

# Enseignement des Sciences et technologies

Stage R3 Sciences Chalon sur Saône Mai 2009

# Plan de l'intervention

- Histoire des sciences : un peu d'épistémologie
- Lien avec la pédagogie : modèles
- Enseignement des Sciences
- Lien avec le développement de l'enfant
  - Comment se construisent les représentations en Sciences

# HISTOIRE DES SCIENCES

- Définition de la Science
- « *Ensemble de connaissances, d'études d'une valeur universelle, caractérisées par un objet (domaine) et une méthode déterminés, et fondées sur des relations objectives vérifiables.* » *Dictionnaire Robert*
- « *Connaissance exacte, universelle et vérifiable, qu'elle soit obtenue par hypothèse et déduction, par observation et induction, ou par un aller et retour entre les deux et qu'elle relève de la logique ou de l'intuition contrôlée.* » *Robert Culturel*

# HISTOIRE DES SCIENCES

- EPISTEMOLOGIE (Robert Culturel) :
- Etude critique des Sciences, destinée à déterminer leur origine logique, leur valeur, leur portée
- Etude des théories scientifiques, indépendamment de la méthodologie
- Au sens large : théorie de la connaissance et de sa validité - « de la constitution des connaissances valables »(Piaget)

# HISTOIRE DES SCIENCES

- *Rationalisme (17e siècle)* : le rationalisme est un courant épistémologique qui considère que « **toute connaissance valide provient soit exclusivement, soit essentiellement de l'usage de la raison** ».
- on reconnaît généralement que des philosophes grecs comme Euclide, Pythagore et Platon défendaient des positions rationalistes avant l'heure en accordant la primauté aux idées ([cf Ménon](#)). Plus récemment, on associe les mathématiciens Descartes (1596-1650) et Leibniz ainsi que le philosophe Kant.

# HISTOIRE DES SCIENCES

Dans le "Discours de la méthode", Descartes propose entre autres règles celle - ci :

"Construire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître pour monter peu à peu, comme par degrés, jusqu'à la connaissance des plus composées".)

→ Idée de raison

→ Idée de progression du simple au compliqué

→ Construire ses pensées (construction intellectuelle)

# HISTOIRE DES SCIENCES

pour les rationalistes, l'expérimentation est exclue du mécanisme de production de nouvelles connaissances. L'expérimentation (ou l'interaction avec la réalité) sert tout au plus à vérifier ce qui a été déduit et, dans la mesure où ce qui a été déduit relève de l'évidence, l'expérimentation devient inutile et superflue.

« *Le grand livre de l'Univers est écrit dans le langage des mathématiques. On ne peut comprendre ce livre que si on en apprend tout d'abord le langage, et l'alphabet dans lequel il est rédigé.* » Galilée

# HISTOIRE DES SCIENCES

- ***Empirisme (18<sup>e</sup> siècle)*** : il propose que les sciences progressent en accumulant des observations dont on peut extraire des lois par un raisonnement inductif (ou synthétique) qui va du concret vers l'abstrait. Pour les empiristes, les observations permettent de rendre compte de la réalité.
- L'empirisme postule que toute connaissance provient essentiellement de l'expérience. Représenté par exemple par les philosophes anglais Roger Bacon, John Locke et David Hume, ce courant considère que la connaissance se fonde sur l'accumulation d'observations et de faits mesurables, dont on peut extraire des lois générales par un raisonnement inductif (dit aussi synthétique ), allant par conséquent du concret à l'abstrait.

# HISTOIRE DES SCIENCES

les travaux de Newton (1642-1726), en accordant une grande importance aux expériences, ont contribué significativement au rayonnement de la position empiriste *"Le fardeau entier de la philosophie semble consister à examiner les forces de la nature dans des phénomènes de mouvements et user ensuite de ces forces pour démontrer les autres phénomènes"*.

Le courant empiriste, que l'on associe souvent aux Britanniques, a dominé le 18<sup>e</sup> siècle pour céder progressivement la place au positivisme durant le 19<sup>e</sup> siècle. Ce courant épistémologique, sous une forme nuancée, est encore présent parmi les scientifiques modernes.

# HISTOIRE DES SCIENCES

- *Positivisme (19<sup>e</sup> siècle)* « *S'il est vrai qu'une science ne devient positive qu'en se fondant exclusivement sur des faits observés et dont l'exactitude est généralement reconnue, il est également incontestable [...] qu'une branche quelconque de nos connaissances ne devient une science qu'à l'époque où, au moyen d'une hypothèse, on a lié tous les faits qui lui servent de base.* » Auguste Comte
- les positivistes insistent sur la **rigueur du raisonnement inductif qui permet de passer des faits aux hypothèses**
- pour les positivistes, « *la science décrit le comment des choses sans rien pouvoir dire de leur pourquoi* »

# HISTOIRE DES SCIENCES

- Les positivistes ont tendance à croire, par exemple, qu'il existe une méthode expérimentale universelle qui comporte des étapes précises et qui garantit la progression des sciences. On associe également au courant positiviste la subordination des sciences les unes aux autres selon une classification stricte de même qu'un ordre universel des connaissances et de la société humaine.
- Dans les cas extrêmes, les thèses déformées du positivisme ont pu engendrer l'idéologie scientiste avec la possible dérive d'« organiser scientifiquement l'humanité »

# HISTOIRE DES SCIENCES

- Le courant positiviste a dominé le 19<sup>e</sup> siècle et est encore présent aujourd'hui dans les milieux scientifiques, en particulier parmi les tenants de la physique quantique qui utilisent abondamment les probabilités et les statistiques pour faire le lien entre leurs observations et leurs prédictions.

# HISTOIRE DES SCIENCES

- **Constructivisme (20<sup>e</sup> siècle)** La position constructiviste est représentée par le psychologue suisse Jean Piaget, dans les années soixante, pour expliquer le fondement des connaissances.
- « *un fait est [...] toujours le produit de la composition, entre une part fournie par les objets, et une autre construite par le sujet* ». En insistant sur le caractère construit des connaissances scientifiques en particulier, le courant constructiviste remet en question la possibilité de toujours obtenir des relations objectives sur lesquelles baser les sciences.

# HISTOIRE DES SCIENCES

- En renonçant à l'objectivité, le courant constructiviste considère la connaissance scientifique au même titre que n'importe quelle autre connaissance et propose que les sciences *construisent* (plutôt que révèlent) une réalité possible à partir d'expériences cognitives successives.
- Le courant constructiviste, bien que peu présent dans les milieux scientifiques traditionnels, occupe une place importante en psychologie génétique et en didactique où le terme *constructivisme* est utilisé pour décrire l'activité mais aussi souvent les procédures

# HISTOIRE DES SCIENCES

- **Réalisme (20<sup>e</sup> siècle)** Le réalisme propose que les modèles scientifiques sont des approximations d'une réalité objective qui existe indépendamment de l'observateur. Ce courant, contrairement au rationalisme, à l'empirisme et au positivisme, ne retient pas un mécanisme précis pour la progression des connaissances, mais reconnaît plutôt la complémentarité des différentes approches.
- C'est la reconnaissance de l'existence d'une réalité vers laquelle tendent les modèles scientifiques (qui sont par ailleurs des constructions humaines) qui distingue le réalisme du constructivisme. À la proposition *l'observateur construit la réalité* du constructivisme radical, le réalisme propose que *l'observateur fait partie de la réalité*.

# CONSEQUENCES EN PEDAGOGIE

- *Rationalisme*

Toute connaissance valide provient essentiellement de l'usage de la raison.

va conduire à

Insister sur l'importance de la rationalisation au détriment de l'expérimentation.

# CONSEQUENCES EN PEDAGOGIE

- *Empirisme*

Toute connaissance valide provient essentiellement de l'expérience  
Toute connaissance valide provient essentiellement de l'usage de la raison.

va conduire à

Insister sur l'importance de l'expérimentation au détriment de la rationalisation.

# CONSEQUENCES EN PEDAGOGIE

- **Positivisme** La science progresse en se fondant sur des faits mesurés dont elle extrait des modèles par un raisonnement inductif rigoureux. Tout ce qui n'est pas directement mesurable n'existe pas.

va conduire à

Reconnaître l'importance complémentaire de l'expérimentation et de la rationalisation en insistant sur la démarche scientifique qui fait progresser la science.

# CONSEQUENCES EN PEDAGOGIE

- *Constructivisme*

La science progresse en se fondant sur des faits mesurés dont elle extrait des modèles par un raisonnement inductif rigoureux. Tout ce qui n'est pas directement mesurable n'existe pas.

va conduire à

Insister sur le caractère arbitraire ou subjectif des modèles scientifiques en encourageant l'élève à construire ses connaissances .

# CONSEQUENCES EN PEDAGOGIE

- *Réalisme*

Les modèles scientifiques sont des constructions destinées à prédire certains aspects d'une réalité objective qui existe indépendamment de l'observateur.

va conduire à

Insister sur la différence entre les modèles, qui sont construits par les scientifiques, et la réalité, qui existe indépendamment des modèles. Les modèles sont des approximations successives de la réalité.

# Actuellement

- Ces deux courants (constructivisme et réalisme) insistent sur le caractère subjectif et construit des modèles scientifiques et reconnaissent l'existence d'une réalité indépendante des modèles.
- Ce sont sur les références de ces deux modèles que se sont construits les propositions pédagogiques les plus récentes :
  - Place de la démarche d'investigation
  - Cohérence des discours les plus récents

# L'enseignement des Sciences

- Avant le XXème siècle, l'élève apprend les sciences, essentiellement physiques, en lisant des manuels et en répétant la leçon. Il apprend par imitation.
- La leçon de choses est mise en place au début du XX e Siècle. La méthode est basée sur l'observation et l'expérimentation par le maître. Cependant l'observation prenait bien souvent le dessus sur l'expérimentation, sans réel problème. C'est le maître qui détient seul les clés de l'apprentissage pour l'enfant. C'est d'ailleurs lui qui expérimente quand c'est le cas (cf. tableaux rossignol)

# L'enseignement des Sciences

- Les leçons de choses, jusque dans les instructions d'août 1957, ont constitué le cadre d'exercice des sciences à l'école. Cette appellation "leçons de choses" *est restée, pour l'opinion publique, le modèle, parfois mythique, de l'enseignement scientifique.* Ce vocable est resté en usage durant 70 ans au sein des directives et programmes du premier degré
- l'objet d'étude a varié au cours de ces enseignements. L'attitude du maître, et par conséquent celle de l'élève, ont aussi été soumises au changement

# L'enseignement des Sciences

- Exemple : les instructions de 1923 où *les activités se déroulaient en classe et en promenade* par le biais *d'observations accompagnées d'explications simples*. On préconisait la construction du *concept en partant du concret [...] par une méthode active*. Ici émerge encore l'importance de la démarche sur le savoir en lui-même.
- En 1957 l'observation est l'idée maîtresse de la démarche employée par le maître. Elle supplante le côté expérimental tout aussi cher aux sciences à tel point que l'intitulé disciplinaire change pour devenir *Exercices d'observation*.

# L'enseignement des Sciences

- L'éveil naît après les bouleversements de 68. Il repose essentiellement sur la construction des savoirs par les enfants. Les contenus sont relégués au second plan au profit des démarches. Il n'y a pas de programme précis. Les enseignants se retrouvent alors déroutés et ils réclament de l'aide.
- Dans les activités d'éveil l'enfant est considéré comme vraiment actif s'il est mû par un questionnement. Le point initial dans cette conception pédagogique est l'interrogation. "La vérité n'est pas à découvrir dans les choses ; elle résulte d'une démarche créatrice ...

# L'enseignement des Sciences

- Le modèle magistral et expositif de la leçon est battu en brèche. L'influence du constructivisme est notable au sein des recherches en didactique des sciences.
- En réaction, les instructions officielles de 1985 élimineront l'éveil au profit *d'une école recentrée sur les « savoirs »*. C'est l'occasion de définir les programmes avec précision et d'introduire la nouvelle dénomination de "sciences et technologie". Si l'éveil disparaît des programmes, son essence persiste dans les pratiques de classe

# L'enseignement des Sciences

- Les instructions officielles de 1995 confirment l'organisation par cycle de l'école et redessinent les programmes. On évalue, dans l'Hexagone, la pratique régulière des sciences en classe à 10 % des enseignants.
- De même qu'en 1985, la démarche n'est pas abandonnée mais elle n'a plus de rôle central.
- Sur le terrain c'est un modèle d'enseignement trop théorique et livresque qui est mis en œuvre.

# L'enseignement des Sciences

- Du nouvel intitulé "sciences et technologie" introduit dans ces instructions émerge l'idée de deux démarches distinctes, l'une expérimentale pour les Sciences physiques et Biologiques et l'autre technologique.
- Une profonde réforme (PRESTE) de l'enseignement des sciences s'engage alors dans le sillage des travaux et expérimentations de *la main à la pâte*.

# L'enseignement des Sciences

- Les instructions de 2002 sont l'aboutissement de cette véritable révolution. Le vocable de « démarche expérimentale et d'investigation » est alors proposé.
- Il sous-tend la notion d'unité et de diversité.
- L'unité tient en une démarche unique basée sur un questionnement précurseur de la connaissance. La diversité touche les divers domaines d'exercice de la démarche : investigation documentaire, expérimentation, réalisation matérielle...

# L'enseignement des Sciences

- En 2008 nous sommes à nouveau dans une perspective de retour vers plus d'observation
- Il observe, il pose des questions et progresse dans la formulation de ses interrogations vers plus de rationalité...../... **Il commence à comprendre** ce qui distingue le vivant du non-vivant (matière, objets). C1
- Les objectifs se situent plus en termes de connaissances que de démarches

# L 'enseignement des Sciences

- **À la fin de l'école maternelle l'enfant est capable de :**
- reconnaître, nommer, décrire, comparer, ranger et classer des matières, des objets selon leurs qualités et leurs usages ;
- connaître des manifestations de la vie animale et végétale, les relier à de grandes fonctions : croissance, nutrition, locomotion, reproduction ;
- nommer les principales parties du corps humain et leur fonction, distinguer les cinq sens ....

# L 'enseignement des Sciences

- Au CP et au CE1, les élèves ont **un accès plus aisé aux savoirs grâce à leurs compétences en lecture et en mathématiques.**
- Ils acquièrent des repères dans le temps et l'espace, **des connaissances sur le monde et maîtrisent le vocabulaire spécifique correspondant.**
- Ils dépassent leurs représentations initiales en observant et en manipulant (C2)

# L'enseignement des Sciences

- Les élèves repèrent des caractéristiques du vivant. Ils apprennent quelques règles d'hygiène et de sécurité personnelles et collectives.
- Ils comprennent les interactions entre les êtres vivants et leur environnement et ils apprennent à respecter l'environnement
- Ils distinguent les solides et les liquides et perçoivent les changements d'états de la matière. Ils réalisent des maquettes élémentaires et des circuits électriques simples pour comprendre...

# L 'enseignement des Sciences

- A C3 Réapparaît l'appellation

## **SCIENCES EXPÉRIMENTALES ET TECHNOLOGIE**

- Les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel, celui de la nature et celui construit par l'Homme, d'agir sur lui, et de maîtriser les changements induits par l'activité humaine

# L'enseignement des Sciences

- Leur étude contribue à faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part.
- Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, selon l'esprit **de la Main à la pâte** sont essentiels pour atteindre ces buts ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre **d'une démarche d'investigation** qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique

# Construction des représentations

- La pensée magique :
- La psychologie suggère que la pensée magique constitue une tentative d'échapper à l'angoisse de l'inconnu et au conflit intérieur.

→ « mieux vaut être dans l'erreur que dans l'incertitude »

# Construction des représentations

- Nature et culture : « L'art est un anti-destin ». A. Malraux (→ la culture → la culture scientifique)
- "Il faut donc que la raison se présente à la nature tenant, d'une main, ses principes qui seuls peuvent donner aux phénomènes concordant entre eux l'autorité de lois et de l'autre, l'expérimentation qu'elle a imaginée d'après ces principes pour être instruite par elle, il est vrai, mais non pas comme un écolier qui se laisse dire tout ce qu'il plaît au maître, mais au contraire, comme un juge en fonction qui force les témoins à répondre aux questions qu'il leur pose." Kant, Critique de la raison pure.

# Construction des représentations

- La construction de la pensée et des représentations passe par le langage :
- Jean Piaget(1896/1980) et Lev Vygotski (1896/1934) ont deux interprétations radicalement différentes de cette évolution. Pour Piaget, le développement de l'enfant s'effectue de l'individuel au social en parallèle au développement personnel, tandis que Vygotski pense au contraire qu'il procède du social vers l'individuel.

# Construction des représentations

- Différence importante : Le langage «égocentrique».
- Ce terme, emprunté à Piaget, désigne le comportement du jeune enfant qui parle sans s'occuper de savoir si on l'écoute et sans attendre de réponse. Avant 6 ou 7 ans, plus de la moitié des propos de l'enfant sont égocentriques, mais au fil des ans, nous dit Piaget, ce type de langage diminue progressivement jusqu'à complète disparition.

# Construction des représentations

- Un concept important que Piaget dégage de la pensée enfantine est donc l'égoцентризм. C'est un aspect central de la pensée de l'enfant de 2 à 8 ans.
- L'égoцентризм intellectuel « est la confusion inconsciente du point de vue propre avec ceux d'autrui » ; c'est la manifestation d'une pensée centrée sur elle-même. L'égoцентризм se manifeste dans le jeu symbolique : l'enfant agit «comme si ... » transformant le réel au gré de sa fantaisie.

# Construction des représentations

- Sur le plan social il s'exprime par le monologue :

Exemple : en maternelle, souvent les enfants ne communiquent pas réellement entre eux : chacun parle pour lui-même en présence des autres

Ex «représentations initiales sur l'Air » : « Dans le soleil » / « Dans la neige » / « Dans les arbres, parce que ça fait de l'air, du vent » / « en hiver, en montagne ».... Ne sont pas des communications qui peuvent déboucher sur une hypothèse commune.

# Construction des représentations

- Or, affirme Vygotski, le langage égocentrique ne régresse pas au fil des ans comme le pense Piaget, mais progresse.
- Certes, la quantité de langage égocentrique diminue, mais sa qualité, la richesse de sa structure, augmentent avec les ans.
- Interpréter, comme le fait Piaget, la baisse quantitative de ce langage comme un symptôme de régression équivaut à considérer que l'enfant régresse en calcul lorsqu'il cesse de compter à haute voix sur ses doigts pour passer au calcul mental.

# Construction des représentations

- Vygotski attribue au langage égoцентриque une fonction majeure. Là où Piaget ne voit que rêverie, lui repère un moyen de pensée réaliste de l'enfant.
  - Il conclut de ses recherches que ce langage présente une grande parenté avec le langage intérieur, dont il constitue une ébauche. En fait, écrit-il, «le langage égoцентриque est un langage intérieur par sa fonction psychique et un langage extériorisé par sa nature physiologique».
- => importance de laisser ce temps de construction se faire pour ce qu'il est

# Construction des représentations

- De fait, nous explique aussi Vygotski, les concepts quotidiens ne se développent pas du tout comme les concepts scientifiques.
- Les premiers sont connus dans l'expérience concrète, les seconds à la suite d'une explication du maître, «*dans une situation de collaboration entre le pédagogue et l'enfant*». *L'enfant sait manier les concepts spontanés mais n'en a pas conscience, il a en fait conscience de l'objet beaucoup plus que du concept lui-même. Inversement, l'enfant prend dès le début beaucoup mieux conscience des concepts scientifiques que des objets qu'ils représentent.*

# Construction des représentations

- comment l'enfant apprend-il? Vygotski s'oppose à deux courants théoriques contemporains de son époque (les années 30). D'une part, le behaviorisme qui considère que le développement mental et l'apprentissage ne sont rien d'autre qu'une accumulation de réflexes conditionnés.
- L'apprentissage implique *un véritable et complexe acte de la pensée, et un rôle essentiel de relation.*
- Alors que Piaget considère que le développement doit précéder l'apprentissage, Vygotski affirme, lui, que «*l'apprentissage devance toujours le développement* ».

# Construction des représentations

- Rôle essentiel de la collaboration : *«l'élément le plus déterminant pour l'apprentissage et le développement»*.  
*Car «ce que l'enfant sait faire aujourd'hui en collaboration, il saura le faire tout seul demain»*.
- => *Zone proximale de développement ou zone « prochaine »*
- la thèse plus générale de Vygotski selon laquelle le développement de l'intelligence trouve son origine dans les relations interpersonnelles, a donné lieu à de multiples recherches.

# Construction des représentations

- Approche plus psychologique (Piagetienne)
- Entre 2 et 6 ans, l'enfant accède à la représentation, c'est à dire dans un sens large à la pensée. Il va pouvoir évoquer des faits passés, anticiper ou imaginer des événements à venir, établir des liens entre les différentes expériences qu'il vit. Cette ré-élaboration de la réalité par la structuration de l'espace, du temps, des relations entre les objets et des liens de causalité est indispensable à la mise en place des apprentissages dits fondamentaux.

# Construction des représentations

- La pédagogie en maternelle doit donc favoriser l'émergence de la fonction symbolique en partant de l'activité de l'enfant et en l'accompagnant de sollicitations de la part de l'adulte qui vont amener l'enfant à penser le monde qui l'entoure.
- Les deux mots clés sont donc " activité " et " représentation ", dont **le langage en tant que manifestation de l'accès à la fonction symbolique et moyen d'interaction entre l'enfant et l'adulte.**

# Construction des représentations

- La pédagogie en maternelle doit reposer sur l'activité de l'enfant qui va permettre de passer de l'action sensori-motrice à la représentation symbolique.
- Ceci signifie que l'on ne passe pas trop rapidement à un travail au plan symbolique " sur fiches " et qu'on laisse aux enfants du temps pour agir, pour manipuler pour jouer. Certes, le cahier de l'enfant sera peut-être moins riche et moins esthétique à la fin de l'année, mais il est important de valoriser l'action. Ce besoin est particulièrement prégnant pour les enfants qui ne bénéficient pas de ce que l'on peut appeler les " expériences premières " dans un milieu peu sollicitant.

# Construction des représentations

- Les enseignants doivent découvrir et mettre en place de façon systématique ce temps d'évocation après l'action.
- C'est sans doute le changement le plus important dans leurs pratiques pédagogiques.
- les enseignants doivent intérioriser cette démarche de questionnement qui vise à faire construire par les enfants le lien causal conscient.

# Construction des représentations

- Là encore, ces sollicitations sont essentielles lors des activités scientifiques, mais elles peuvent également accompagner tous les moments de la vie du jeune enfant.
- Des enfants curieux poseront spontanément des questions aux enseignants, mais tous ne le sont pas et certains vivent passivement dans un monde de routines et d'évidences qu'ils ne dépasseront jamais si on ne les y invite pas.

# Construction des représentations

- En conclusion on pourrait dire :
  - Laisser les enfants parler leurs représentations le plus longtemps possible n'est pas un frein à l'apprentissage, mais une aide à la formation de concepts, à la pensée.
  - Mieux vaut des représentations erronées mais formulées que pas de représentation du tout.
  - L'apprentissage précède le développement (pas de pédagogie de l'attente).
  - La médiation et les relations sont essentielles (socioconstructivisme) pour apprendre.