

## Module de la didactique de la physique – chimie

### Apports théoriques : Le changement conceptuel

#### 1. Position du problème :

Il a été remarqué que les apprenants ont des conceptions initiales alternatives (ou intuitives) différentes de ce qu'on leur enseigne à l'école, en particulier dans le domaine des sciences. Ces conceptions sont résistantes et il n'est donc pas facile de les modifier de telle sorte à ce qu'elles laissent place à des conceptions scientifiques en accord avec le savoir institutionnel. La question que nous allons poser ici est de voir comment il est possible de favoriser un changement conceptuel, permettant à l'apprenant de passer de sa conception initiale alternative à la conception que l'on veut qu'ils retiennent ?

Pour ce faire, plusieurs questions ont été posées telles que :

- Comment favoriser l'apprentissage des concepts scientifiques ? Qui devient « comment favoriser le passage d'une conception alternative à une conception scientifique ? »
- Comment décrire l'état cognitif d'un apprenant et son évolution en cours d'apprentissage ?
- Doit-on définir plusieurs modèles de Changement Conceptuel ?

#### 2. Origine et définition de la théorie du changement conceptuel

##### *2.1. Origine de la théorie du changement conceptuel*

La notion de « changement conceptuel » a été introduite et érigée en théorie par Posner (1982) dans le cadre de l'enseignement de la physique. Inséré ensuite dans un cadre constructiviste par des auteurs comme Von Glaserfeld, il fut étendu à l'enseignement de la biologie par Dick et Carey en 1990 et fut employé dans de nombreuses études sur l'apprentissage et l'instruction dans des domaines non scientifiques (Guzetti & Hynd, 1998 ; Mason, 2001 ; Schnotz et al. 1999 ; Vosniadou, 1994). Il fit ensuite l'objet de nombreux développements, dans la littérature anglosaxonne notamment, s'appuyant sur des positions de différents ordres (épistémologique, ontologique, socioaffectif...).

##### *2.2. Définitions de la théorie du changement conceptuel*

###### **Définition 1 :**

Le changement conceptuel est généralement défini comme un apprentissage qui modifie ou restructure les conceptions préexistantes (les croyances, idées ou façons de penser) ; c'est ce qui le distingue d'autres formes d'apprentissage. Apprendre n'est pas simplement accumuler de nouvelles données ou développer un nouveau savoir-faire. Dans le changement conceptuel, une conception existante est fondamentalement changée, ou même remplacée, et devient le cadre conceptuel que les élèves utilisent pour résoudre des problèmes, expliquer un phénomène et évoluer dans leur monde.

###### **Définition 2 :**

## Doc.1.2 word

Le changement conceptuel peut être comme le processus par lequel les conceptions qui ne sont pas issues de modèles rationnels et scientifiques, se développent et se raffinent afin de devenir des conceptions scientifiques.

### Définition 3 :

Selon Duit et Treagust (2003), consiste à considérer qu'il existe deux types de changement conceptuel, nommés :

- Assimilation, restructuration faible du savoir, ou capture conceptuelle ;
- Accommodation, restructuration forte (ou radicale) du savoir, ou échange conceptuel.

### 3. Le conflit cognitif comme base de développement de nombreux modèles et stratégies selon la théorie du changement conceptuel.

Les idées préconçues des apprenants résistent au changement parce que les apprenants se sont appuyés sur ces notions existantes pour comprendre et fonctionner dans leur monde, ils ne peuvent pas facilement abandonner leurs idées et adopter une nouvelle façon de penser. Ainsi, le simple fait de présenter un nouveau concept ou de dire aux apprenants que leurs opinions sont inexactes n'entraînera pas de changement conceptuel. L'enseignement du changement conceptuel nécessite une approche constructiviste dans laquelle les apprenants jouent un rôle actif dans la réorganisation de leurs connaissances. Les stratégies cognitives de conflit, dérivées d'une vision constructiviste piagétienne de l'apprentissage, sont des outils efficaces pour enseigner le changement conceptuel (Duit, 1999). Ces stratégies impliquent de créer des situations où les conceptions existantes des apprenants sur des phénomènes ou des sujets particuliers sont explicitées puis directement remises en question afin de créer un état de conflit cognitif ou de déséquilibre.

### 4. La stratégie de changement conceptuel

Le conflit cognitif a été utilisé comme base pour développer de nombreux modèles et stratégies permettant de dépasser cet obstacle et d'enseigner selon la théorie du changement conceptuel. Bien que ces modèles suggèrent des méthodes et techniques variées, elles partagent une structure similaire à la stratégie de changement conceptuel proposée par Nussbaum et Novick (1982) :

#### a. **Découvrir les conceptions préalables des élèves :**

L'objectif de cette étape est d'aider les élèves à reconnaître et à commencer à clarifier leurs propres idées et compréhensions. Une fois que les conceptions des élèves ont été explicitées, les enseignants peuvent alors en principe les utiliser comme base pour continuer leur instruction.

#### b. **Discuter et évaluer les conceptions préalables :**

L'objectif de cette deuxième étape est de faire en sorte que les élèves clarifient et révisent leurs conceptions originelles par le biais de discussions en petits groupes et en classes entières (Stepans,

## Doc.1.2 word

2009). Typiquement, le professeur demande pour commencer à plusieurs élèves de décrire leurs représentations (conceptions). Une fois toutes les conceptions présentées, le professeur amène la classe à évaluer chacune d'entre elles pour déterminer si elle est intelligible, plausible et féconde quand il s'agit d'expliquer le cas exposé.

c. **Créer un conflit conceptuel avec ces conceptions préalables :**

Pour créer un conflit encore plus grand, le professeur présente un « cas incompatible ». Le cas incompatible est un phénomène ou une situation qui ne peut être expliqué grâce aux conceptions actuelles de l'élève, mais peut l'être par le « concept » qui est le sujet de l'enseignement. Si la matière est la science, les élèves pourront suggérer une expérience. Le professeur pourra aussi exposer un cas incompatible en présentant des données anormales qui contredisent manifestement les conceptions actuelles de l'élève (Chinn & Brewer, 1993).

d. **Encourager et guider la restructuration conceptuelle :**

Enfin, on devra donner aux élèves du temps pour réfléchir et réconcilier les différences entre leurs conceptions et la théorie visée. Le professeur devra incorporer des activités réflexives dans ses cours pour promouvoir l'accommodation cognitive ou la restructuration des conceptions de l'élève. Cela conduit à la conception d'un environnement coopératif d'apprentissage, considéré par Davis comme « nécessaire à un enseignement réussi par le changement conceptuel » (2001).

### 5. Différents paradigmes pour le fonctionnement cognitif d'un apprenant :

Il y'a une divergence de vue sur l'origine des préconceptions :

- Vosniadou (1992) : propose les conceptions des élèves comme faisant partie d'un référentiel théorique cohérent dans lequel ils chercheront à inscrire les nouveaux apprentissages. Il serait formé d'un certain nombre de croyances ou « cadres théoriques naïfs » comme : « Ce qui ne se voit plus, n'existe plus ». D'un autre sens, il suppose que les structures sous-jacentes aux conceptions des élèves sont cohérentes, c'est-à-dire que les conceptions, des modèles mentaux, selon sa terminologie, découlent d'une organisation des observations, des croyances et des présuppositions épistémologiques et ontologiques que l'élève a en tête.
- Un autre courant s'oppose assez radicalement au précédent : diSessa (2008) soutient au contraire que les conceptions peuvent être décomposées en de petits fragments, en pièces (des p-prims), lesquelles sont agencées différemment d'une fois à l'autre selon le contexte ou le phénomène étudié et qui occasionnent les conceptions; qu'elles soient scientifiques ou non. Autrement dit les élèves ne formulent pas leurs conceptions à partir des théories bien élaborées, mais à partir d'habitudes interprétatives intuitives et élémentaires (p-prims).
- Les modèles de Chi considèrent le changement conceptuel comme changement ontologique, 1992, Wittmann (2002) et diSessa<sup>14</sup> (p-prims et coordination classes, 1993), Vosniadou (1994) et Balacheff (1995) (le problème de la cohérence chez l'apprenant).

## Doc.1.2 word

Mais toutes convergent toutefois vers une idée commune : pour permettre à l'apprenant de modifier sa conception erronée en conception experte, il doit se rendre compte par lui-même de l'incompatibilité de sa conception et construire une conception nouvelle plus adaptée. Et qu'un conflit cognitif doit avoir lieu et c'est lui qui permettrait le changement conceptuel (Astolfi et al 2008). Le rôle de l'enseignant est de montrer à l'apprenant le chemin pour arriver à la conception experte. Pour ce faire, il doit connaître à quel « endroit » cognitif de départ se trouve l'élève. Une stratégie de travail pour l'enseignant est d'étudier les erreurs commises par les apprenants dans le sens où elles sont le témoin des écarts entre la conception de l'élève et la conception experte à laquelle l'apprenant doit aboutir.

### 6. Modèles et différentes approches de changement conceptuel

Le changement conceptuel s'inscrit dans le paradigme du constructivisme. Le changement conceptuel est favorisé lorsqu'un concept est abordé à quelques reprises dans différents contextes. Les chercheurs Posner, diSessa, Vosniadou et Giordan ont tenté de conceptualiser et d'expliquer le processus d'évolution des conceptions initiales aux conceptions scientifiques visées. Ils ont ainsi développé des modèles de changement conceptuel. Les trois modèles de changement conceptuel en ont un objet commun, le changement conceptuel, ils divergent sur certains points. Selon les trois modèles, l'élève est amené à construire ses connaissances et est en interaction avec son environnement ainsi qu'avec son enseignant ou ses pairs.

De nombreux modèles ont été élaborés pour expliquer ou décrire le changement conceptuel, le mécanisme par lequel un élève peut surmonter l'obstacle que représentent sa conception antérieure à fin d'adhérer à une nouvelle conception, plus scientifique.

On distingue trois types de modèles de changement conceptuel :

- a. Les modèles des « théories intuitives »
- b. Les modèles des « éléments d'intuition »
- c. Les modèles de « coexistence ».

#### 6.1. Modèles des « théories intuitives » : L'approche classique de Posner et al. (1982).

**Définition :**

« **Les théories intuitives** : Un enfant n'est pas un esprit vide avant d'entrer à l'école, avant de commencer à étudier l'enfant a déjà créé une série de théories qui expliquent sa réalité, il s'agit des théories intuitives. Les théories intuitives reposent sur un raisonnement rapide de la perception de sa réalité et représentent le sens commun de l'enfant. Exemple de théorie intuitive l'enfant pense que la terre est plate ».

Toutes les études menées dans ce contexte ont indiqué que ces conceptions alternatives étaient particulièrement persistantes et résistantes au changement, posent ainsi un obstacle et ne peuvent être modifiées aisément, même par l'enseignement.

## Doc.1.2 word

L'approche classique du changement conceptuel élaborée par Posner et al. (1982) : il s'agit d'une analogie entre les concepts d'assimilation et d'accommodation de Piaget (signalés dans la page précédente) et la Structure des révolutions scientifiques proposée par Kuhn (1962).

Selon Posner et al., les apprenants doivent passer par une "révolution" similaire dans leurs conceptions, **un changement conceptuel radical**, pour pouvoir remplacer leurs conceptions alternatives par les conceptions scientifiquement correctes.

Le changement conceptuel peut être défini comme étant **une transition menant à un changement de gestalt, qui se produirait sur une courte période de temps**. Si on souhaite promouvoir un tel changement conceptuel chez des apprenants, **la meilleure stratégie d'enseignement pouvant être utilisée est de les faire passer par un conflit cognitif**. Néanmoins, selon leur théorie, il faut réunir quatre conditions précises pour que ce changement conceptuel se produise :

- Il doit y avoir une insatisfaction par rapport aux conceptions existantes ;
- Une nouvelle conception doit être intelligible ;
- Une nouvelle conception doit être plausible ;
- Une nouvelle conception doit être féconde, c'est-à-dire offrir plus de possibilités que la conception initiale.

### 6.2. Modèle de Chi

Pour le paradigme des misconceptions, Chi considère que toute entité est classable dans une catégorie ontologique (**entités/processus/états mentaux**) pourvue d'attributs. Pour lui, face à une situation donnée, l'apprenant attribue à l'entité qui est en jeu des attributs qu'on peut repérer dans son discours. Les concepts scientifiques appartiennent à une catégorie ontologique particulière. C'est le particularisme de la catégorie des concepts scientifiques qui fait que l'apprenant a du mal à les acquérir, parce qu'il les catégorise la plupart du temps comme des événements.

Chi, Slotta et de Leeuw : proposent une autre approche du changement conceptuel qui est liée à la catégorisation des concepts. Pour Chi et al. : « La signification d'un concept est déterminée par la catégorie à laquelle il est attribué ». Par exemple, pour la baleine, le passage de la catégorie « poisson » à la catégorie « mammifère », est accompagné par un changement conceptuel du concept « baleine ». **Chi propose trois catégories, la matière, les processus et états mentaux et il considère qu'un changement conceptuel est nécessaire quand le concept d'un apprenant relève d'une catégorie différente de celle à laquelle appartient le concept scientifique à apprendre**.

L'ontologie de ces concepts est différente dans le cas des connaissances naïves et scientifiques, ce qui conduit à des points de vue différents sur le monde, en particulier quand il s'agit d'affecter une cause aux événements observés.

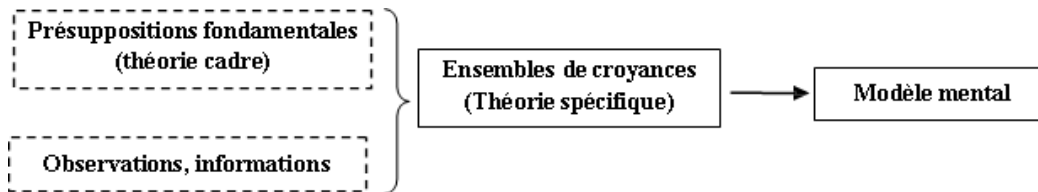
**En effet, en didactique on a montré que l'acquisition d'un nouveau concept scientifique demande une modification profonde du sens du concept initial et ses relations avec les autres concepts. Par exemple en**

**Doc.1.2 word**

**mécanique**, Dykstra (1992) montre que les élèves passent d'une causalité entre force et vitesse, en début d'enseignement, à une relation qui lie les deux concepts par « quand l'accélération d'un objet n'est pas nulle, alors une force existe et inversement ». Dans cette évolution, la force passe de la catégorie base « matière », c'est-à-dire propriété d'un objet à celle de « processus ». Néanmoins, dans cette théorie, il n'est pas envisagé la possibilité de coexistence de plusieurs types de connaissances appartenant à des catégories ontologiquement différentes.

**6.3. Modèle de Vosniadou**

Selon Vosniadou (1994), sur la base de **présuppositions fondamentales et d'observations**, l'élève se construit certaines croyances, qui s'incarnent dans un modèle mental lorsqu'il est sollicité. **Le modèle mental se change progressivement, à la suite de la modification progressive de ses déterminants.**



**Problème de la cohérence chez l'apprenant : Vosniadou**

Il y a des moments dans le développement d'un individu où un certain modèle mental relatif à une classe de phénomènes est fixé ; pendant ces phases l'individu répond de façon cohérente.

Exemple : à 4 ans, un enfant utilise en général un modèle de « force interne » (associée au poids d'un objet) ; à 12 ans il utilisera plutôt un modèle de « force acquise » (associée au mouvement de l'objet). Il y a d'autres phases de transition où l'individu utilise des modèles mixtes : il peut alors produire des réponses incohérentes entre elles à un ensemble de questions : construction d'un modèle synthétique.

Le modèle de Vosniadou (1994) insiste sur le fait que **les connaissances des élèves s'inscrivent à l'intérieur d'un cadre théorique (theoretical framework)**. **Pour cette auteure, un cadre théorique est établi dès la jeune enfance et forme la base de l'épistémologie et de l'ontologie individuelle.**

**Quelques éléments du cadre théorique naïf et de la théorie spécifique concernant le concept de force**

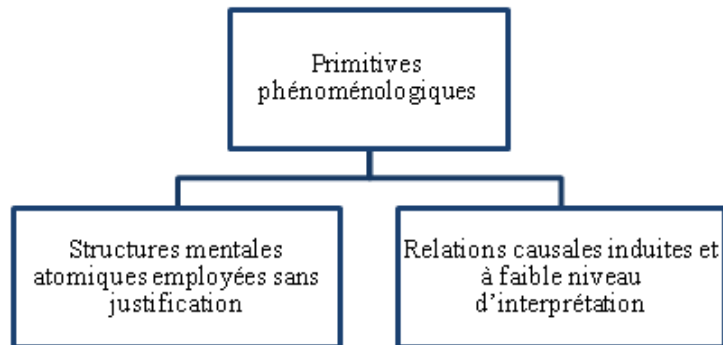
Cadre théorique naïf	Théorie spécifique
<ul style="list-style-type: none"> <li>● La force est une propriété des objets ;</li> <li>● Les objets inanimés ne bougent pas par eux-mêmes ;</li> <li>● Le mouvement des objets inanimés nécessite une explication ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Certains objets réagissent à une force externe et d'autres pas ;</li> <li>● Les objets inanimés ont besoin d'être poussés pour bouger ;</li> <li>● Les objets inanimés arrêtent de bouger par eux-mêmes ;</li> <li>● Les objets qui réagissent à une force externe possèdent la propriété du poids et de la force ;</li> </ul>

## Doc.1.2 word

<ul style="list-style-type: none"><li>• Une explication devrait être formulée en termes d'agent causal.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Une force acquise cause le mouvement d'un objet inanimé ;</li><li>• Les objets cessent de bouger quand ils acquièrent une force dissipative.</li></ul>
---	--

### 6.4. Modèles des « éléments d'intuition » ou « des intuitions désorganisées » : Modèle de diSessa (1993)

Selon diSessa (1993), les élèves possèdent une multitude de petites « intuitions » désorganisées, activées et efficaces dans des contextes très précis, elles sont appelées « p-prims ».



Il s'agit de petites structures de raisonnement simples découlant de notre expérience du réel et qui nous servent à organiser et interpréter les observations. Elles sont dites primitives pour exprimer le fait qu'elles sont souvent auto-explicatives (quelque chose arrive parce que c'est dans la nature de cette chose d'arriver ainsi), mais aussi, et peut-être surtout, parce que ces structures auto-explicatives peuvent être vues comme les éléments primitifs à la base des mécanismes cognitifs (les éléments les plus atomiques et isolés de mémoire que la structure mentale puisse trouver).

Elles sont aussi dites phénoménologiques, parce qu'elles proviennent souvent d'une interprétation superficielle des données de l'expérience et aussi parce que, une fois établies, elles constituent un vocabulaire riche à travers lequel on se souvient et interprète les données de l'expérience. Ce sont en quelque sorte des schémas tout prêts, simples et fonctionnels. Nous donnerons des exemples de primitives phénoménologiques plus loin.

En plus de cette définition, diSessa propose des principes permettant d'identifier les p-prims. Comme ensemble, ces principes peuvent être considérés comme une définition opérationnelle de la notion de p-prim. Limitons-nous à deux de ces principes en guise d'exemples (diSessa en énumère près de vingt) :

- **Principe d'évidence** : les p-prims s'auto-suffisent, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas besoin d'être expliquées, parce qu'elles sont « évidentes ».
- **Principe d'impénétrabilité** : les p-prims étant les plus petites unités de raisonnement, elles ne peuvent être expliquées (quoique d'autres p-prims peuvent parfois être reliées à la p-prim étudiée).
- Ensemble, ces p-prims forment ce que diSessa appelle le sens naïf de la physique.

- **Le changement conceptuel selon ce modèle implique une réorganisation en profondeur des p-prims, un processus qui demande généralement un certain temps. Lors de cette réorganisation, les relations causales intuitives tirées de l'observation et l'expérience, qui ne sont pas nécessairement erronées, peuvent être réinvesties dans l'apprentissage.**

Exemples de « p-prims »
« Force as a mover » : une force ponctuelle entraîne un déplacement dans la même direction qu'elle.
« Ohm's p-prim » : une force produit toujours un mouvement contre une friction.
« Dying away » : tous les mouvements s'estompent.
Version générale : un « agent » produit un « résultat » face à une « résistance » Voir schéma c'est dessous

Selon ce modèle, l'apprentissage conceptuel passe par :

- Une activation des bonnes intuitions dans les contextes pertinents. Mettre sa main entre un livre et la table.
- Une inhibition des mauvaises intuitions.
- Une réassignation des p-prims aux bons objets et aux bonnes propriétés  $F = b v$  devient  $F = m a$ .
- Une coordination des p-prims pour couvrir tous les aspects du phénomène.

Il s'agit de domestiquer les intuitions pour constituer un nouveau « sens du mécanisme ».

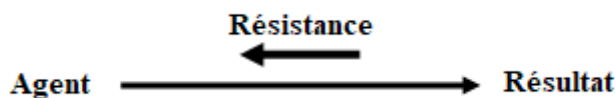
#### 6.5. Problème de la cohérence chez l'apprenant : diSessa

Selon les travaux de la même auteure, des situations différentes, ou des sollicitations différentes du milieu dans la même situation, vont provoquer chez l'apprenant l'activation de p-prims différentes. Au fil des apprentissages, la palette des p-prims disponibles s'agrandit.

Le modèle phénoménologique de diSessa (1993) s'inscrit dans la perspective de la continuité. Le but avoué de ce chercheur dans son article *Toward an Epistemology of Physics* (diSessa, 1993) est de fonder une épistémologie de la physique intuitive.

Les classes de coordinations sont des ensembles de p-prims assez larges ; ce sont des moyens connectés systématiquement de recueillir de l'information sur le monde.

Exemples de p-prims (un « agent » produit un « résultat » face à une « résistance »)



#### ❖ p-prim d'Ohm

- **Force comme agent du mouvement** (« force as a mover ») : Selon cette p-prim, un objet se déplace toujours dans la même direction que celle où la force s'exerce. Lorsqu'on exerce une force sur un objet initialement au repos, l'objet se dirige dans la même direction que la force exercée. Lorsqu'un

## Doc.1.2 word

objet est en mouvement, il se dirige quand même dans la direction de la force ou du coup exercé, indépendamment dit mouvement initial.

- **Atténuation (« *dyingaway* »)** : peu importe les conditions externes (avec ou sans frottement), le mouvement s'atténue, diminue d'intensité jusqu'à s'arrêter. Un objet en mouvement finit par s'arrêter. Un pendule qui oscille montre une amplitude d'oscillation sans cesse décroissante. Une soupe se refroidit à cause du temps qui passe.
- **Annulation (« *cancelling* »)** : cette p-prim concerne les cas d'équilibre dynamique où deux influences s'affrontent l'une, l'autre. La p-prim d'annulation intervient lorsque les deux influences s'annulent mutuellement de sorte que leur action combinée ne produit aucun effet.
- **Dépassement ou déséquilibre (« *overcoming* »)** : contrairement à la p-prim d'annulation, la p-prim de dépassement peut se manifester dans une situation où les deux influences qui s'affrontent ne présentent pas la même intensité. Lorsqu'une influence l'emporte sur l'autre, l'annulation est rompue.

Contrairement à la perspective de la rupture, le modèle de diSessa ne conçoit pas l'apprentissage comme étant un changement de conceptions, mais plutôt un changement dans l'utilisation ou la sélection des p-prim. Apprendre, c'est savoir choisir et utiliser les bonnes p-prim dans les bonnes situations.

### 6.6. Modèles de « coexistence »

Il s'agit des modèles de coexistence des conceptions intuitives et scientifiques en même temps. La représentation intuitive demeure, et l'explication scientifique s'ajoute à elle. L'étudiant se développe un « profil conceptuel », un répertoire de possibilités conceptuelles dans lequel il pige selon les situations. L'apprentissage donc consiste à acquérir la représentation scientifique, à reconnaître les situations où celle-ci doit être employée et à inhiber la conception initiale dans certains contextes. Les conditions nécessaires pour que cet apprentissage se réalise sont les suivantes :

- ✓ Apprendre la conception scientifique ;
- ✓ Développer une sophistication épistémologique ;
- ✓ Pratiquer l'activation à l'aide d'exemples, et l'inhibition à l'aide de contre-exemples.

Les trois types de modèles et leurs implications pédagogiques sont résumés dans le tableau suivant :

	<b>Remplacement</b>	<b>Coordination</b>	<b>Coexistence</b>
Type de modèle de changement conceptuel	Les « théories intuitives » à remplacer	Les « éléments intuitifs » à coordonner	La physique intuitive à inhiber en faveur de la physique scientifique
Implications pédagogiques	Faire ressortir explicitement les théories intuitives Travailler à remplacer	Identifier les éléments intuitifs clefs qui sont partiellement valides	Reconnaître que l'on peut avoir plusieurs ressources

## Doc.1.2 word

	leurs déterminants Confronter à l'aide de contre-exemples Montrer l'efficacité de l'explication scientifique	Associer à ces éléments intuitifs les bons objets et bonnes propriétés Coordonner les intuitions entre elles et aux contextes	conceptuelles pour comprendre une situation Exposer des erreurs pour pratiquer et faire pratiquer l'inhibition
--	--	--	---

### 7. La difficulté et limites du changement

#### 7.1. Difficulté

Constatant la difficulté du changement conceptuel, les auteurs s'en remettent alors quasiment exclusivement à l'analyse de la conception future : une fois que la conception initiale a été identifiée par l'élève et perturbée par l'enseignant (deux opérations considérées comme faciles à mettre en oeuvre), il suffit de rendre intelligible, plausible et féconde la conception de remplacement. Ces critères nous seront certes d'une grande utilité, **mais ils placent la difficulté sur l'enseignant et non sur l'élève**. Et ils ne permettent pas de comprendre réellement la résurgence de certaines conceptions, alors même que l'apprentissage semble avoir été effectué.

#### 7.2. Limites

**La première limitation** des recherches dans ce domaine porte sur la nature des savoirs étudiés (Fensham, 2001), essentiellement envisagés comme des connaissances notionnelles isolées plutôt que comme des éléments intimement liés à des processus d'abstraction, de conceptualisation et de formalisation, dont l'utilisation est régie par des processus décisionnels omniprésents, eux-mêmes guidés par des appréciations sociales, affectives et émotionnelles. Cette focalisation sur la dimension rationnelle de l'apprentissage, contestée depuis l'origine dans la théorie du changement conceptuel, reste critiquable en ne portant pas suffisamment d'attention aux processus émotionnels et intentionnels (Sinatra & Pintrich 2003).

**Une deuxième limitation** porte sur la trop faible considération portée à la dimension sociale de l'apprentissage (Matthews, 1993), notamment par rapport à la dimension épistémologique (Duit & Treagust, 1998). D'autres critiques, telles que celles de Vosnadiou & Ioannides (1998) considèrent que la théorie du changement conceptuel porte trop d'attention au conflit cognitif, y recherchant notamment trop souvent un insight qui s'avère plus qu'hypothétique (Limon, 2001) et sous-estimant la difficulté du « changement » à opérer.

### 8. Conclusion

La théorie du changement conceptuel nous fournit une technique pédagogique largement validée et aux résultats incroyables.

## Doc.1.2 word

Nous ne pouvons pas attendre d'appliquer des techniques comme celle-ci en classe si nous voulons vraiment des élèves qui comprennent en profondeur le contenu en physique - chimie et sachent comment l'utiliser de manière critique et constructive.

### Bibliographie

1. Vogel, I. (2012). Review of the Use of "Theory of Change" in International Development. UK Department for International Development (DFID).
2. Weiss, C. H. (1995). Nothing as Practical as Good Theory: Exploring Theory-Based Evaluation for Comprehensive Community Initiatives for Children and Families. Dans J. P. Connell, A. C. Kubisch, L. B. Schorr et C. H. Weiss (dir.), *New Approaches to Evaluating Community Initiatives : Concepts, Methods, and Contexts* (vol. 1, p. 65-92).
3. W.K. Kellogg Foundation. (2004). *Logic Model Development Guide*.
4. Anderson, A. A. (2005). *The Community Builder's Approach to Theory of Change: A Practical Guide to Theory Development*. The Aspen Institute Roundtable on Community Change.
5. Conseil du trésor. (2012). *Approches d'évaluation axées sur la théorie : concepts et pratiques*. Gouvernement du Canada. Repéré le 12 décembre 2016 à <https://www.tbs-sct.gc.ca/hgw-cgf/oversight-surveillance/ae-ve/cee/tbae-aeat/tbae-aeatpr-fr.a.asp>
6. Innoweave. (2016, 17 février). *Accélérateur d'impact d'Innoweave*.
7. de Reviers, B. (2012, mai). *Repères sur les théories du changement*. F3E.
8. Taplin, D. H., Clark, H., Collins, E. et Colby, D. C. (2013). *Theory of Change*. New York: Actknowledge and the Rockefeller Foundation.
9. Bachelard, G. (1968). *Le nouvel esprit scientifique* (1re éd. 1934). Paris, France : Les Presses universitaires de France.
10. Hoeken, H., Kolthoff, M. et Sanders, J. (2016). Story perspective and character similarity as drivers of identification and narrative persuasion. *Human Communication Research*, 42(2), 292-311. DOI: 10.1111/hcre.12076
11. Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. et Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227.
12. Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel, Suisse : Delachaux et Niestlé.
13. Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, US: The University of Chicago Press.