Le développement des connaissances en astronomie chez l'enfant d'école élémentaire

Valérie Frède

Colloque ASTRO-EDU
Séminaire de l'IAP
8 janvier 2021

Un débat

- Acquisition des connaissances :

-Présuppositions innées universelles fortement contraignantes issues de la physique versus pas de présuppositions ou très faiblement contraignantes

- Développement des connaissances :

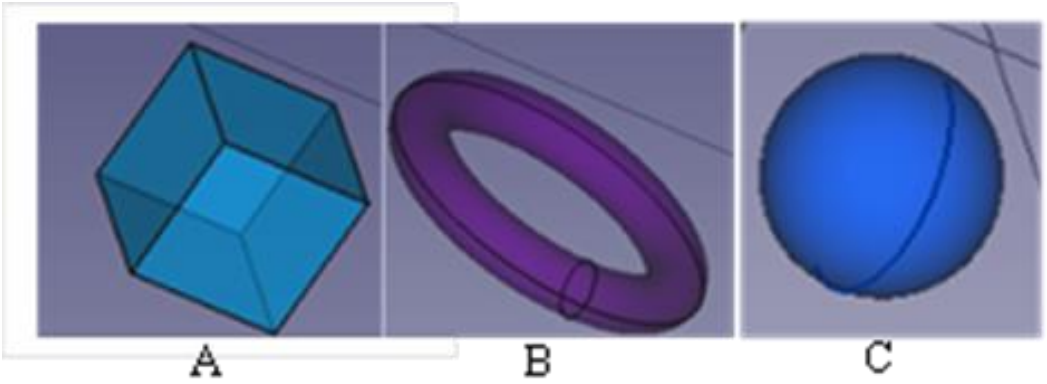
-unitaire : organisé par paliers successifs versus pluriel : trajectoires différentes

- Rôle de la culture

-secondaire versus principal

Théorie naïve

- Les enfants construisent leurs **propres théories** à partir de principes de base pour expliquer certains aspects du monde environnant.
- Ces théories naïves sont caractérisées par une **forte cohérence** interne et un pouvoir explicatif et prédictif.
- Le développement des connaissances est vu comme un processus de révision ou de **restructuration** radicale des théories initiales (naïves) de l'enfant.



(Frède, 2021)

Théorie de la connaissance « par morceaux »

- Les enfants ne présentent aucune structure théorique cohérente interne.
- Les enfants acquièrent des **éléments primitifs de connaissance** (p-prims) à partir de **leurs expériences directes** qui sont activés indépendamment dans des contextes spécifiques.
- Le développement des connaissances est vu comme un processus d'accumulation et de **(ré)organisation des p-prims** qui conduit à un enrichissement progressif sous la forme de structures de plus en plus complexes.

(Frède, 2021)

Théorie des modèles mentaux en astronomie

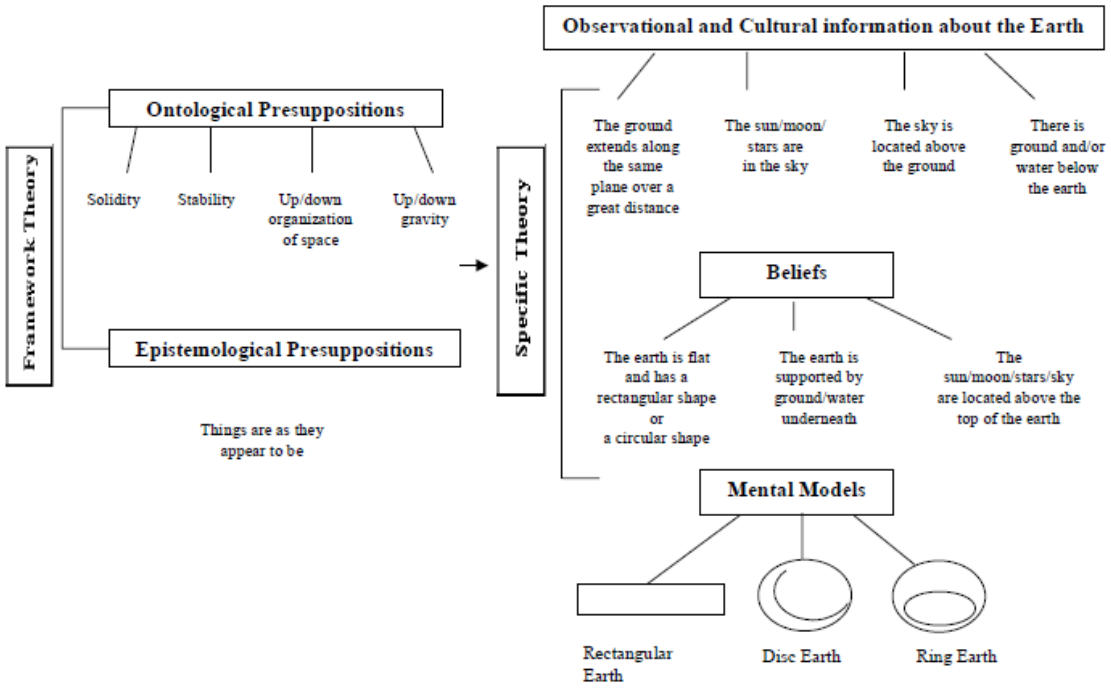
(issue de la vision de la théorie naïve)

L'enfant acquiert et structure de manière cohérente ses connaissances en astronomie sous forme de représentations internes aussi appelées **modèles mentaux** (Vosniadou & Brewer, 1992 ; 1994).

Le développement des connaissances en astronomie est fortement contraint par des **présupposés initiaux et universels** et dans une moindre mesure par le contexte culturel (Vosniadou, 1994).

Structures conceptuelles sous-jacentes

Figure 1. Hypothetical Conceptual Structure Underlying Childrens' Initial Mental Models of the Earth



(Vosniadou, 1994)

Selon Spelke (1991) et Baillargeon (1991 ; 2002), les bébés possèdent des **principes de base innés** qui **guident** l'acquisition de leurs connaissances.

Ces contraintes, appelées également les présuppositions ou intuitions sont organisées dans un cadre théorique plus large de la physique naïve dont les enfants n'ont pas forcément conscience.

Ce cadre théorique de la physique va **contraindre le processus d'acquisition** des connaissances à propos du monde physique.

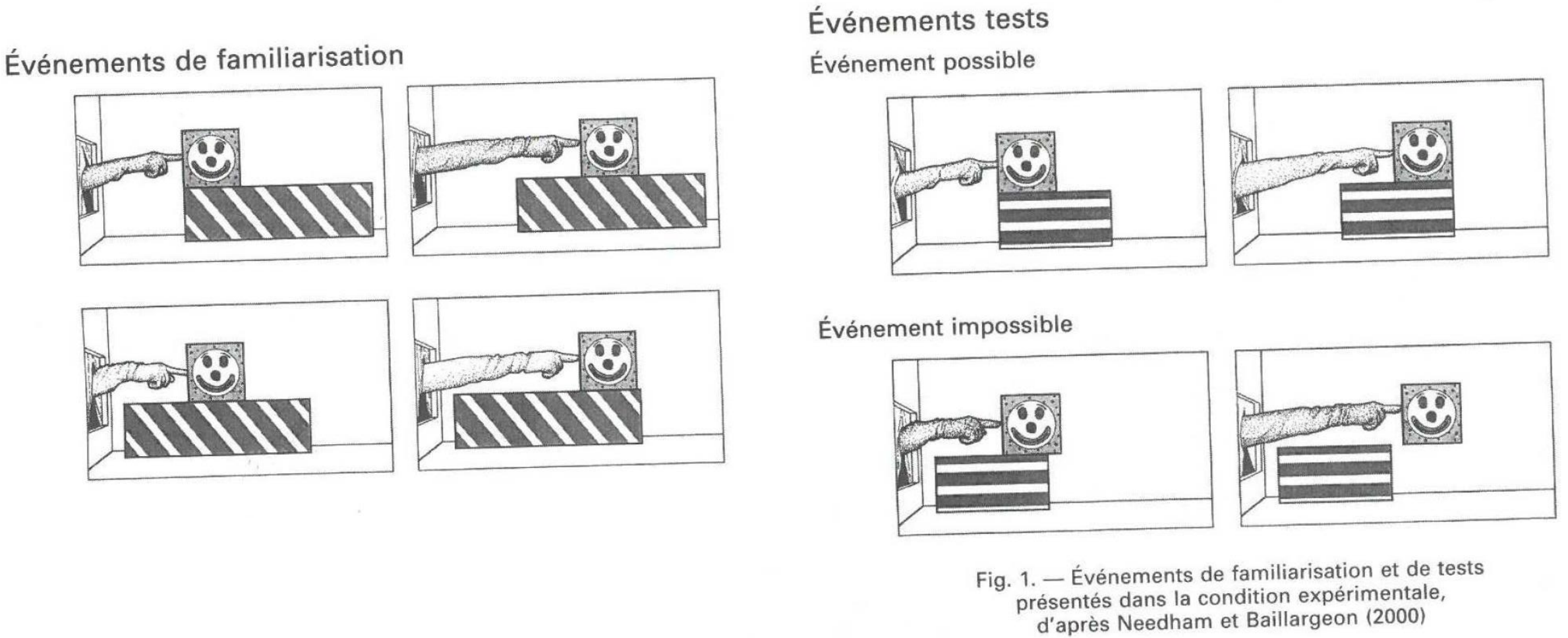


Fig. 1. — Événements de familiarisation et de tests présentés dans la condition expérimentale, d'après Needham et Baillargeon (2000)

-Attente des bébés : voir la boîte tomber lorsqu'elle est poussée à l'extérieur du support (temps de fixation)

Le bébé possède des structures mentales innées (savoirs précoces)

Modèles mentaux de la Terre
Trois catégories

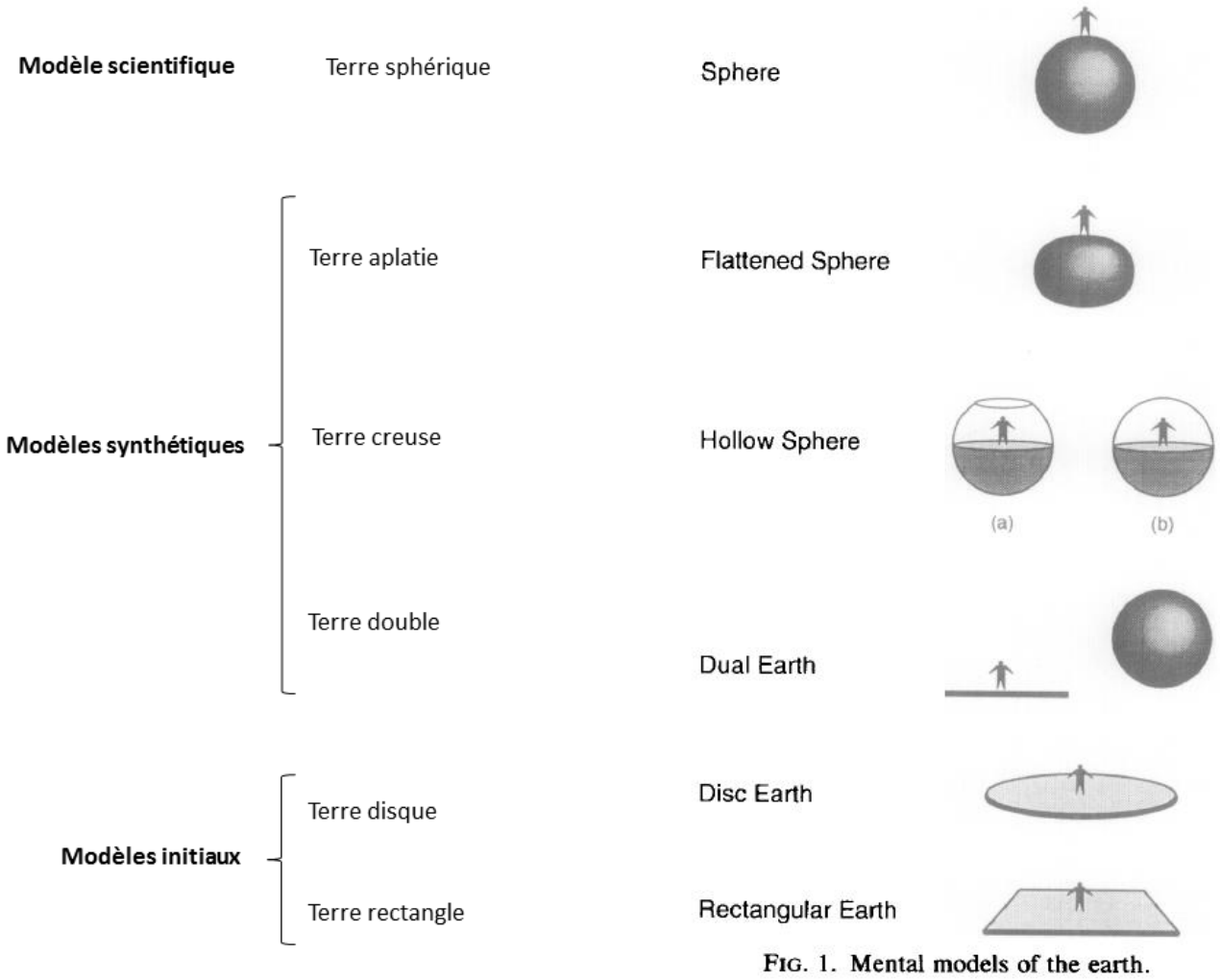


FIG. 1. Mental models of the earth.

(Vosniadou & Brewer, 1992)

Modèles mentaux du cycle journée/nuit

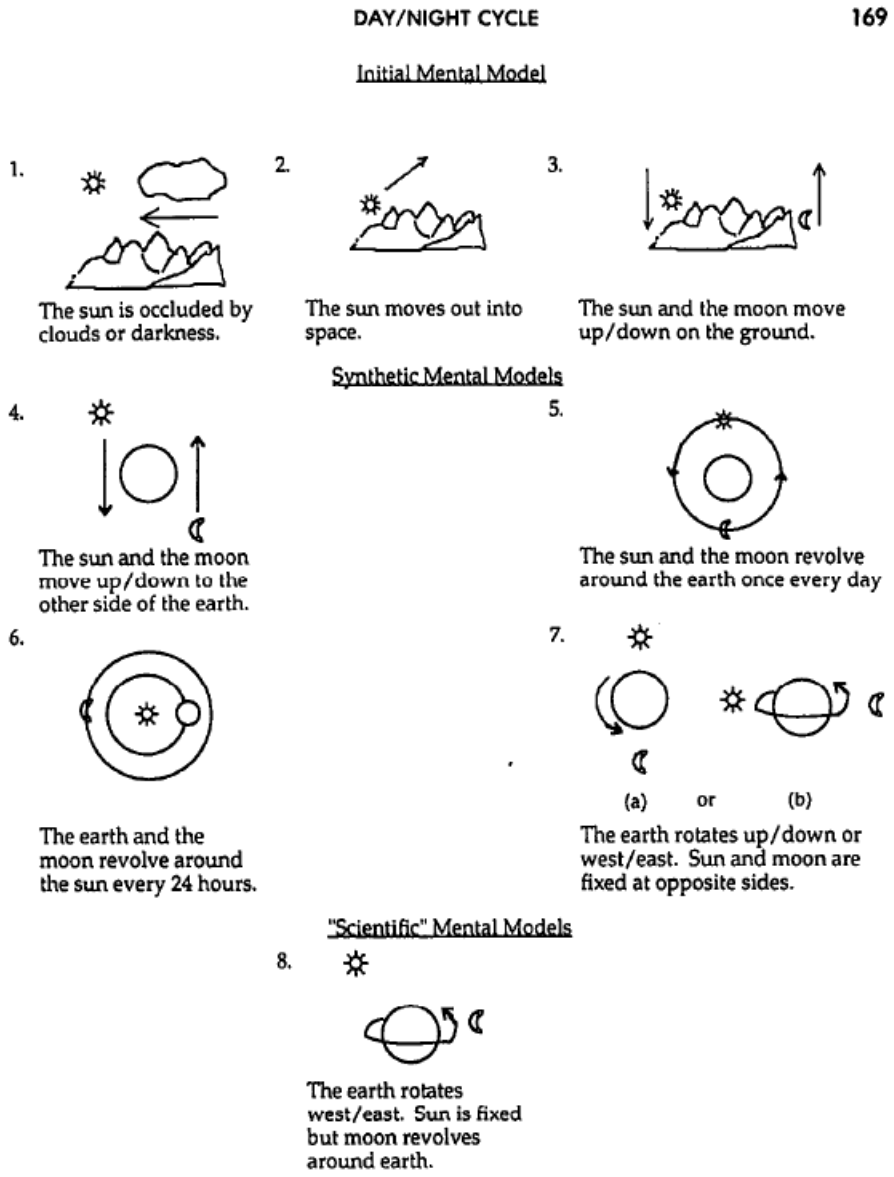
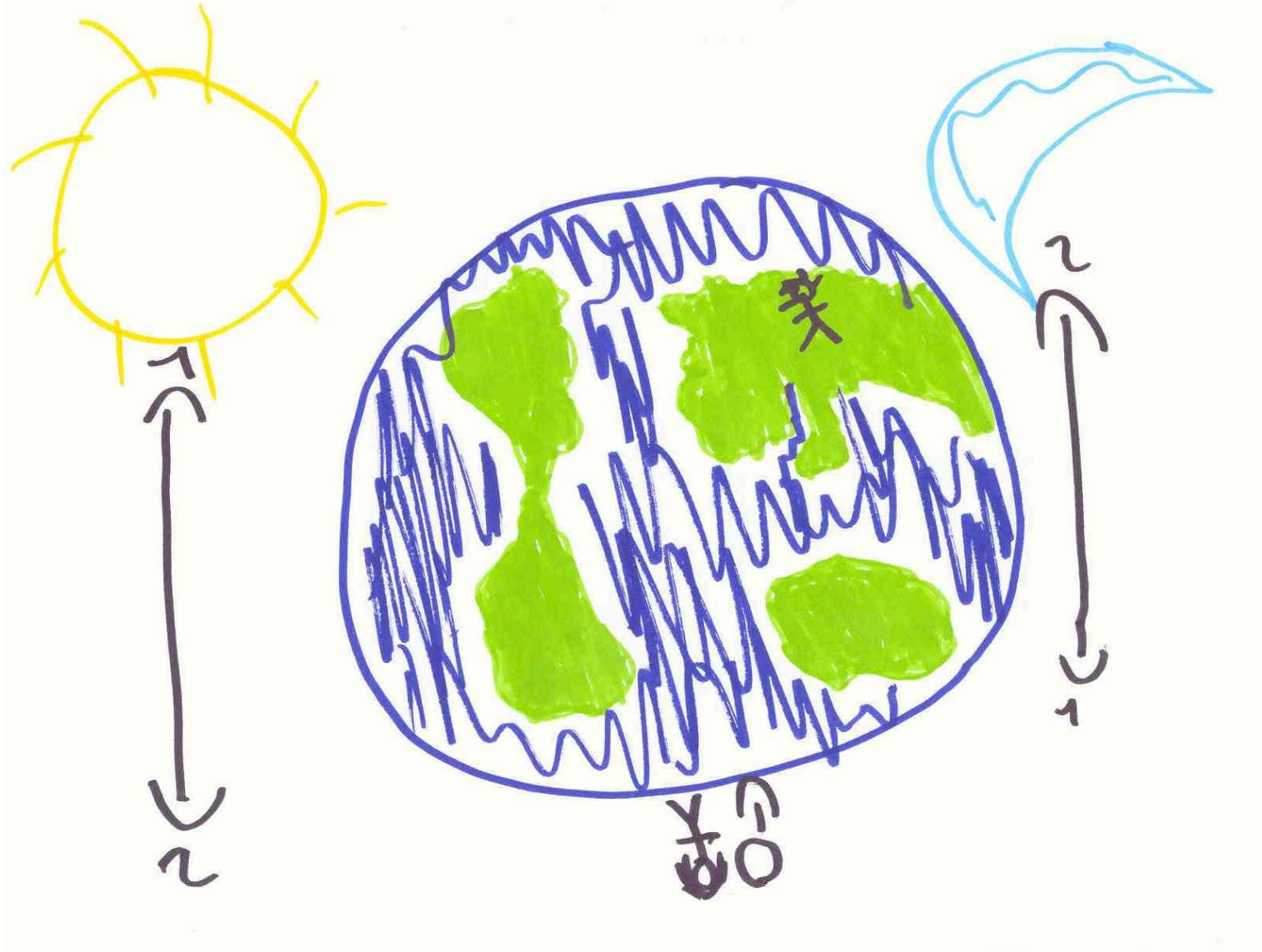


Figure 5. Mental models of the day/night cycle.

(Vosniadou & Brewer, 1994)

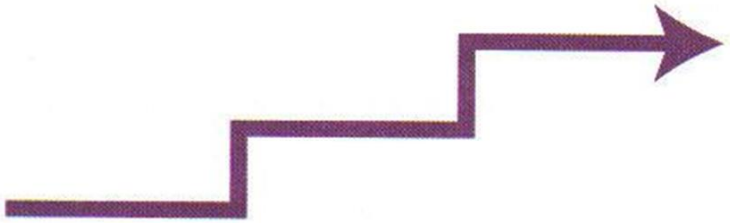
Dessin d’enfant de CM2 illustrant le cycle journée/nuit

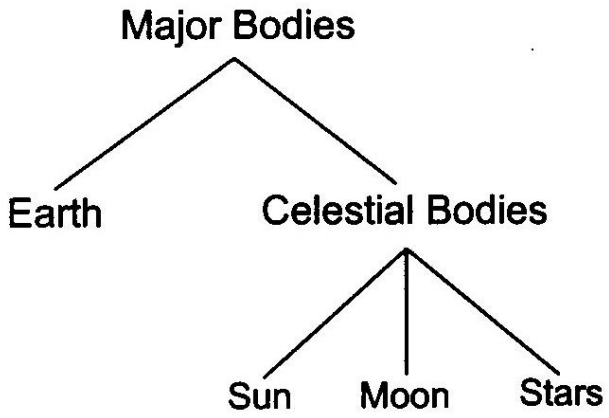


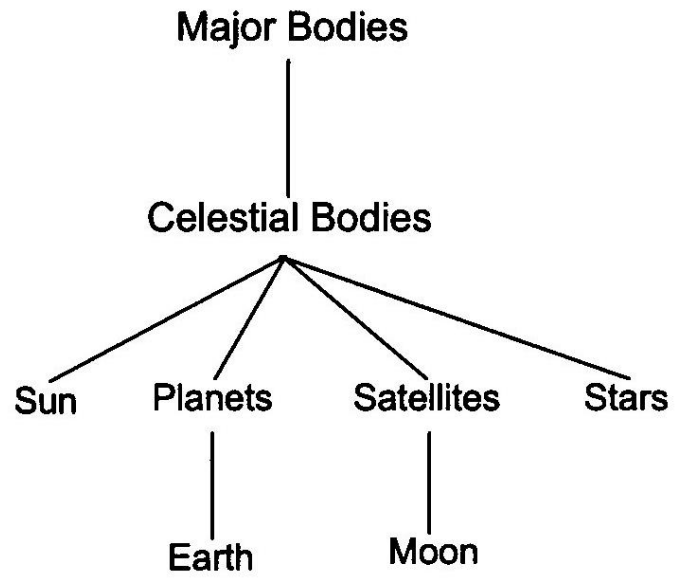
Développement conceptuel : étapes

- Selon Vosniadou et Brewer (1992 ; 1994), entre **65% et 80% des enfants** interrogés possèdent un **modèle mental cohérent** (initial, synthétique ou scientifique) de la Terre et un modèle mental du cycle jour/nuit.

- Schéma développemental linéaire







(Vosniadou, 1994)

Résumé Modèles Mentaux

- Les connaissances des enfants en astronomie sont organisées de manière cohérente, sous forme de représentions internes, identifiables sous la forme de modèles mentaux **universels et en nombre limités.**

- Les explications des enfants - y compris celles qui semblent incompatibles entre elles - sont interprétées comme **l'expression de leurs modèles mentaux «naïfs»** et non scientifiques de la Terre ou du cycle jour/nuit.

- **Il y a une forte influence des présuppositions** (intuitions initiales) innées et universelles sur l'interprétation des observations et informations disponibles liées à l'astronomie

Théorie de la connaissance fragmentée en astronomie

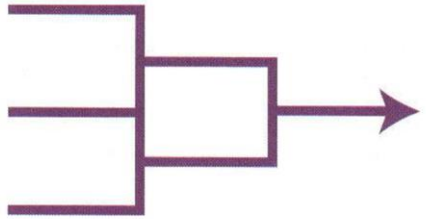
(issue de la théorie de la connaissance par morceaux)

- Les **concepts naïfs en astronomie** des enfants manquent de cohérence et **sont fragmentés**.

- Plutôt que de petits scientifiques qui font leurs propres observations et construisent leurs propres modèles explicatifs cohérents, les enfants sont d'abord considérés comme exempts de toute théorie au sujet de la Terre, puis ils acquièrent peu à peu des « fragments » de connaissances **de leur culture** qui s'articulent pour atteindre au final le modèle scientifique (de Terre sphérique).

Développement conceptuel : structuration vers connaissances scientifiques

- Le développement des connaissances en astronomie s'effectue sous forme d'une accumulation de fragments de connaissances, sans lien entre eux, au fur et à mesure que l'enfant est exposé à des informations culturelles, **notamment dans le cadre scolaire**.
- Développement pluriel



- Un enrichissement graduel et une réorganisation de ces fragments aboutissant à la connaissance scientifique, est facilité par l'utilisation d'artefacts culturels incluant le langage ou différents outils (livres, globes…) (Schoultz, Säljö, & Wyndhamn, 2001).

Résumé Fragments

- Les connaissances en astronomie des enfants sont **fragmentées et dépendent du contexte**. Elles s'organisent systématiquement au cours du temps en une théorie scientifique.

- Les explications incompatibles des enfants révèlent des représentations internes sous la forme de **fragments de connaissances différents** et non reliés à propos de la forme de la Terre ou du cycle jour/nuit. Ces fragments sont **activés indépendamment** dans des **contextes spécifiques**.

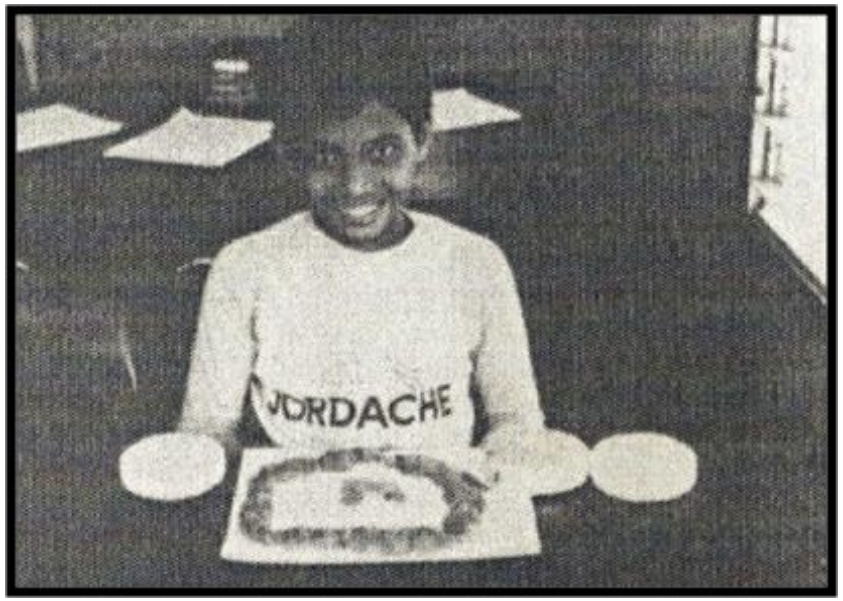
- Les fragments de connaissances au sujet de la Terre sont largement influencés par des **processus d'enculturation** (enseignements formels et/ou informels, média) et leur enrichissement et systématisation peu (ou pas) contraints par des présupposés universels de la physique naïve.

Rôle de la culture versus intuitions

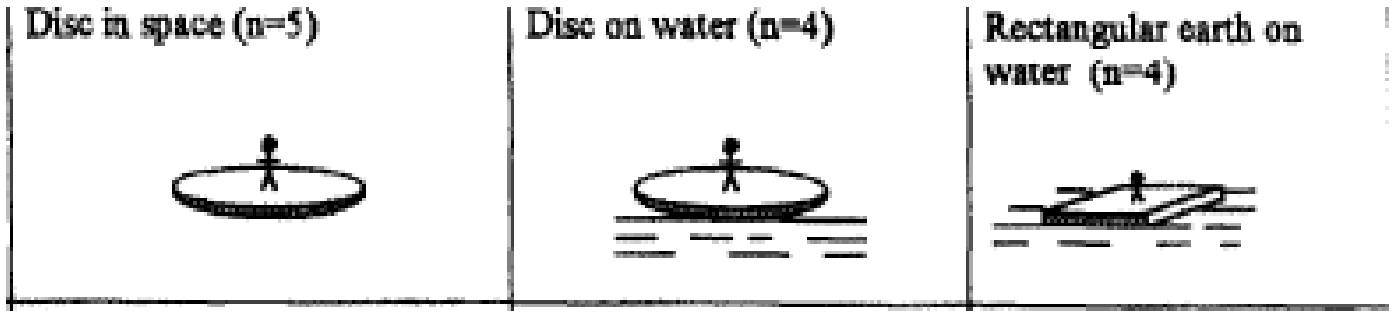
- Pour les tenants des modèles mentaux, **l'information culturelle interagit avec les fortes intuitions sans les remplacer.** Ainsi, les enfants construisent des modèles qui synthétisent les deux sources de connaissances.

- Pour les tenants de l'approche fragmentée, **la transmission culturelle est centrale et permet aux enfants de comprendre des phénomènes non observables** grâce à sa non congruence avec leurs éventuelles croyances intuitives qui sont alors abandonnées rapidement au profit de l'information scientifique.

Etudes interculturelles
Compréhension de la forme de la Terre : intuitions



Terre anneau (Ile de Samoa)
(Brewer, Herdrich & Vosniadou, 1987)

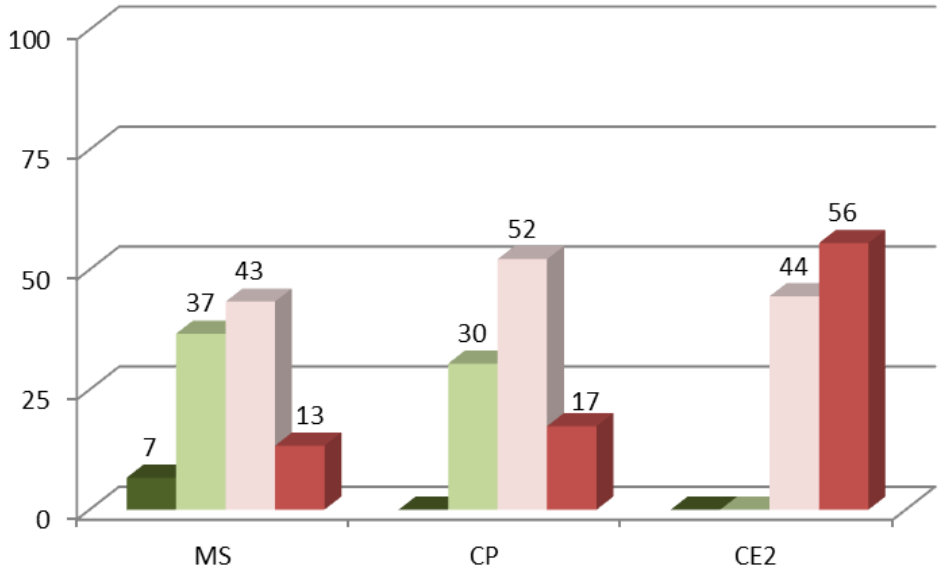


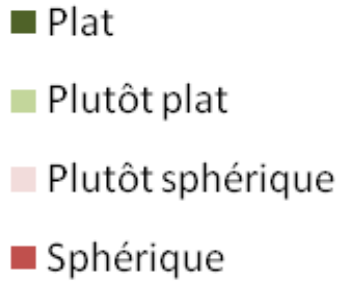
Terre flottant sur l'eau (Inde) (Samarapungavan, Vosniadou & Brewer, 1996)

Présuppositions innées et universelles fortement contraignantes

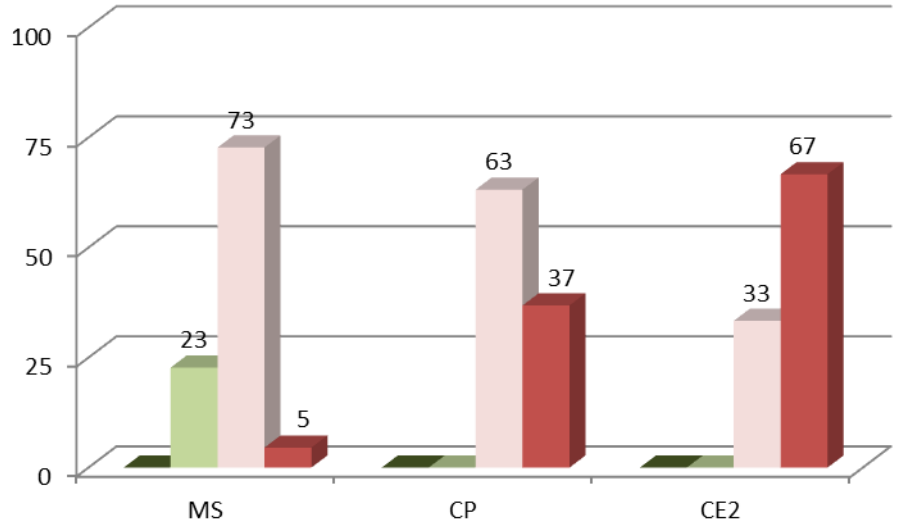
Etudes interculturelles
Compréhension de la forme de la Terre : enseignements

Enfants anglais





Enfants australiens



(Siegal, Butterworth et Newcombe (2004))

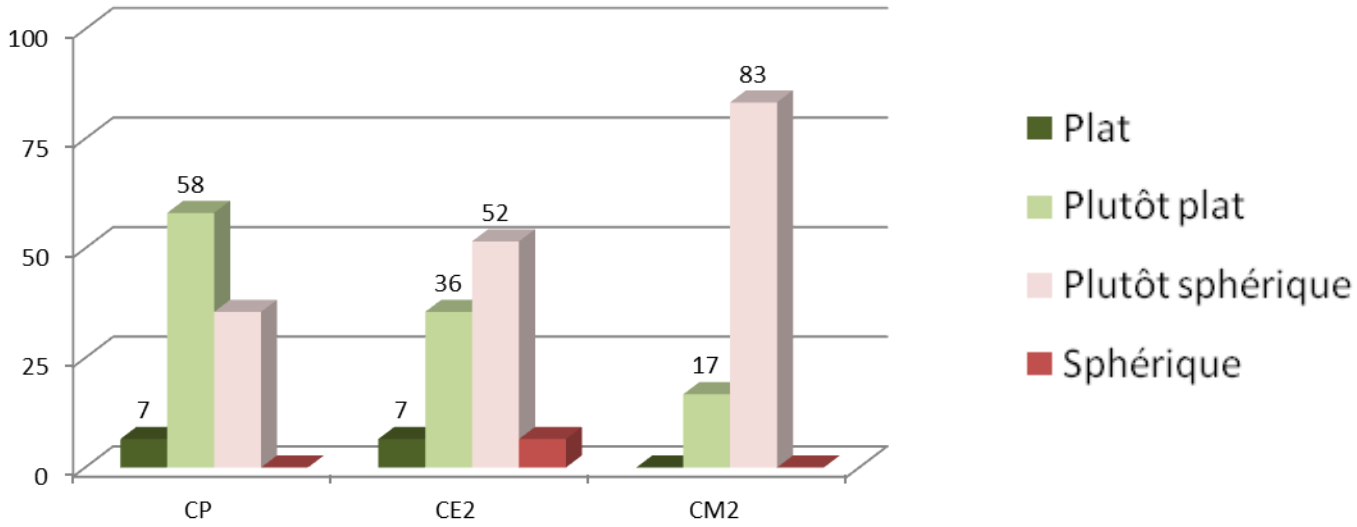
Influence de l'enseignement scolaire, transmission culturelle directe.

Même contexte culturel

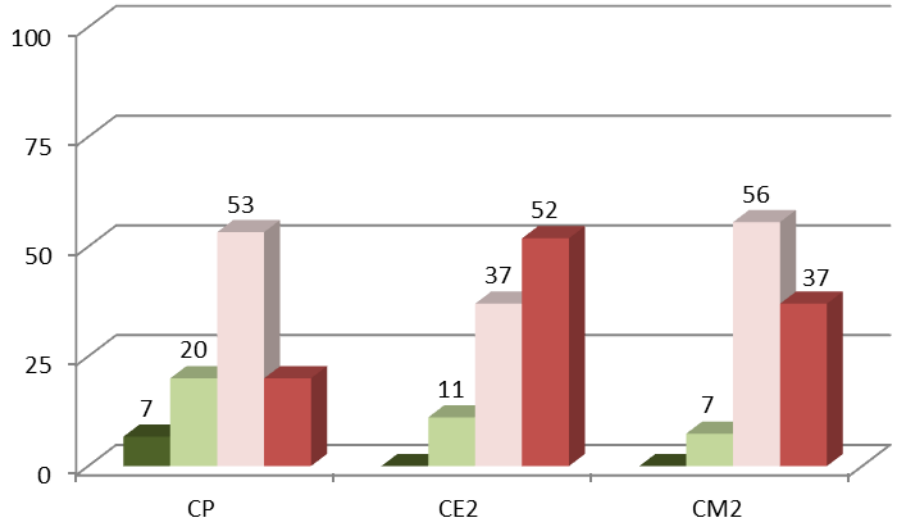
Le rôle contraignant des présupposés serait fonction de l'âge auquel l'enseignement en astronomie est proposé à l'enfant

Etudes interculturelles
Compréhension de la forme de la Terre : contexte culturel

Enfants burkinabés



Enfants français

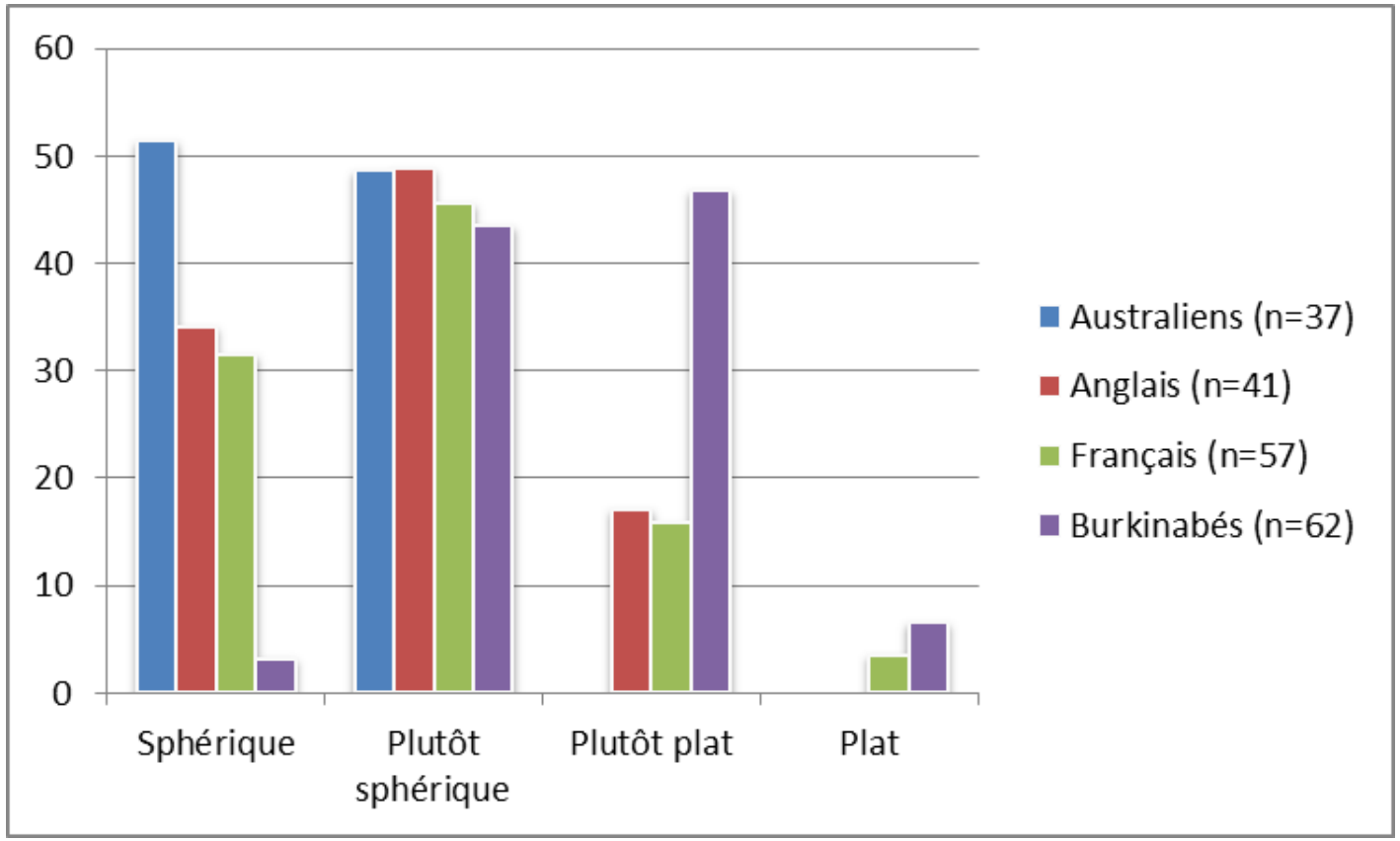


(Frède, Frappart et Troadec, (2017))

Ce n'est pas la seule présence de l'enseignement scolaire, même précoce, qui permettrait à l'enfant d'acquérir et de construire un concept.

Gestion de **plusieurs visions** (témoignages) **concurrentes** du monde au Burkina Faso

Comparaison interculturelle (enfants 6-8 ans: CP et CE2)



Ce sont les enfants **australiens** qui présentent la plus grande **cohérence *sphérique*** (environ 51%), ce sont aussi eux qui apprennent **l'astronomie à l'école le plus tôt.**

- Le patron fragmenté « ***plutôt-plat*** » est principalement proposé par les enfants **burkinabés** à hauteur de 47%

- **Structure des connaissances des enfants français et anglais est similaire**, tout comme leur contexte culturel et leurs enseignements scolaires en astronomie.

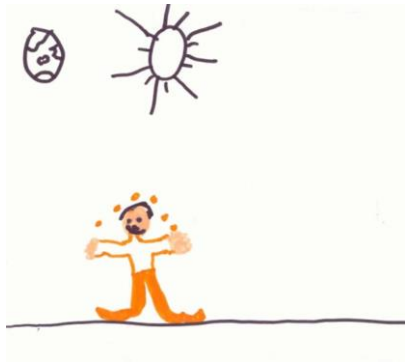
L'influence des présupposés sur le développement conceptuel en astronomie dépend du contexte culturel de l'enfant ET des enseignements scolaires qu'il reçoit.

Débat méthodologique

Questionnaires ouverts et tâches de production

Quelle est la forme de la Terre?

Peux-tu dessiner (modeler) la Terre?

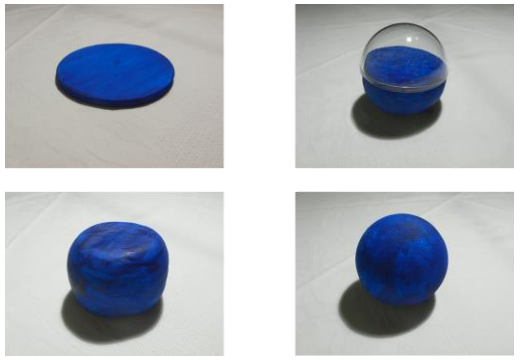


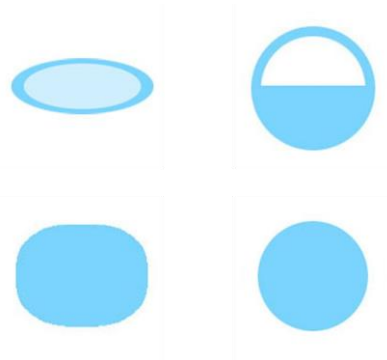
Analyse qualitative des réponses

Questionnaires fermés ou à choix multiple et tâches de reconnaissance

La Terre est elle ronde ou plate?

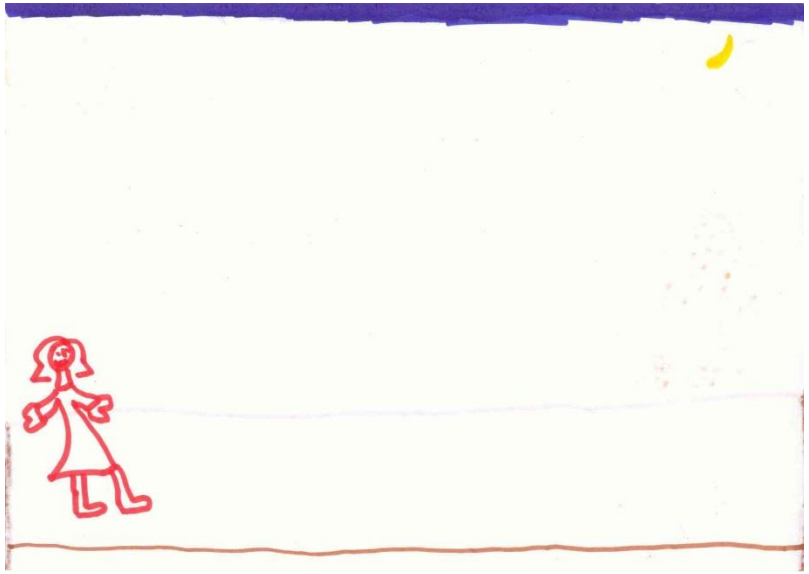
Parmi ces modèles (dessins) lequel correspond le mieux à la Terre?



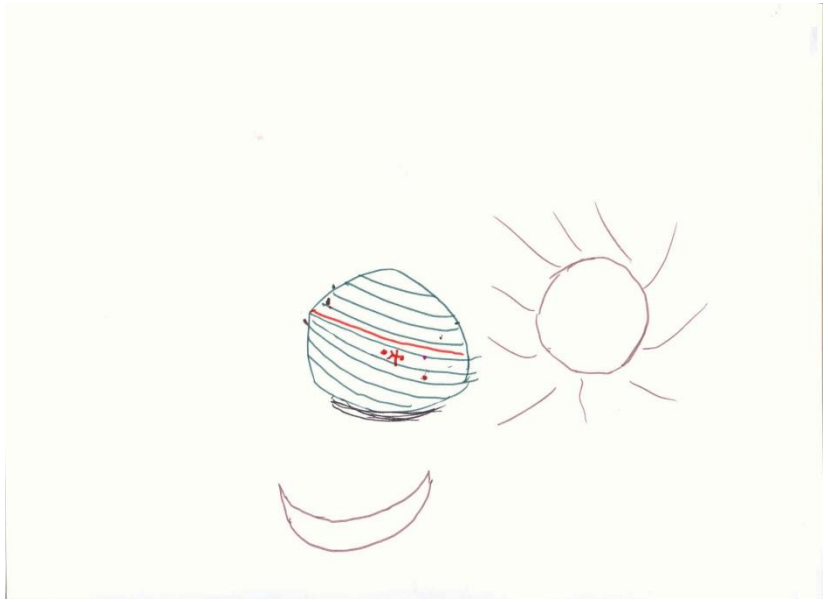


Tests statistiques d'associations entre les réponses d'un même enfant

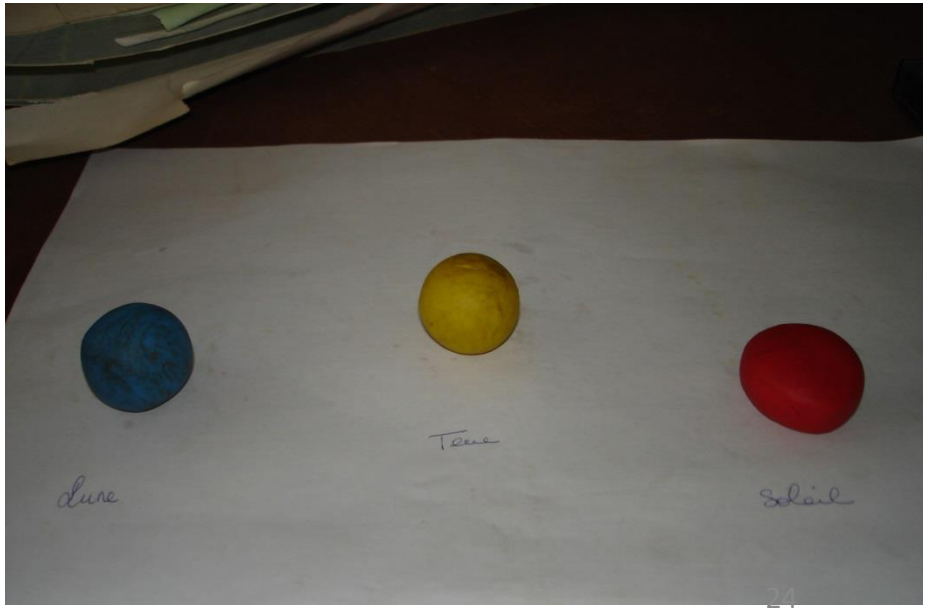
Exemples de choix de modèles de la Terre



Terres plates



Terres sphériques



QO/QF et *production/sélection*

Dessins :

Peu susceptibles de représenter fidèlement la vision de la Terre (Siegal et al., 2004).

Difficulté de représenter un objet en 3 dimensions sur un support en 2 dimensions (conventions qui demandent un apprentissage spécifique et explicite, Blades & Spencer, 1994 ; Ingram & Butterworth, 1989).

Tâches de reconnaissance plus accessibles aux enfants que les tâches de rappel (Siegal et al. 2004).

Questions :

Utilisation des questions ouvertes et répétées peut inciter les enfants à répondre de manière cohérente et créer ainsi une apparence de cohérence (Siegal, 1999).

Utilisation de questions fermés : simple reconnaissance de la réponse scientifique (Vosniadou et al., 2004).

Méthode d'analyse

Théorie des MM *: Pourcentage de correspondance entre les réponses de l'enfant à un questionnaire ouvert et des ensembles de réponses attendues apriori par modèle. Pas de test statistique :* Modèles mentaux naïfs.

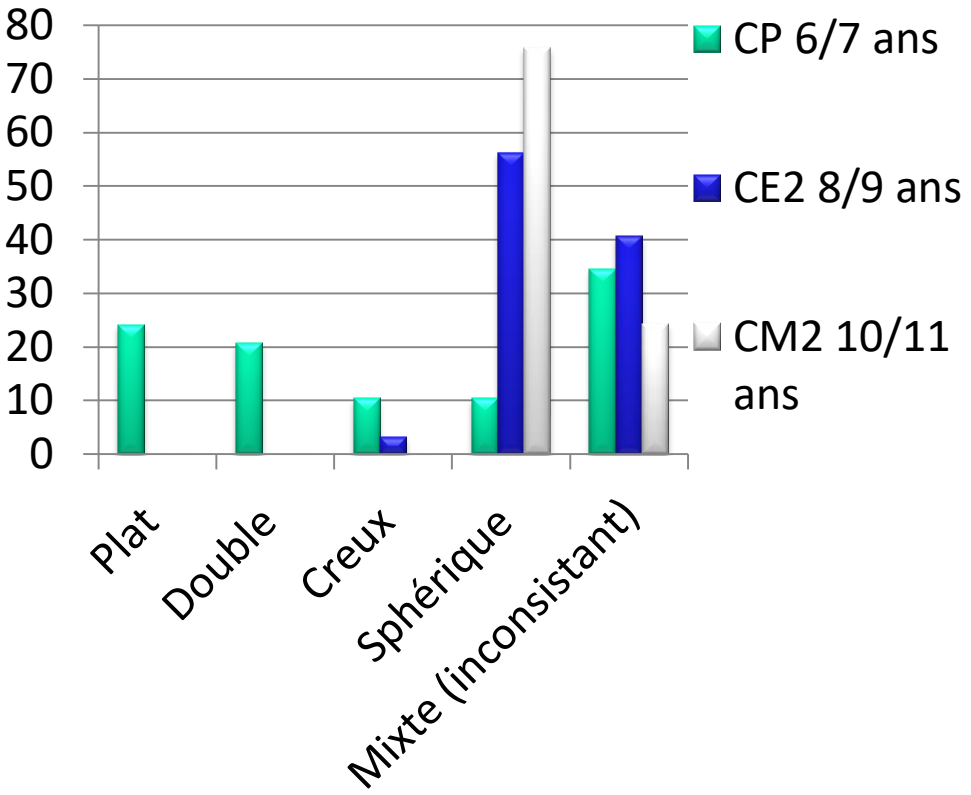
Théorie des Fragments *: Recherche statistique d'associations entre les réponses de l'enfant à un questionnaire fermé ou à choix multiple :* Aucun modèle naïf retrouvé apparaissant davantage que le hasard.

Conclusions tirées à partir de leurs propres méthodes

Recherche qualitative modèles mentaux (questionnaire ouvert) ET test statistique sur les mêmes données.

Méthode d'analyse

Recherche qualitative



Seuls les modèles mentaux scientifiques de la Terre ont une existence validée statistiquement

Validation statistique

Un enfant qui dessine une Terre *plate (creuse / double)* a-t-il plus de chance qu'un autre de répondre aux autres questions en accord avec le *modèle mental plat (creux / double*) ?

NON

Un enfant qui dessine une Terre *sphérique,* a-t-il plus de chance qu'un autre de répondre aux autres questions en accord avec le *modèle mental scientifique* ?

OUI

Table 3. Mean scores (number of answers consistent with patterns of responses expected of each mental model), by representation (drawing or model) and school grade

Representation	Flat ($n = 10$)				Dual ($n = 5$)				Hollow ($n = 9$)				Scientific ($n = 53$)			
Grade	1	3	5	All	1	3	5	All	1	3	5	All	1	3	5	All
Score																
Flat	2.70	—	—	2.70	3.25	—	2.00	3.00	3.50	1.00	1.50	2.78	1.67	1.78	1.89	1.83
Dual	2.40	—	—	2.40	2.75	—	2.00	2.60	2.83	1.00	1.00	2.22	1.33	1.87	2.00	1.91
Hollow	2.80	—	—	2.80	3.00	—	2.00	2.80	3.33	1.00	2.00	2.78	2.00	2.39	2.22	2.28
Scientific	2.20	—	—	2.20	2.25	—	6.00	3.00	2.17	3.00	5.00	2.89	3.00	5.00	5.01	4.92

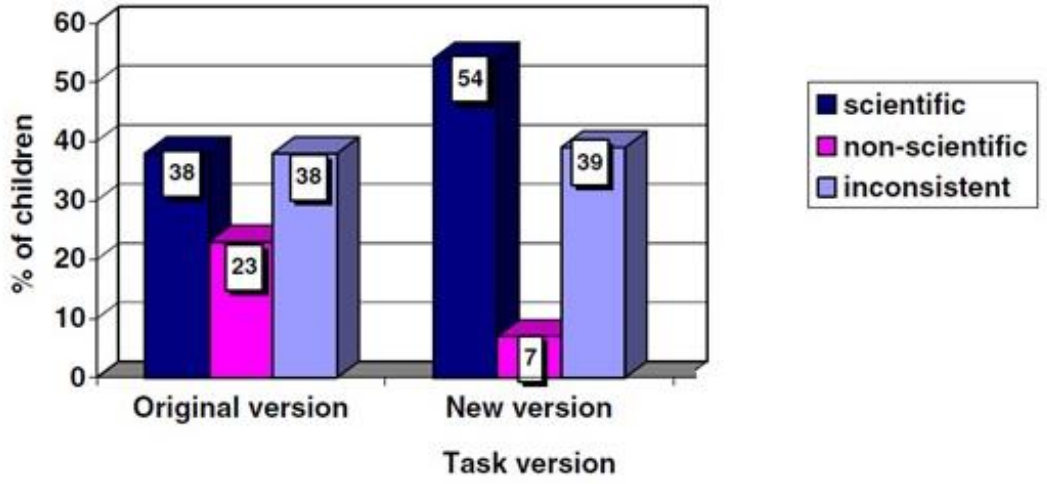
(Frède, Nobes, Frappart, Panagiotaki et al. (2011))

Questions

Reformulation des questions: enfants de 6-7 ans

'What is the shape of the earth'

'Let's pretend you are an astronaut in a big spaceship, traveling in space. You are in space, far away from the earth, but you can still see the earth from your spaceship window. What does the earth look like from your spaceship? What is the shape of the earth? [If round, follow-up question]: does it look round like a ball or round like a disk?

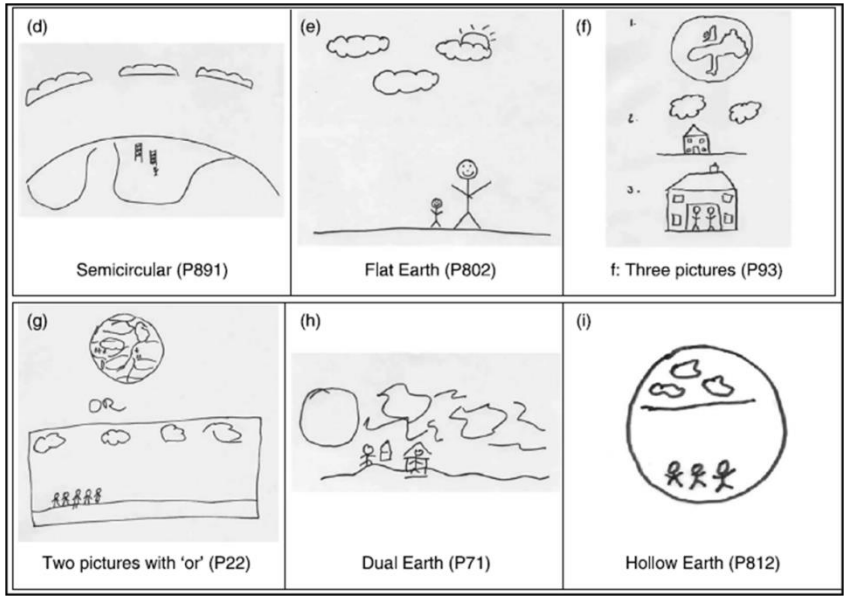


(Panagiotaki et al. (2009))

Questions

Dessins de la Terre

Questionnaire original proposé à des adultes (tout venants)



(Nobes & Panagiotaki (2007, 2009))

Raisons conceptuelles ou méthodologiques?

Questions

Validité du questionnaire

Quelles sont les réponses et commentaires d'astronomes à la tâche initialement utilisée par les chercheurs de l'approche des modèles mentaux?

si réponses scientifiques :

➡ validité conceptuelle

si réponses non scientifiques :

➡ problèmes méthodologiques liés au questionnaire

36% de réponses non scientifiques à propos de la Terre !

43% de modèles mentaux scientifiques

Réponses jugées scientifiques par experts/non scientifiques par concepteurs du test

Commentaires axés sur l'ambiguïté et l'imprécision des questions

Manque de validité du questionnaire : (et donc de toutes les conclusions tirées…?)

Modèles mentaux naïfs de la Terre : artefacts méthodologiques reflétant majoritairement des difficultés liées à la tâche plutôt que conceptuelles

Importance de construire des outils d'évaluation avec des spécialistes du domaine (ici astronomes)

Perspectives

- Si les connaissances en astronomie s'organisent sous forme de **modèles mentaux**, il convient de rendre conscient et explicite à l'enfant son propre modèle en vue de rechercher une façon de déconstruire le modèle naïf, et d'abandonner les présuppositions.

- Si les connaissances sont **fragmentée**s, il convient de proposer précocement des enseignements explicites en astronomie en vue de permettre la sélection et la mise en lien des différents fragments générant des idées naïves.

- Il apparaît alors que l'explicitation des **différents points de vue** sur un même concept (et leurs domaines de validité ou équivalence) soit indispensable.

Perspectives

- **Nécessité de mener d'autres études**:

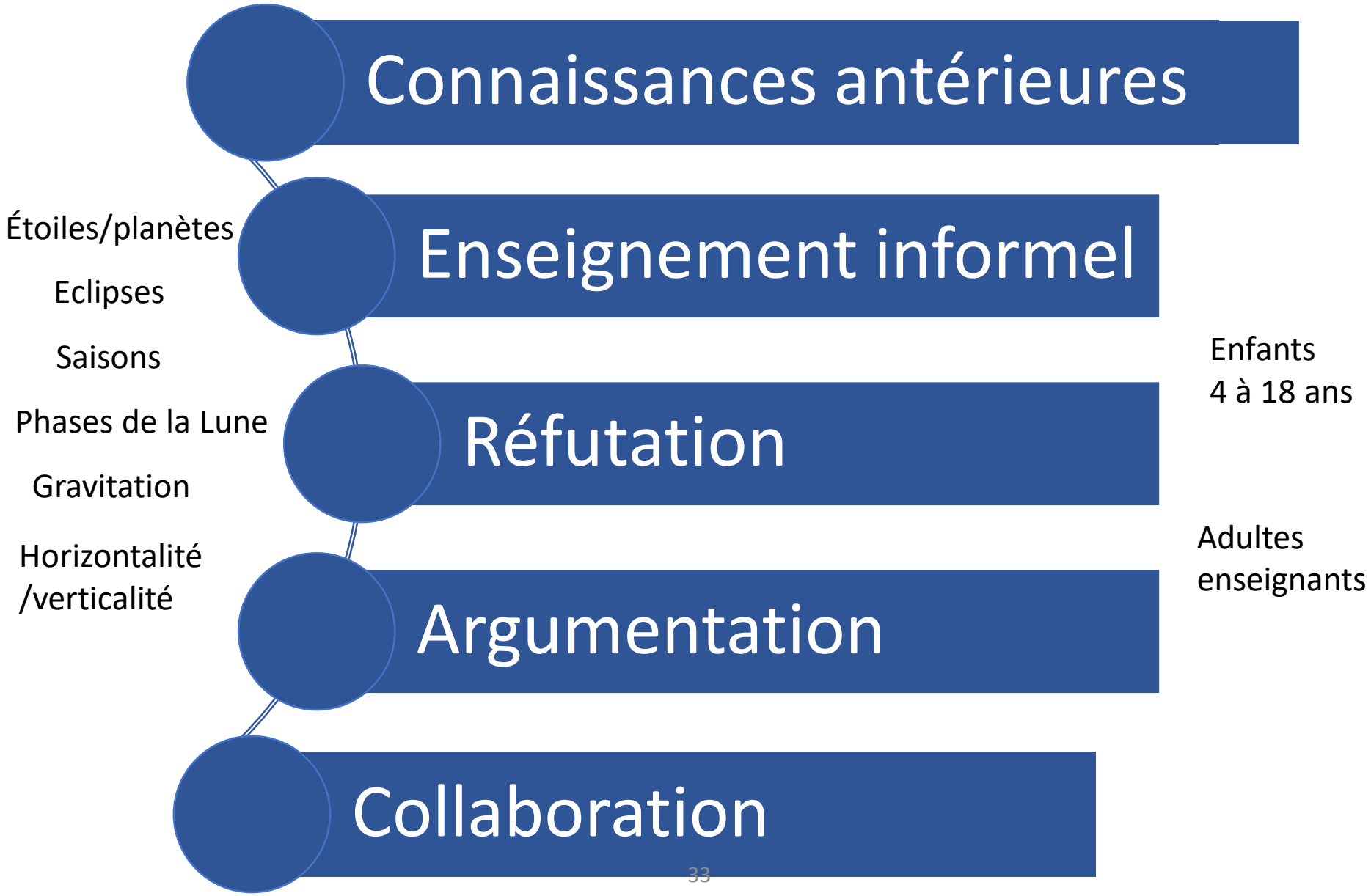
-autres concepts en astronomie (ex. gravitation : classes de modèles cohérents identifiés)

-mixer types de questions et de tâches

-observations plus écologiques

- **Mieux comprendre** l'influence relative des **présuppositions**, du **contexte culturel, des divers témoignages plus ou moins congruents** et **des enseignements scolaires explicites** dans l'acquisition des connaissances en astronomie est fondamentale afin de mieux appréhender les sources de difficultés et les obstacles que peuvent rencontrer les enfants dans la construction des concepts scientifiques en astronomie.

Changements conceptuels



MERCI DE VOTRE ATTENTION

valerie.frede@univ-tlse2.fr