, le Pélargonium, le Lierre, la Jacinthe...) nous semblent peu féconds, ils ne reflètent pas la réalité de la diversité des fonctionnements. En témoigne, dans les manuels scolaires, la faible fréquence des exemples des familles pourtant les plus représentatives des Angiospermes en nombre d'espèces : les Astéracées, les Orchidacées, les Poacées notamment. Cela ne permet pas d'envisager les caractères adaptatifs de la nutrition des plantes dans une perspective évolutive pourtant recherchée dans les programmes de SVT. Par exemple, concernant les Orchidacées<sup>18</sup>, plantes communes dans les jardineries et chez les fleuristes, nombreuses sont les espèces épiphytes<sup>19</sup> et adaptées à l'ombre, avec des racines aériennes alors que les programmes scolaires (MEN, 2011) exposent, comme des faits, l'importance de la quantité de lumière pour la nutrition aérienne et des racines pour la nutrition souterraine. Rappelons que cette famille, comme la quasi-totalité des plantes terrestres à racines sont mycorhizées<sup>20</sup> (Delaveau, 2003 ; Lenne, 2014). Or, ce caractère adaptatif essentiel à la nutrition de la majorité des plantes est oublié des programmes<sup>21</sup> ou envisagé comme un épiphénomène dans certains manuels. De façon générale, Lhoste (2017, p. 49-50) en déduit que « le propositionnalisme des savoirs scolaires [conduit] à la perte de sens des savoirs à l'école ». Nous reprenons à notre compte ses propos en faisant l'hypothèse que le savoir scolaire relatif aux plantes n'est pas assez problématisant et qu'il engendre des difficultés d'appropriation du concept. C'est pourquoi, selon nous, le travail des connaissances doit être pensé d'un point de vue de l'épistémologie du problème (Fabre, 1999 ; Fabre, 2017). L'objectif est bien d'« accéder aux raisons profondes qui les [les conceptions] fondent et les rendent souvent persistantes » (Clément, 2014, p. 138).

## 2.4. Problématique

Notre investigation nous conduit à chercher les conditions de l'accès aux savoirs de la nutrition des plantes par les élèves de terminale scientifique. Ainsi, dans un premier temps, la recherche des conditions d'apprentissage des élèves et des obstacles rencontrés permet, avant de débiter la séquence, d'éclairer l'enseignement de la nutrition des plantes en ter-

18 Les Orchidacées représentent la deuxième famille d'Angiospermes en nombre d'espèces (plus de 25 000). Elles se caractérisent par une vie hors sol avec des racines aériennes chlorophylliennes.

19 Les épiphytes sont des plantes qui se servent d'autres plantes comme support.

20 Mycorhizes du grec « mukés », qui signifie champignon et « rhiza », qui veut dire racine. La mycorhization est une association à bénéfices réciproques. Les champignons colonisent le système racinaire (par endomycorhize essentiellement ou ectomycorhize) permettant aux plantes d'absorber plus de nutriments et d'eau contenus dans le sol. Retrouvée dans les racines fossilisées d'espèces aujourd'hui disparues il y a 400 millions d'années, cette mycorhization aurait contribué à la réussite de la colonisation du milieu terrestre par les plantes (Lenne, 2014).

21 Concernant la nutrition d'une plante, nous lisons : « Elle développe des surfaces d'échanges de grande dimension avec l'atmosphère (échanges de gaz, capture de la lumière) et avec le sol (échange d'eau et d'ions) » (MEN, 2011, p. 8). En revanche, aucune occurrence relative aux mycorhizes dans tout le *BOEN*.

minale scientifique. Ensuite, nous nous sommes amenés à questionner plusieurs facettes du problème pendant la séance et particulièrement lors du débat : quelles sont les connaissances mobilisées par les élèves ? Comment favoriser l'émergence de leur argumentation face au problème de la nutrition des plantes ? Les caricatures sont-elles un procédé qui pourrait faciliter l'apprentissage par problématisation ? Qu'est-ce qui se joue lors des interactions entre élèves lors du débat ?

L'ensemble de ces questions nous amène à décrire le cadre méthodologique de notre étude avant d'exposer l'analyse des données. Ainsi, il faut comprendre que nous faisons l'hypothèse que le travail des caricatures pourrait faciliter le développement d'arguments chez les élèves et que cette argumentation serait ensuite au service du débat pour favoriser l'apprentissage par problématisation.

### 3. Cadre méthodologique

Nous rappelons que la deuxième séance, dont l'étude est développée dans cet article, est intégrée au sein d'une séquence que nous présentons succinctement.

#### 3.1. La séquence

En amont de la séquence, les élèves ont répondu à un questionnaire en septembre 2017. Il a valeur d'exploration des connaissances des élèves à propos du concept de plante (Rouquet, 2020). Cette enquête est à l'origine de notre choix d'étudier la nutrition des plantes et de la mise en place d'une séquence forcée. Celle-ci, intitulée « la nutrition des plantes », s'appuie sur le chapitre « la vie fixée chez les plantes » (MEN, 2011, p. 8-9) et permet l'étude de l'évolution des connaissances des élèves vers un savoir scientifique. Cette séquence exprime toute sa singularité dans le fait qu'elle est construite, *a priori*, dans sa structure générale, mais que chaque séance est modifiée depuis le problème<sup>22</sup> formulé par l'enseignant au début de l'apprentissage, dans une logique de situations forcées (Orange, 2010). L'enquête avance à mesure que les élèves se questionnent et argumentent de façon à s'approcher au plus près de l'objet du savoir visé, l'enseignant étant garant des limites puisque lui seul connaît le programme officiel. En fonction du travail engagé et des propositions des élèves, il y a nécessité d'adapter les séances suivantes qui seront donc uniques.

La première séance se situe environ un mois après le questionnaire individuel, en octobre 2017 (quelques résultats sont présentés en 2.1.). Elle se focalise sur une seule classe de terminale scientifique d'un lycée à Angers dont nous enseignons la SVT. Il faut donc comprendre que, pour cette recherche, nous sommes à la fois enseignant et chercheur, ce qui facilite la mise en place de la séquence forcée cours après cours. La classe comprend un effectif de 32 élèves. En début de séance, la situation-problème est contextualisée par une projection d'une photographie d'un chêne dans une prairie. De façon individuelle, les élèves proposent une réponse écrite et/ou schématique à la question « Que sais-tu de la nutrition

22 Le problème « Comment fonctionne une plante pour se nourrir ? » est reformulé en « Que sais-tu à propos de la nutrition des plantes ? » pour devenir une question à visée opérationnelle.

des plantes?» (sur une feuille A4). Si cette question est de l'ordre du savoir propositionnel, nous considérons qu'elle permet à tous les élèves de s'engager. Dans un second temps, les élèves se répartissent géographiquement dans la classe, donc aléatoirement, des groupes hétérogènes de quatre sont constitués pour réaliser une production collective. Au terme de la séance, huit productions de groupes sont ainsi collectées. Un seul groupe, volontaire, vient présenter sa production au reste de la classe pour l'explicitier et les autres élèves interagissent pour manifester leur accord ou désaccord, la discussion est filmée.

Grâce à l'analyse des productions de groupes d'élèves de la séance 1, nous élaborons la séance 2 qui s'appuie sur des caricatures. Avant le débat collectif de classe, qui est le principal objet d'étude, nous avons demandé aux élèves d'argumenter par écrit à partir de quatre affirmations sur les conditions de possibilité de l'origine de la nutrition des plantes (annexe 2). Si la suite de la séquence<sup>23</sup> n'est pas développée pour cet article, il faut savoir qu'elle a permis de poursuivre le travail du problème, c'est-à-dire d'avancer d'un point de vue de la problématisation. Et nous signalons que la dernière séance a été consacrée à un obstacle rencontré lors du débat et que nous qualifions de verbal, au sens bachelardien, celui de « nutriment ».

### 3.2. La séance 2 : les caricatures pour favoriser l'argumentation des élèves

Pour notre recherche, et à partir des propositions de groupes d'élèves réalisées lors de la première séance, nous construisons une silhouette (figure 1) qui est utilisée pour exposer les quatre hypothèses retenues dans les différentes productions (annexe 2). Nous considérons en effet, que ces hypothèses des besoins des plantes sont un préalable nécessaire pour aborder les caractéristiques fonctionnelles de la nutrition<sup>24</sup> : celles-ci ont eu du mal à émerger ou à être exprimées par écrit dans les productions de groupes. Les élèves doivent se positionner pour chaque proposition en répondant à « Permet-elle la nutrition du végétal ? » et « Pourquoi ? » en argumentant par écrit.

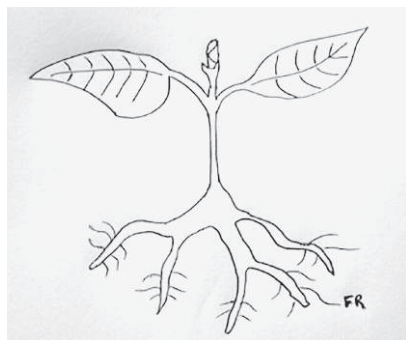


Fig. 1 : silhouette utilisée pour les caricatures pour la nutrition des plantes

Il s'agit d'un « modèle de plante » qui va porter les quatre hypothèses retenues pour la nutrition des plantes. L'objectif est double : dépersonnaliser le modèle et dépersonnaliser les hypothèses.

<sup>23</sup> La suite de la séquence se compose de trois séances d'environ 45 minutes.

<sup>24</sup> Il s'agit de comprendre qu'il y a à la fois nécessité de prélever de la matière dans le milieu mais aussi de transporter celle-ci.

Une semaine sépare la deuxième séance de la première. Une feuille est distribuée à chaque élève (annexe 2), elle comprend la silhouette de départ complétée par « minéraux et H<sub>2</sub>O » puisque toutes les affiches sont en accord sur ce point : il s'agit d'un référentiel commun. Le document invite les élèves à s'interroger à propos de quatre hypothèses qui sont des solutions possibles aux besoins de la plante face à sa nutrition : minéraux et H<sub>2</sub>O ou minéraux et H<sub>2</sub>O + lumière et nutriments<sup>25</sup> ou minéraux et H<sub>2</sub>O + lumière et nutriments et CO<sub>2</sub> ou minéraux et H<sub>2</sub>O + lumière et CO<sub>2</sub>. Nous précisons que les hypothèses sont disposées sans souci de hiérarchisation quant à leurs contenus pour éviter d'influencer les réponses des élèves. Dans un premier temps, et pour chaque hypothèse, les élèves indiquent si « Oui ou non » la proposition « Permet-elle la nutrition du végétal ? ». Ensuite, ils indiquent « Pourquoi ? » L'objectif d'apprentissage visé, au regard du cadre théorique, est de développer l'argumentation des élèves pour les préparer au débat. Ainsi, nous espérons mobiliser un langage assertorique pour passer à un langage argumentatif apodictique, ce qui conduit à travailler les nécessités (Orange, 2012). Ce travail dure de 5 à 10 minutes selon les élèves. Dans un second temps, un débat collectif est proposé pour mobiliser les productions individuelles fraîchement composées. Une analyse liminaire (tableau 1) permet de situer ce moment de classe.

Tableau 1 : analyse liminaire du débat de classe

Durée du débat	1. minutes 30 secondes
Effectif réel	2. élèves présents + 1 caméraman <sup>26</sup>
Tours de paroles lors des échanges	110
Participation réelle au débat/effectif	1. élèves soit 43 %
Répartition de la parole	9 grands interlocuteurs (3 à 10 interventions) 4 petits interlocuteurs (1 ou 2 intervention[s])

## 4. Analyse des résultats

Deux outils d'analyse vont permettre de comprendre ce qui se joue lors du débat de classe : une structure argumentative et deux espaces de contraintes.

### 4.1. Une structure argumentative d'un épisode du débat

La dynamique d'un débat peut s'étudier lors de l'élaboration d'une structure argumentative (Orange, Lhoste & Orange-Ravachol, 2008). L'épisode sélectionné, des tours de paroles 23 à 41, nous semble pertinent pour présenter la dynamique argumentative du débat aussi nous proposons à la fois une structure argumentative et, plus loin, un espace de contraintes. L'hypothèse 1 (minéraux et H<sub>2</sub>O) a préalablement été discutée mais peu débattue. Cela signifie que l'absorption de l'eau et des minéraux est acceptée comme une connaissance

25 Nous reprenons ici le vocabulaire des élèves pour ne pas induire de réponse quant à la signification du mot nutriment.

26 12 élèves de la classe suivent l'option « cinéma et audiovisuel » au sein du lycée.



partagée, elle relève selon nous de l'empirisme. L'épisode présenté correspond à l'hypothèse 2 où « la nutrition de la plante nécessite des minéraux, de l'H<sub>2</sub>O et de la lumière et des nutriments ». Dans la structure argumentative de la figure 2, l'axe du déroulement du débat est orienté du haut vers le bas ; les propositions sont situées sur deux verticales pour rendre compte de la complexité des échanges ; les flèches, verticales ou biaisées quand il y a une objection ou un dépassement de l'objection, correspondent aux interactions entre les différentes propositions (énoncé de la thèse, dépassement, confirmation du dépassement, objection, prolongement, confirmation de l'objection, nouvelle thèse).

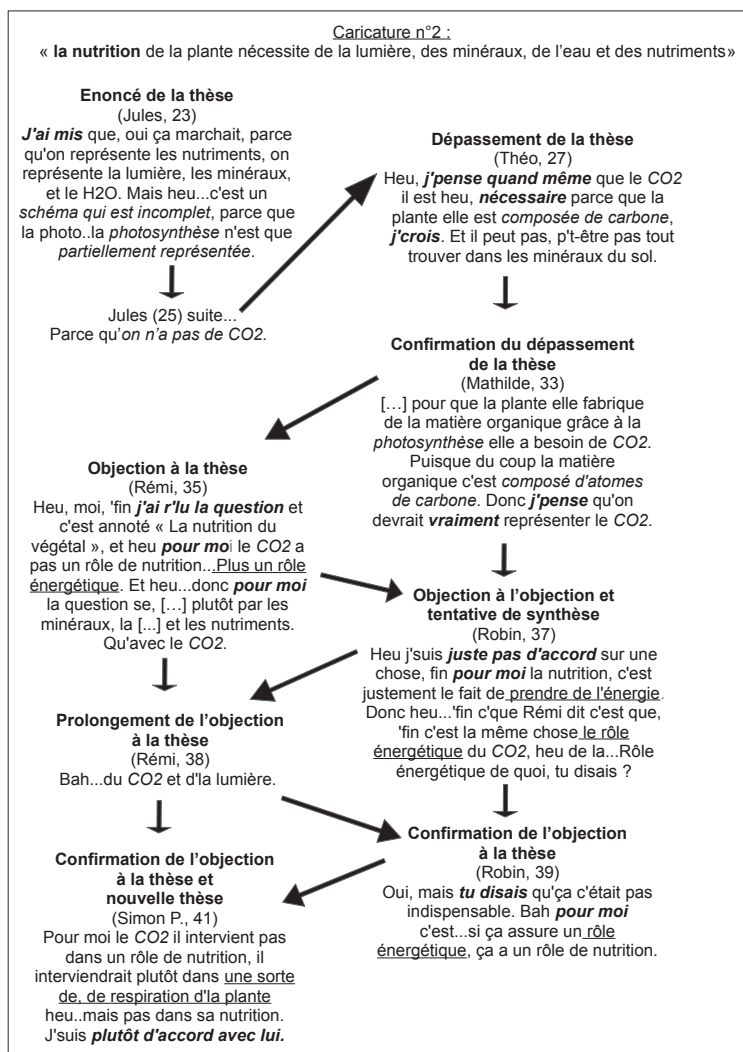


Fig. 2 : structure argumentative associée à un épisode du débat  
« Caricature n°2 : la nutrition de la plante nécessite de la lumière, des minéraux, de l'eau et des nutriments »

Légende des propos d'élèves : gras italique : position énonciative de l'élève ;  
italique : éléments de la thèse ; souligné : nouvelle thèse.



L'épisode fait intervenir sept élèves et il est, selon nous, manifestement fortement argumentatif car il y a des thèses, des objections, des réfutations. De surcroît, les réponses sollicitent le répertoire des connaissances scientifiques des élèves en lien avec le problème en jeu. Notre grille de lecture, qui s'appuie sur le modèle trilogal de Plantin (1996 ; 2005), indique que les élèves proposent, s'opposent ou endossent un rôle de tiers lorsqu'ils s'interrogent sur la proposition. En effet, lorsque Jules (23) argumente et fait figure de proposant, il cite le  $\text{CO}_2$  qui est absent de l'hypothèse 2 et manifeste l'impossibilité d'une photosynthèse qui n'est que « partiellement représentée » et qui ne peut donc pas fonctionner. Cela ne peut pas en être autrement (nécessité) pour lui. Selon nous, Théo (27) est dans une autre proposition énonciative en confirmant la thèse de Jules tout en modifiant ses propos par un « *j pense quand même* » dans une forme d'opposition douce : il dépasse donc la thèse de Jules et s'interroge. Il endosse donc le rôle de tiers. S'il relève l'importance du  $\text{CO}_2$ , il indique que l'élément carbone C intervient dans la composition de la plante. Par ailleurs, il fait l'hypothèse que le carbone ne se trouve pas dans le sol. L'utilisation du « *j crois* » et « *p't'être pas* » indique qu'il ne peut cependant justifier davantage son argumentation par manque de connaissances ou bien, pour nuancer ses propos par des figures de rhétorique. Mathilde (33) manifeste son accord avec Théo en apportant des précisions : elle associe, dans un raisonnement déductif, photosynthèse et matière organique puis matière organique et carbone. Mais un opposant à cet épisode est incarné par Rémi (35) qui justifie et légitime son intervention par « *moi j'ai r'lu la question* ». Son argument déplace le problème du  $\text{CO}_2$  de la nutrition vers le « rôle énergétique ». Y a-t-il un malentendu ? C'est ce que semble penser Robin (37, 39) qui discute des concepts de nutrition et d'énergie mais qui termine son discours d'abord de façon confuse « *rôle énergétique de quoi, tu disais ?* », puis plus affirmée « *si ça assure un rôle énergétique, ça a un rôle de nutrition* ». Robin exprime donc une évolution de sa pensée ou de l'expression de sa pensée ou d'une prise de conscience de ses mots lors de son intervention. En fin d'épisode, Simon (41), joue un rôle singulier : celui d'organisateur du discours. En effet, tout en imposant sa pensée « *pour moi* » « *une sorte de, de respiration* » (une respiration inversée), il ajoute « *j'suis plutôt d'accord avec lui* » en visant Robin (signe perceptif à la vidéo), assurant également à Rémi une forme de solidarité implicite en évoquant « la respiration », alors que ce dernier avait abordé « un rôle énergétique ». Il a donc, selon nous, un rôle de tiers puisqu'il doute tout en prenant en charge le problème de l'origine du carbone et du rôle du  $\text{CO}_2$ .

La structure argumentative révèle des interactions entre les sept élèves. Le discours assertorique semble avancer vers une pensée construite puisque les élèves argumentent en puisant dans leurs connaissances scientifiques. Toutefois, le problème de l'absence du  $\text{CO}_2$  pour réaliser la photosynthèse se déplace vers un aspect énergétique du métabolisme. De plus, la distinction nutrition et respiration est marquée par le concept d'énergie de façon implicite puis explicite (Robin). Finalement, le débat permet de faire émerger le problème du rôle du  $\text{CO}_2$  en le reliant à un problème énergétique sous-jacent. Cette mise au travail du problème correspond, selon nous, à de la problématisation, ce qu'un espace de contrainte peut mettre en valeur.

## 4.2. Un espace de contraintes pour rendre compte de la problématisation lors du débat de classe

### 4.2.1. La construction d'un espace de contraintes

Le cadre théorique de la problématisation nous aide à comprendre ce que « l'on retient dans l'activité des élèves comme relevant de la construction des raisons » (Lhoste, Peterfalvi & Orange, 2007, p. 2). Pour la réalisation d'un espace de contraintes, il est nécessaire de convoquer trois registres tels qu'ils sont définis par Orange (2012, p. 42) et que nous reprenons : « le registre empirique ou registre des faits, où sont notés les faits repérés comme pertinents pour le problème ; le registre explicatif, qui organise les explications, solutions du problème travaillé ; le registre des modèles où se développent les explications mais où ne sont notées ici que les nécessités ». L'espace de contraintes s'annonce donc comme une structure des relations entre le registre empirique, le registre des modèles et le type d'explication avancé.

La transcription de l'ensemble du débat permet d'analyser l'argumentation des élèves afin de construire un espace de contraintes où :

- un registre empirique (RE) affiche les faits retenus par les élèves en lien avec le problème de la nutrition de la plante ou ceux qui sont évoqués dans sa construction ;
- un registre des modèles (RM) conduit à exprimer les explications des élèves, ces dernières étant des conditions de possibilité portant sur les modèles explicatifs tentant de « rendre compte des faits jugés pertinents pour le problème travaillé » (Orange, 2012, p. 24) ;
- le registre explicatif (REX) correspond « au monde mental sur lequel s'appuie la construction d'un modèle et lui donne les qualités explicatives » (Orange, 2012, p. 132), ici nous le considérons comme mécaniste car les élèves associent les nutriments comme des éléments à ajouter pour que cela fonctionne ou vitaliste lorsqu'ils confèrent une force vitale qui permet le développement des plantes.

Nous présentons maintenant les différents registres que nous avons inférés de l'analyse du débat de classe.

### 4.2.2. Le registre empirique des élèves (RE)

Le RE, que nous dessinons à partir du discours des élèves de la classe, indique que des acquis de savoirs scolaires sont mobilisés. Puisque nous ne retenons que les éléments qui sont impliqués dans l'établissement des raisons<sup>27</sup>, ils relèvent selon nous de l'empirisme. Certains faits exposés sont validés par l'ensemble des élèves sans être explicités. Nous constatons d'ailleurs que les deux premières caricatures sont peu discutées car les fondements des argumentations le sont rarement (Orange, 2012). Par exemple, les propositions intègrent des matières indispensables à la nutrition (eau, minéraux, CO<sub>2</sub>, carbone, nutriments) et de l'énergie (lumière). Nous notons également dans le verbatim des organes d'absorption, soit avec précision (Mathilde 89 « *les racines* »), soit avec imprécision (Robin 50

<sup>27</sup> Nous reprenons à notre compte la définition de « raison » proposée par Orange (2012, p. 131) : « toute argumentation scientifique qui permet de délimiter le champ des possibles [...] sous forme de nécessités qui sont des conditions de possibilité des modèles explicatifs scientifiques ».

«*au corps de la plante*»), ce qui dans ce dernier cas illustre l'anthropomorphisme. Par ailleurs, la molécule de glucose revient à de nombreuses reprises comme un savoir partagé (15 occurrences lors du débat). Il en est tout autrement avec la respiration comme l'exprime Angelo (52) «*déjà selon moi une plante ne respire pas*» soulignant un obstacle empirique. En revanche, Dans ce réseau de connaissances, nous identifions deux obstacles issus de notre analyse. Le premier est classique. Il correspond à un obstacle substantialiste mis au jour par la présence même de la matière : selon Bachelard (1938/2011) une explication commence souvent par l'hypothèse d'une cause matérielle ou d'un substrat solide dont le phénomène ne serait qu'un effet. Le second concerne les nutriments. Un obstacle verbal semble-t-il, dans la mesure où les élèves ne prêtent pas la même définition : «sels minéraux, sol, engrais, éléments, terre, terreau, sédiments, composants, aliment, molécule de la terre». Ce qui, lors du discours, ajoute des confusions dans la pensée des élèves, comme un bruit de fond cognitif. Certaines notions étudiées au collège<sup>28</sup> sont absentes, nous pensons qu'elles n'ont pas été assez mobilisées à l'école ou bien qu'elles se réfèrent à un autre registre empirique, c'est-à-dire à un autre problème. À ce stade, le nom des molécules est rarement connu, à l'exception du glucose, peut-être du fait du cloisonnement disciplinaire entre chimie et biologie.

#### 4.2.3. Le registre des modèles (RM)

Le RM, qui résulte de notre analyse, représente les nécessités d'absorption pour nourrir les plantes (l'eau, les minéraux, la lumière, le  $\text{CO}_2$ ), d'échanges (la photosynthèse, la respiration) et de synthèse de matière organique. Il pourrait être induit par les quatre caricatures qui forcent chaque élève à la construction d'une explication rationnelle. En revanche, en regard d'un espace de contraintes *a priori*<sup>29</sup>, l'obstacle du substantialisme explique probablement l'absence de la nécessité de transport des matières (importation et exportation). En effet, si les mécanismes d'absorption sont évoqués ou présentés lors de travaux pratiques des séances de SVT, ils restent des savoirs propositionnels. Les lois de diffusion des gaz, d'absorption de l'eau et des minéraux n'étant pas du ressort du second degré. La nécessité d'échanges est représentée exclusivement par le rejet des gaz ( $\text{O}_2$  ou  $\text{CO}_2$ ). Mais nous relevons que le  $\text{CO}_2$  est considéré différemment selon le registre des modèles mobilisé : respiration ou photosynthèse ? Apport ou déchet ? L'eau  $\text{H}_2\text{O}$  vapeur n'est pas considérée dans le RE des élèves, nous pensons qu'il est négligé dans les bilans de classe, en témoigne la majorité des manuels scolaires. Une autre explication est que le monde de l'invisible est un également un obstacle fréquent en SVT (les molécules, les cellules, les microbes, etc.). Pour les élèves, le substantialisme est également marqué par l'idée que l'entrée de substances procure un principe suffisant pour nourrir la plante (Orange, 1997).

28 MEN, BOEN, spécial n° 11 du 26 novembre 2015, cycle 4, SVT, p. 346 : « Relier les besoins des cellules d'une plante chlorophyllienne, les lieux de production ou de prélèvement de matière et de stockage et les systèmes de transport au sein de la plante ».

29 Tel que nous aurions pu le construire, en tant que chercheur, à partir des savoirs scientifiques académiques.

#### 4.2.4. Le registre explicatif (REX)

Le REX reprend les éléments du raisonnement des élèves qui dessinent un modèle de « science normale » pour reprendre l'expression d'Orange (1997) qui, même s'il est faux sur le plan scientifique, fonctionne pour eux. Si nous reprenons le discours des élèves lors du débat, deux registres explicatifs différents semblent émerger. Le premier pourrait être de type mécaniste, comme si la plante était organisée telle une machine avec une disposition essentielle des organes (« *les plantes prennent dans le sol* » / Théo ; « *la plante va les transformer en, en nutriments, fin les casser et les reconstruire en nutriments* » / Robin ; « *oui dans la, dans la feuille* » / Barbara). Le second pourrait être attribué au vitalisme, comme si les substances par leurs qualités profondes agissaient *de facto* (« *les apports sont nécessaires pour vivre* » / Simon ; « *Bah des vitamines* » / Rémi ; « *du terreau pour que la terre la plante se développe* » / Nour). Les explications proposées par les élèves « prennent sens dans une certaine vision du monde faite de présupposés considérés comme allant de soi et qui ne sont pas remis en cause » (Orange, 2012, p. 25).

Les REX sous-jacents que nous identifions, sont confirmés par de nombreuses recherches en sciences de l'éducation. Ceci est en adéquation avec les obstacles épistémologiques de type empirique, substantialiste et anthropomorphique que nous avons relevés lors de l'analyse de notre premier recueil de données (Rouquet, 2020). Lors du débat, il pourrait y avoir coexistence de REX différents pour un même traitement du problème d'où l'existence de malentendus.

#### 4.2.5. Les espaces de contraintes construits pour la nutrition des plantes

Afin de rendre compte de la dynamique du débat, deux espaces de contraintes sont proposés : à petite échelle (épisode du débat, figure 3) et à grande échelle (débat dans sa totalité, figure 4). Les figures schématisent les mises en tension qui s'effectuent lors du débat entre le registre empirique et celui des modèles. Le premier correspond à un sous-problème du débat, celui de l'origine et du devenir du carbone pour la plante. Nous pensons que les caricatures 3 et 4 (annexe 2) ont suscité les échanges.

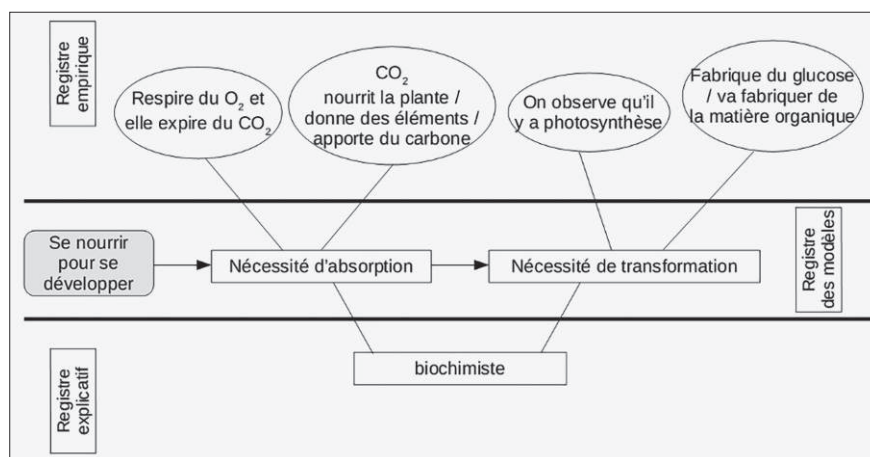


Fig. 3 : espace de contraintes pour l'épisode du débat des tours de paroles 34 à 66 où il est question de faire émerger la source du carbone

Les mises en tension entre RE<sup>30</sup> et RM soulignent les confusions entre respiration et photosynthèse au niveau des échanges gazeux : Jules (113) indique que « *la photosynthèse fait qu'elle expire plus de CO<sub>2</sub>, plus de CO<sub>2</sub> qu'elle n'en rejette et heu elle expire donc plus d'O<sub>2</sub> qu'elle n'en respire.* » ou Théo (143) « *c'est pas vraiment d'la respiration c'est quand elle récupère du CO<sub>2</sub>* ». Le registre explicatif *infra*, pourrait être biochimiste, et nous savons alors qu'il existe « des obstacles au transfert d'une discipline à l'autre » (Rumelhard, 1985, p. 47).

Le second espace de contraintes illustre la totalité du débat pour le problème de l'origine de la nutrition des plantes qui revient à se demander : comment les plantes se nourrissent pour se développer ? Les quatre caricatures pourraient être, d'après l'analyse du verbatim, à l'origine du registre explicatif que les élèves mobilisent pour construire leurs explications au problème.

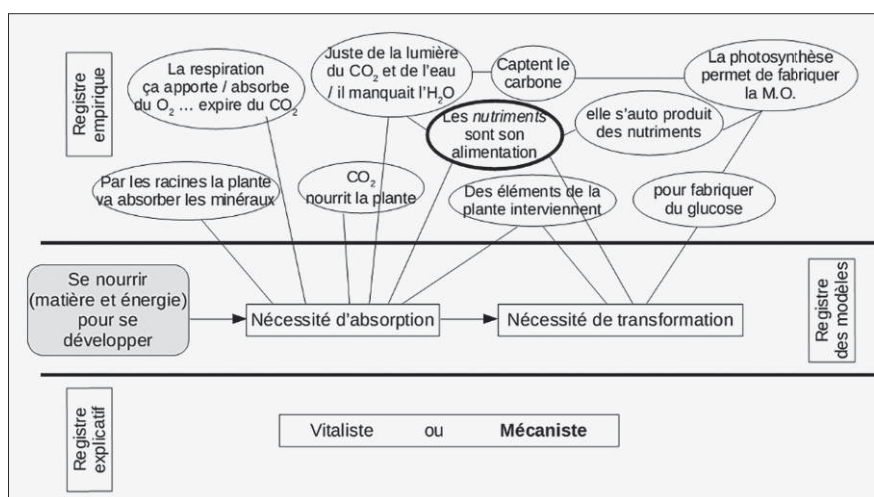


Fig. 4 : espace de contraintes associé à la totalité du « débat concernant les quatre caricatures (hypothèses) »

Les mises en tension entre RE et RM se chevauchent dans deux REX différents. Comment l'expliquer ? Selon nous, la coexistence de deux REX n'est pas un frein au débat car les élèves peuvent poursuivre leur argumentation tout en pensant que l'ensemble des protagonistes raisonne dans le même domaine explicatif. D'autant qu'ils s'appuient sur le travail des caricatures réalisé individuellement puis en petits groupes avant le débat collectif. Nous rejoignons ainsi la logique complexe de sens de Sallaberry (2019) et le paradoxe qui naît du court-circuit entre le niveau individuel et collectif. En effet, lors du débat, il existe un « consensus collectif qui ne fait pas l'économie des dissensions, mais les met en second plan et les traverse » (Sallaberry & Vannereau, 2010). Nous soulignons dans la figure 4 « les nutriments sont son alimentation » puisque lors du débat, selon nos inférences, des malentendus sont au cœur de la construction du problème de la classe. Nous convenons également que, selon le registre explicatif mobilisé consciemment ou inconsciemment par les élèves, les nécessités pourraient être perçues différemment, toutefois elles émergent de notre point de vue dans un consensus de classe.

30 Les formulations des élèves font références, implicitement, à des activités manipulatoires réalisées en spécialité SVT grâce au dispositif d'Expérimentation Assisté par Ordinateur (« on observe qu'il y a photosynthèse... »).

## Conclusion

Notre thèse est que, dans le cadre de cette recherche, les caricatures facilitent l'apprentissage par problématisation en développant l'argumentation des élèves en amont du débat lors du travail du problème. Quatre points orientent notre réponse.

Le premier point relève de l'analyse du discours. Il permet de pointer des questionnements intermédiaires dans les propositions des élèves (le rôle de la matière, la respiration, le concept d'énergie, les nutriments). Ce questionnement est, selon nous, un signe d'engagement dans la problématisation et les caricatures pourraient avoir eu un rôle de facilitateur et/ou de déclencheur dans l'argumentation des élèves. En effet, avant le débat, la discussion en petits groupes pour chaque caricature les oblige à faire un travail de désyncrétisation (Orange, 2000), alors qu'initialement leurs réponses relèvent plutôt d'un syncrétisme où se mêlent les éléments des RE et RM.

Le second concerne le débat scientifique et la construction des connaissances. Celui-ci incite les élèves à mettre au travail des obstacles de leur registre empirique puisque les justifications avancées invitent à la controverse, les thèses exposées sont discutées, argumentées, réfutées ; d'où les changements possibles de positions énonciatives (Plantin, 1996, 2005). C'est que dans l'acte même de connaître apparaît « une forme de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles » (Bachelard, 1938/2011, p. 14). Plusieurs obstacles épistémologiques sont en relief dans le discours des élèves, notamment l'empirisme, le substantialisme et l'anthropomorphisme, nous pointons également un obstacle verbal : nutriments.

Le troisième se focalise sur les caricatures, originales puisque issues de l'analyse des productions de groupes d'élèves. Ces caricatures conduisent à combattre « les séductions de la facilité » (Bachelard, 1938/2011, p. 55). Contre la connaissance générale des élèves, le débat a pour conséquence de soulever des nécessités propres à une forme d'apodicticité. Or, les caricatures sont mobilisées comme une préparation au débat afin d'initier la réflexion des élèves face au problème posé. Ainsi, elles permettent d'amorcer leur argumentation avant de pouvoir les confronter. Selon nous, c'est un objectif premier pour construire des savoirs scientifiques. Toutefois, nous prenons comme première limite le nombre de participants au débat, même si dans ce cas 43 % (14 élèves parmi les 32 élèves) représente une proportion non négligeable. La seconde pourrait être associée à la distance entre la pensée écrite et son expression oralisée inscrite dans le discours de l'élève. Cette difficulté, que nous avons souhaité minimiser par les caricatures, est un double frein : pour l'élève qui peut peiner à exprimer ses idées et pour le chercheur qui peut interpréter ou surinterpréter des propos ou qui est dans l'abîme de leur absence.

Enfin, le quatrième surgit des espaces de contraintes qui attestent, au regard des points précédents, une forme de complexité dans le réseau des faits mobilisés par les élèves, à l'origine des tensions entre RE et RM. De plus, la coexistence possible de deux registres explicatifs laisse penser que plusieurs discours se superposent et que l'unicité des points de vue est impossible. D'ailleurs peut-il en être autrement ? En revanche, force est de reconnaître une avancée dans la résolution du problème. Plus encore, une mise au travail du problème dans une perspective heuristique c'est à dire de la problématisation. On passe ainsi réellement « d'une épistémologie de la réponse à une épistémologie de l'enquête » (Fabre, 2017, p. 100). L'activité de problématisation étant comprise comme « une mise en tension entre

des éléments du registre empirique [...] et des éléments du registre des modèles» (Lhoste, Peterfalvi & Orange, 2007, p. 4), nous considérons que les caricatures ont permis de faciliter la problématisation par le travail préalable de l'argumentation dans cette situation forcée.

Pour autant, si nous mesurons les effets sur la dynamique du groupe classe, comment s'assurer de l'influence des caricatures sur le plan individuel? Sont-elles opérantes pour tous les élèves? Le débat ayant mis en avant l'obstacle verbal «nutriments», se pose alors la question des idées que veulent exprimées les locuteurs et comment elles sont comprises par les autres élèves lors du débat car «un discours argumentatif est toujours polyphonique» (Perrin-Schirmer, Auricchio & Masseron, 2004, p. 171).

Francis Rouquet

francis.rouquet@univ-nantes.fr

## Bibliographie

- ASTOLFI J-P. (1997/1999). *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESF.
- ASTOLFI J-P. (2008/2014). *La saveur des savoirs*. Issy-les-Moulineaux : ESF.
- ASTOLFI J-P. & PETERFALVI B. (1997). Stratégie de travail des obstacles : dispositifs et ressorts. *Aster*, n° 25, p. 193-216.
- BACHELARD G. (1938/2011). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- BACHELARD G. (1949/1970). *Le rationalisme appliqué*. Paris : Presses universitaires de France.
- BAKER M. & CARR M. (1992). Un modèle d'enseignement génératif de la photosynthèse. *Aster*, n° 15, p. 33-54.
- BATTINGER R., TRAMOY M., CAENS S. & MILLOT J. (1988). Nutrition de la plante? In *Les représentations des élèves en biologie*, Dijon : INRAP-ENSSAA-Lycées agricoles, p. 7-32.
- BELL B.F. & BROOK A. (1984). *Aspects of secondary students understanding of plant nutrition*. Full report, CLISP, University of Leeds.
- BOSDEVEIX R. (2016). *Entre classifications fonctionnelle et phylogénétique : le groupe des végétaux. Une reconstruction didactique basée sur l'histoire des sciences dans le cadre de la formation des enseignants de sciences de la vie et de la Terre*. Thèse de doctorat, université Paris Diderot-Paris 7-Sorbonne Paris Cité. En ligne : <<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01372907>>.
- CAMPESTRINI P. (1992). Sortir de la logique de Van Helmont. *Aster*, n° 15, p. 85-100.
- CAÑAL DE LEÓN P. (1992). Quel enseignement sur la nutrition des plantes en éducation de base? Proposition didactique. *Aster*, n° 15, p. 7-32.
- CANGUILHEM G. (1965/2015). *La Connaissance de la vie*. Paris : Vrin.
- CHALAK H. (2012). *Conditions didactiques et difficultés de construction de savoirs problématisés en sciences de la Terre : étude de la mise en texte des savoirs et des pratiques enseignantes dans des séquences ordinaires et forcées concernant le magmatisme (collège et lycée)*. Thèse de doctorat, université de Nantes et université Saint-Joseph de Beyrouth.
- CHARLOT B. (1997). *Du rapport au savoir*. Paris : Anthropos.
- CLÉMENT P. (2014). Recherche en didactique de la biologie sur les conceptions et obstacles. Dialogue avec Jean-Pierre Astolfi. *Recherches en didactique des sciences et des technologies (RDST)*, n°9, p. 129-154.
- COCCIA E. (2016). *La vie des plantes*. Paris : Payot & Rivages.
- DELAVEAU P. (2003). *Expliquez-moi les plantes. Voyage en botanique*. Paris : Pharmathèmes.
- DEWEY J. (1938/1967). *Logique. La théorie de l'enquête*. Paris : Presses universitaires de France.



- DITTMER H. J. (1937). A quantitative study of the roots and root hairs of a winter rye plant (secale cereale). *American Journal of Botany*, n° 24, 417-420.
- FABRE M. (1993). De la résolution de problème à la problématisation. *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*, n° 4-5, p. 71-101.
- FABRE M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : Presses universitaires de France.
- FABRE M. (2005). Deux sources de l'épistémologie des problèmes : Dewey et Bachelard. *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*, vol. 38, n° 3, p. 53-67.
- FABRE M. (2017). *Qu'est-ce que problématiser?* Paris : Vrin.
- FABRE M. & MUSQUER A. (2009). Comment aider l'élève à problématiser? Les inducteurs de problématisation. *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*, vol. 42, n° 3, p. 111-128.
- GIORDAN A. (1990). *Intérêt des recherches en didactique de la biologie*. Université de Genève : LDES.
- HOST V. (1976). La nutrition des végétaux. In *Activités d'éveil scientifiques. Vol. 4 : initiation biologique*. Paris. INRP.
- KOLLER D. (2011). *The restless plant*. Cambridge : Harvard University Press.
- LENNE C. (2014). *Dans la peau d'une plante*. Péronnas : Belin.
- LHOSTE Y. (2017). *Épistémologie et didactique des SVT. Langage, apprentissage, enseignement des sciences de la vie et de la Terre*. Pessac : Presses universitaires de Bordeaux.
- LHOSTE Y., PETERFALVI B. & ORANGE C. (2007). Problématisation et construction de savoir en SVT : quelques questions théoriques et méthodologiques. *Symposium : apprentissages, problématisations et savoirs. Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation, Strasbourg*, p. 1-14.
- LHOSTE Y. & PETERFALVI B. (2009). Problématisation et perspective curriculaire en SVT : l'exemple du concept de nutrition. *Aster*, n° 49, p. 79-108.
- MARGOLINAS C. (2014). Connaissance et savoir. Concepts didactiques et perspectives sociologiques? *Revue française de pédagogie*, n° 188, p. 13-22.
- MARSHALL DARLEY W. (1990). The Essence of «Plantness». *The American Biology Teacher*, vol. 52, n° 6, p. 354-357.
- MEN (Ministère de l'Éducation nationale) (2011), «Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de SVT. Classe de terminale de la série scientifique». *Bulletin officiel*, spécial, n° 8, 13 octobre 2011. En ligne : <[http://media.education.gouv.fr/file/special\\_8\\_men/01/2/SVT\\_S\\_197012.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/special_8_men/01/2/SVT_S_197012.pdf)>.
- MEN (Ministère de l'Éducation nationale) (2020), «Enseignement primaire et secondaire – école maternelle : modifications». *Bulletin officiel*, n° 31, 30 juillet 2020. En ligne : <[https://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin\\_officiel.html?pid\\_bo=39771](https://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=39771)>.
- MEYER S., REEB C. & BOSDEVEIX R. (2019). *Botanique. Biologie et physiologies végétales*. Paris : Maloine.
- ORANGE C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie : quels apprentissages pour le lycée?* Paris : Presses universitaires de France.
- ORANGE C. (2000). *Idées et raisons : construction de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en sciences de la vie et de la Terre*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en sciences de l'Éducation, université de Nantes.
- ORANGE C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*, vol. 38, n° 3, p. 69-94.
- ORANGE C. (2009). Comment les plantes font-elles penser les petits et les grands? *Alliage*, n° 64, p. 113-123.
- ORANGE C. (2010). Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier enseignant. *Recherches en éducation*, hors-série n° 2, p. 73-85.
- ORANGE C. (2012). *Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles : De Boeck.
- ORANGE C., LHOSTE Y. & ORANGE-RAVACHOL D. (2008). Argumentation, problématisation et construction de concepts en classe de sciences. In C. Buty & C. Plantin (dir.). *Argumenter en classe de sciences*, Lyon : INRP, p. 75-116.



- ORANGE C. & ORANGE-RAVACHOL D. (2018). Biologie des plantes et discours sur le développement durable. *10<sup>e</sup> rencontre de l'Ardist, Saint-Malo, ARDIST, mars 2018*.
- PAUN E. (2006). Transposition didactique : un processus de construction du savoir scolaire. *Carrefours de l'éducation*, n° 22, p. 3-13.
- PERRIN-SCHIRMER C., AURICCHIO A. & MASSERON C. (2004). La polyphonie des discours argumentatifs : propositions didactiques. *Pratiques : linguistique, littérature, didactique*, n° 123-124, p. 171-211.
- PETERFALVI B., RUMELHARD G. & VÉRIN A. (1987). Relations alimentaires. *Aster*, n° 3, p. 111-190.
- PLANTIN C. (1996). Le trilogue argumentatif. Présentation de modèle, analyse de cas. *Langue française*, n° 112, p. 9-30.
- PLANTIN C. (2005). *L'argumentation*. Paris : Presses universitaires de France.
- POPPER K. (1963/1985). *Conjectures et réfutations*. Paris : Payot.
- ROUQUET F. (2019). Des caricatures inductrices de problématisation. L'exemple de la nutrition des plantes. *Actes du colloque du congrès international d'actualité de la recherche en éducation et en formation*. Bordeaux, AREF, juillet 2019.
- ROUQUET F. (2020). Les savoirs scientifiques relatifs aux végétaux, conceptions finales des élèves en fin de cursus scolaire, difficultés d'apprentissage. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, vol. 7, n° 1.
- RUMELHARD G. (1985). Quelques représentations à propos de la photosynthèse. *Aster*, n° 1, p. 37-66.
- RUMELHARD G. (2016). Le concept d'obstacle à l'assimilation des connaissances en biologie. Entre matérialisme, positivisme et anthropologie. *APBG biologie géologie*, n° 4, p. 1-16.
- SALLABERRY J.-C. (2019). À propos du sens. *Année de la recherche en sciences de l'éducation*, n° 2019, p. 79-99.
- SALLABERRY J.-C. & VANNEREAU J. (dir.) (2010). *L'émergence des formes d'organisation dans les groupes de formation*. Paris : L'Harmattan.
- SERRES M. (1980). *Le passage du Nord-ouest*. Paris : Minuit.
- SERRES M. (1991). *Le Tiers Instruit*. Paris : Gallimard.
- SIMPSON M. & ARNOLD B. (1982). The inappropriate use of subsumers in biology learning. *European Journal of Science Education*, vol. 4, n° 2, p. 173-183.
- VINCENT V. & CARNUS M.-F. (2015). *Le rapport au(x) savoir(s) au cœur de l'enseignement : enjeux, richesse et pluralité*. Bruxelles : De Boeck.

## Annexe 1 : déroulement de la séquence relative à «la vie fixée chez les plantes : la nutrition »

Objectifs généraux	<p>Connaissances :  <i>Elle développe des surfaces d'échanges de grande dimension avec l'atmosphère (échanges de gaz, capture de la lumière) et avec le sol (échange d'eau et d'ions). Des systèmes conducteurs permettent les circulations de matières dans la plante, notamment entre systèmes aérien et souterrain.</i></p> <p>Capacités, attitudes :  <i>Conduire une étude morphologique simple d'une plante commune. Réaliser et observer une coupe anatomique dans une tige ou une racine. Effectuer une estimation (ordre de grandeur) des surfaces d'échanges d'une plante par rapport à sa masse ou son volume. Comparer avec un mammifère par exemple.</i></p>	
Séance	Titre de la séance	Objectifs spécifiques de la séance
1 <i>durée :</i> 30 min	Les connaissances initiales des élèves	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobiliser individuellement les connaissances des élèves relatives à la nutrition des plantes.</li> <li>- Les confronter en groupes de 4 à 5 élèves (débat).</li> </ul>
2 <i>durée :</i> 40 min	Les caricatures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Argumenter individuellement puis collectivement (débat) aux raisons qui valident ou infirment les caricatures retenues.</li> </ul>
3 <i>durée :</i> 40 min	Les nécessités	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Argumentation en binôme puis collectivement (débat) sur des affirmations anonymées d'élèves.</li> </ul>
4 <i>durée :</i> 1 h 30 min	Travaux pratiques : la nutrition des plantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observer, réaliser et manipuler pour s'approprier des savoirs.</li> <li>- Raisonner pour relier pratique et théorie.</li> </ul>
5 <i>durée :</i> 20 min	Les nutriments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise au travail de l'obstacle verbal « nutriment » pour poursuivre le travail du problème.</li> </ul>


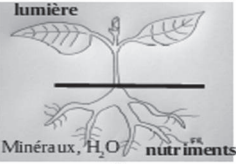
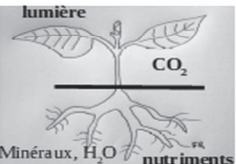
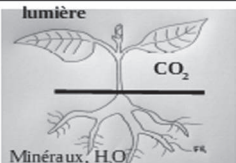
Annexe 2 : document format A4 proposant les 4 caricatures aux élèves pour un travail individuel avant le débat de classe

Terminale S - Thème 1 – Partie A – Chapitre 5] : la vie fixée des plantes

Initiales] :

Lois de la dernière séance, des propositions sous forme d’affiches (schéma et texte) ont par groupe de quatre élèves] : **toutes les réponses proposent l’absorption de minéraux (H<sub>2</sub>O) par les racines.** En revanche, des différences sont présentées.

Le tableau ci-dessous résume l’ensemble des productions de la classe. Précise dans chaque proposition permet d’expliquer la nutrition du végétal et pourquoi.

Propositions	Permet-elle la nutrition du végétal ?	Pourquoi ?
 <p>1</p>		
 <p>2</p>		
 <p>3</p>		
 <p>4</p>		

4 caricatures proposées aux élèves