

Impact d'une visite adaptée à «la Cité des Sciences» sur les conceptions de l'Univers d'élèves sourds

Impact of an adapted visit to the “Cité des Sciences” on the conceptions of the Universe of deaf students

Kaouthar Lamouchi Chebbi^{1} and Basma Ben Mohamed¹*

¹Institut Supérieur de l'Education Spécialisée, Université de la Manouba, Tunisie

Résumé. Accéder à la connaissance scientifique est un droit humain et dans le contexte d'une école inclusive qui prend en compte la spécificité de chacun, rien n'empêche les jeunes sourds de comprendre les notions scientifiques enseignées. Or cela n'est pas aussi simple dans la réalité des institutions scolaires tunisiennes. Dans notre étude, nous nous intéressons à l'enseignement des sciences en général et à l'astronomie en particulier, dans le cas d'élèves sourds. Pour cela, nous avons exploré des conceptions en astronomie de 16 élèves sourds (16-19 ans), qui ont étudié des notions d'astronomie au lycée, avant et après une visite adaptée à la *Cité des Sciences* de Tunis. Nos résultats révèlent qu'après enseignement leurs connaissances en astronomies ne montrent pas de traces d'enseignement et leurs conceptions de l'Univers sont locales et pauvres en informations. Une visite adaptée à la *Cité des Sciences* a permis d'enrichir leurs connaissances et de faire évoluer les conceptions de certains d'entre eux.

Abstract. Access to scientific knowledge is a human right and in the context of an inclusive school that considers the specificity of each person, nothing prevents young deaf people from understanding the scientific concepts. However, this is not so simple in the reality of Tunisian educational institutions. In our study, we are interested in the teaching of sciences in general and astronomy in the case of deaf students. For this purpose, we explored the conceptions in astronomy of 16 deaf students (16-19 years old), who studied astronomy notions in high school, before and after an adapted visit to the *Tunis Science City*. Our results show that after learning, their knowledge in astronomy does not show traces of teaching and their conceptions of the Universe are local and poor in information. An

* Corresponding author: kaouthar.chebbi2@gmail.com

adapted visit to the *Cité des Sciences* allowed to enrich their knowledge and to make evolve the conceptions of some of them.

1 Introduction

La Convention internationale relative aux droits des personnes handicapées, adoptée aux Nations unies en 2006 et ratifiée par beaucoup de pays dans le monde, demande aux États de reconnaître le droit des personnes handicapées à l'éducation en respectant le fait que l'exercice de ce droit doit être assuré, sans discrimination et sur la base de l'égalité des chances [1].

L'école inclusive est une structure qui respecte la nature et les besoins des élèves. Elle n'exclut aucun apprenant et utilise une pédagogie qui valorise les différences, peu importe la culture, la situation socio-économique, la race, la langue ou le type du handicap. Elle se base essentiellement sur une reconnaissance de la diversité qui a pour objectif la réussite, la justice sociale et l'équité, dans un cadre scolaire [2].

L'inclusion ne se limite pas à la simple présence physique d'un apprenant en situation de handicap dans une école ordinaire, mais implique surtout la mise en place de mesures favorisant son apprentissage et sa socialisation [3]. Il s'agit essentiellement de faire en sorte que tous les élèves se sentent accueillis sans discrimination et soutenus dans leurs efforts. L'éducation inclusive signifie que les élèves en situation de handicap font partie des classes ordinaires. Cela ne veut cependant pas dire qu'ils ne peuvent pas quitter la classe pour recevoir par exemple une assistance individuelle en relation avec des besoins particuliers. En effet, la collaboration des enseignants, des professionnels du secteur médico-social, et des parents est indispensable pour mener à bien l'inclusion de ces apprenants [4]. L'inclusion scolaire des élèves en situation de handicap nécessite différentes stratégies d'enseignements qui jouent le rôle de facilitateur de la différenciation pédagogique et pour créer une classe centrée sur l'élève quel que soit son niveau scolaire ou la matière enseignée. Néanmoins les conditions liées aux aspects organisationnels et psychologiques ne doivent pas être négligés pour qu'une école soit pleinement inclusive [5].

Les adaptations doivent être individualisées pour les élèves, en fonction de leurs besoins et intérêts personnels mais il n'est pas toujours évident de savoir lesquelles seraient bénéfiques pour un élève en particulier, ni comment les appliquer dans les réalités des classes, ajoutons à cela les différentes formes de résistances à l'implantation d'une pédagogie inclusive [2]. Tous cela fait que dans beaucoup de pays et d'institutions à travers le monde, l'inclusion scolaire reste un projet difficile à réaliser et demande encore beaucoup d'efforts, de plusieurs acteurs, pour pouvoir se concrétiser.

Dans ce papier, avant de décrire notre expérimentation et présenter nos résultats, nous commencerons par expliquer brièvement les idées clés impliquées dans cette étude et qui sont l'inclusion scolaire des élèves sourds et malentendants et les conceptions en didactique des sciences.

2 Cadre théorique

2.1 L'inclusion scolaire des élèves sourds et malentendants : Quelles difficultés

Les élèves sourds ou malentendant comme étant des personnes en situation de handicap mais aussi faisant partie d'une « minorité linguistique » (quand ils sont capables de signer), sont concernés par l'éducation inclusive. Le fait qu'ils soient appareillés ou implantés fait qu'ils

passent parfois inaperçus dans le quotidien des classes, quand leurs enseignants et leurs camarades pensent que leur déficience auditive est comblée par ces aides et qu'ils n'ont plus besoins d'aménagements pédagogiques.

Bien que les avantages positifs des appareils auditifs et de l'implantation cochléaire soient évidents, il faut également être conscients des défis qui en découlent [6]. En effet les sourds implantés ou appareillés ne forment pas une population homogène car cela dépend de plusieurs paramètres comme l'âge de l'implantation ou de l'appareillage ou la qualité de ces dispositifs. L'audition ne peut être totalement retrouvée et l'élève sourd ou malentendant ne sera jamais entendant. Pour cela, il est important de rappeler que même s'ils sont appareillés, ces élèves nécessitent la mise en place de certains aménagements pédagogiques pour améliorer leurs conditions d'apprentissage. Les appareils auditifs peuvent améliorer dans une certaine mesure l'accès aux sons mais ne peuvent pas supprimer toutes les difficultés liées à une déficience auditive. Ces aides peuvent même créer des problèmes supplémentaires comme l'amplification des bruits de fond ou la déformation du message sonore.

La déficience auditive est particulièrement handicapante en classe du fait qu'elle affecte le langage [7]. En effet, les apprenants sourds démontrent souvent beaucoup moins de connaissances en vocabulaire que leurs camarades du même âge [8]. Les retards linguistiques conduisent généralement à une mauvaise réussite scolaire et à des difficultés de communication en classe [9].

La lecture étant basée sur le langage parlé et la communication orale, les enfants sourds ont souvent du mal à l'acquérir. La connaissance des correspondances lettre-son est un élément essentiel de la lecture, fournissant aux enfants les outils pour sonder de nouveaux mots et aidant à la formation de représentations lexicales [10]. En ce qui concerne la compréhension des textes écrits, les lecteurs sourds ont couramment recours à des stratégies lexicales. A partir du contexte et de certains mots qu'ils arrivent à identifier, ils construisent le sens [11] ce qui peut parfois les induire en erreur.

La communication orale et la lecture sous-tendent les apprentissages scolaires dans pratiquement toutes les matières et si on ajoute à cela l'absence d'interprétation en langue des signes comme c'est le cas dans beaucoup de pays, les élèves sourds et malentendants seront de vrais exclus de l'école « inclusive » et n'auront pas un accès véritable aux enseignements. Néanmoins certaines recherches montrent que ces capacités langagières peuvent être développées et améliorées et pour cela, il est important d'exposer très tôt les enfants sourds à des expériences langagières riches, et de les éveiller au monde et aux événements qui les entourent que ce soit à l'école ou ailleurs [12].

2.2 Les Conceptions en didactique des sciences

Dans une perspective constructiviste, les enseignants ne peuvent plus faire l'économie des conceptions initiales de leurs élèves. En effet ces derniers arrivent généralement en classe avec des théories explicatives préétablies ; le fait de ne pas en tenir compte risque d'entraver les processus d'apprentissage des connaissances proposées par l'école [13]. Ce concept est apparu vers les années 70 dans le domaine de la didactique des sciences après que les chercheurs avaient remarqué le fait que les élèves commettaient des erreurs de façon répétée. L'analyse de ces dernières a permis d'en dégager un certain nombre d'invariants.

Les conceptions représentaient au départ les idées que pouvaient avoir les élèves à propos d'un concept donné et étaient initialement désignées par le mot représentations. A travers une succession de travaux dans le domaine, ce concept a évolué jusqu'à désigner des modes de raisonnements dotés d'une logique et d'une cohérence interne [14]. Des travaux sur les conceptions menées dans plusieurs domaines scientifiques (électricité, chaleur, mécanique, optique, énergie, astronomie, chimie, biologie, ...) ont montré que les élèves ne sont pas une "cire molle qu'il suffit d'imprégner". Ils viennent en classe avec leurs théories "naïves" qui

leurs permettent d'expliquer le monde et de résoudre les problèmes qu'ils rencontrent en situation scolaire. Il serait donc nécessaire d'en tenir compte dans le processus d'enseignement apprentissage si nous voulons voir les apprenants construire efficacement leurs connaissances. Néanmoins certaines conceptions se montrent résistantes à l'apprentissage par le fait qu'elles peuvent surgir sous une autre forme au moindre changement de situation. Elles sont dotées d'une grande capacité d'adaptation et abritent des raisonnements parfois contradictoires, mais qui cohabitent parfaitement et s'activent suivant la situation scolaire présentée à l'élève.

Les conceptions de l'apprenant dépendent de son histoire personnelle, du contexte socioculturel dans lequel il évolue, de son degré de maturation, de l'enseignement qu'il a reçu, mais aussi du rapport qu'il entretient avec le savoir. Elles sont fondées généralement sur l'observation naïve et l'expérience immédiate et tendent à remplacer les concepts par des images [15].

Les conceptions sont des inobservables [16] et pour les caractériser il faut généralement passer par un processus d'inférence à partir de données empiriques. Ce processus est motivé par des choix implicites faits par ceux qui les étudient et qui dépendent du cadre théorique soutenant la recherche [16]. Dans tous les cas, les conceptions sont une construction du chercheur. En réalité, elles sont des hypothèses émises par le chercheur sur le fonctionnement mental des élèves à propos d'un sujet bien déterminé en vue d'interpréter les procédures observées dans les situations d'apprentissage [17]. Le chercheur va donc essayer d'explicitier les propos contextuels et les postulats sur lesquels reposent ces conceptions, non pas dans le but unique de les classer par rapport au savoir scientifique supposé vrai, mais essentiellement pour connaître leurs origines et les raisons de leur maintien.

2.3 Sourds sciences et astronomie

Être sourd n'a pas empêché John Goodricke (1764-1786) d'être un astronome de renommée en réalisant des observations qui ont permis la découverte de la période de variation de la lumière de l'étoile Algol ou β de Persée et l'explication de sa variation (éclipses par un compagnon stellaire invisible). Bien évidemment exceller en astronomie ou autres ne sera pas le cas de tous les sourds mais cela montre que le handicap auditif n'est pas un obstacle infranchissable pour l'apprentissage des sciences en général et de l'astronomie en particulier. Cependant il est indispensable de réfléchir aux stratégies à adopter pour rendre cela possible dans de bonnes conditions.

Une revue de la littérature montre que la recherche sur l'apprentissage des enfants sourds se concentre principalement sur l'acquisition du langage. Très peu de littérature concerne l'enseignement et l'apprentissage des sciences [18], mais les études qui le font insistent généralement sur l'impact du retard langagier et les problèmes de lecture et de compréhension de l'écrit sur l'apprentissage des sciences et des mathématiques [19] [20].

Chez les enfants sourds et malentendants, l'écart entre la science et le raisonnement alternatif est plus grand qu'il ne l'est pour les enfants entendants, cela pourrait être dû au fait qu'ils ont été moins exposés à la science informelle [20]. En effet, les documentaires, les expositions et les animations scientifiques, sont rarement accessibles à un public sourd.

L'utilisation d'un vocabulaire technique dans les cours de sciences pourrait représenter un énorme défi pour les apprenants sourds à tous les niveaux d'enseignement. Dans le cas des mathématiques par exemple la lecture et le vocabulaire pourraient poser beaucoup de difficultés pour cette population. En effet, La lecture en mathématiques impose des exigences particulières à tout lecteur, sourd ou pas. Il existe deux niveaux de langues en mathématiques : le vocabulaire technique et les symboles spécialisés, tous deux sont nécessaires au succès de la lecture en mathématiques [21].

Le vocabulaire technique peut présenter divers problèmes. Le mot peut être entièrement nouveau pour l'apprenant, qui peut avoir des difficultés à le prononcer, le concept qu'il représente peut-être nouveau aussi et difficile à comprendre surtout en absence de référent concret. Les symboles sont parfois d'apparence peu familière, et souvent sans connexion logique au concept qu'ils représentent. Également, certaines abréviations et symboles peuvent avoir des significations multiples [22].

Pour construire le sens en sciences certaines études suggèrent qu'il est important d'inciter les élèves sourds à écrire en contexte scientifique et à discuter des expériences scientifiques [23], d'autres encore encouragent à tirer profit des avancées technologiques et des possibilités du Web [24] par le développement d'activités qui peuvent améliorer l'apprentissage des élèves sourds, tout en étant particulièrement conscients de facteurs tels que la lisibilité, la motivation des élèves, et la nécessité d'un renforcement visuel du contenu scientifique.

L'astronomie est une discipline enseignée à l'école, comme faisant partie des sciences physiques généralement. Elle permet, surtout au niveau de l'enseignement secondaire d'ouvrir aux apprenants une fenêtre sur le monde « extraterrestre » car, peut-on vivre dans un Univers qu'on ne connaît pas ? Il est important d'impliquer les élèves sourds dans ces apprentissages car ce type de savoir n'est pas accessible par l'expérience de tous les jours, l'observation peut même induire en erreur dans ce cas et les modèles historiques de l'Univers en sont une preuve.

Afin d'améliorer l'enseignement de l'astronomie chez les enfants sourds, il est nécessaire en premier lieu d'élargir les ressources de la langue des signes, de renforcer la préparation des enseignants, de développer des ressources pédagogiques plus axées sur les expériences des sourds et même repenser les aspects organisationnels en classe [25]. A titre d'exemple, pour enrichir le vocabulaire astronomique des chercheurs bulgares [26] proposent aux élèves déficients auditifs un CD multimédia qui expose un grand nombre de termes de base du domaine de l'astronomie, accompagnés d'explications textuelles et de diverses illustrations. Les termes sont expliqués en bulgare, en langue des signes bulgare et en anglais. Dans le même objectif des chercheurs américains proposent d'utiliser des vidéos expliquant le vocabulaire technique en langue des signes [27].

L'astronomie a l'avantage d'être motivante et intéressante par le fait qu'elle offre la possibilité d'utiliser des images, fixes ou dynamique, ce qui pourrait être d'une aide considérable pour les élèves sourds qui ont justement des difficultés avec la lecture des textes. Cependant il est nécessaire de développer et d'enrichir la langue des signes en termes scientifiques liés à l'astronomie pour offrir une vraie accessibilité à ce domaine de la science.

3 Problématique et questions de recherche

Accéder à la connaissance scientifique est un droit humain et dans le cadre d'une école inclusive qui prend en compte la spécificité de chacun rien n'empêche les jeunes sourds de comprendre les notions scientifiques enseignées. Or cela n'est pas aussi simple dans la réalité des institutions scolaires tunisiennes. Les écoles, lycées et collèges sont inclusifs en théorie mais ne font rien pour faire face aux situations de handicap. Les enseignants ne sont pas formés à cela et les enseignements se font de la même manière pour tout le monde et dans les mêmes conditions.

Dans ce cadre est-il possible pour des élèves sourds d'accéder à la science ? C'est à cela que nous nous intéressons dans cette étude. L'astronomie objet de notre étude fait partie des sciences enseignées à l'école, mais dans de telles conditions est-elle accessible aux élèves sourds ? Quelles connaissances astronomiques ont-ils après enseignement ? Quelles sont leurs connaissances sur l'Univers ? Est-il possible de les aider à enrichir leurs connaissances en réalisant une visite à la *Cité des Sciences* ? C'est à ces questions que nous allons essayer de répondre dans cette recherche.

4 Méthodologie

Dans cette recherche nous avons exploré à l'aide d'entretiens individuels semi directifs, des conceptions en astronomie de 16 élèves sourds (16-19 ans), qui ont étudié des notions d'astronomie au lycée, à propos de l'astronomie en général et de l'Univers en particulier, avant et après une visite adaptée à la *Cité des Sciences* de Tunis.

Certains de ces élèves ont une surdité moyenne, d'autre une surdité profonde, ils sont appareillés ou ont des implants cochléaire et utilisent couramment la langue des signes tunisienne.

L'entretien a été réalisé en langue des signes tunisienne. La langue des signes tunisienne n'étant pas riche en termes scientifiques en général et en termes relatifs à l'astronomie en particulier, nous avons demandé à ces élèves de dessiner l'Univers, le schéma pourrait, peut-être, être une aide dans ce cas. Le temps réservé à l'entretien varie de 20 à 30 minutes. Le temps consacré à la réalisation du schéma varie d'un sujet à un autre mais ne dépasse en aucun cas les 15 minutes.

Les questions posées aux élèves avant la visite à la *Cité des Sciences* sont les suivantes, par écrit et en langue des signes :

- 1) De quoi est composé l'Univers ? Où as-tu appris cela ?



- 2) L'Univers est-il fini ou infini ? Pourquoi ?



Ensuite nous leurs avons demandé de représenter l'Univers par un schéma.

Les questions posées aux élèves après la visite à la *Cité des Sciences* sont les suivantes :

- 1) De quoi est composé l'Univers ?
- 2) L'Univers est-il fini ou infini ? Pourquoi ?
- 3) Qu'est-ce qu'une galaxie ?



4) De quoi se compose le système solaire ?



Ensuite nous leur avons demandé de représenter l'Univers par un schéma.

Le matériel recueilli après la transcription des entretiens ne peut être traité que de façon qualitative. Il a été donc objet à une analyse de contenu. Dans notre analyse de contenu, nous considérons l'entretien comme une unité de sens, les réponses aux différentes questions sont analysées dans leur ensemble.

L'analyse des conceptions de l'Univers des élèves interviewés a été faite en se référant aux catégories de conceptions déjà définies par une étude tunisienne sur les conceptions de l'Univers d'élèves entendant [28] et qui sont les conceptions locales ou globales de l'Univers :

- Une conception est dite locale si elle comprend essentiellement des composants du système solaire avec ou non les étoiles (composition hétérogène).

- Une conception est dite globale si elle présente l'Univers comme une structure homogène : ensemble « d'objets » qui peuvent être des planètes, des étoiles, des galaxies des amas, ...

Dans le cas des schémas de l'Univers :

- Une conception est dite locale si le schéma correspondant représente un Univers dont les éléments les plus importants sont les composants du système solaire (on peut voir cela par leurs tailles). Les étoiles y sont de taille plus petite et donc de moindre importance. Cette conception est de deux types :

- a- Univers local centré : c'est un Univers où sont représentées les trajectoires des planètes, entourées ou non par des étoiles. Cet Univers peut être centré sur la Terre ou sur le Soleil.
- b- Univers local éclaté : c'est un Univers local où les astres sont éparpillés ou alignés ; il comporte essentiellement les éléments du système solaire mais on peut y rencontrer aussi des étoiles.

- Une conception est dite globale si le schéma correspondant représente un Univers dont tous les éléments ont la même importance, un Univers où n'apparaît aucun élément du système solaire. Cette conception peut présenter plusieurs niveaux :

- a- Ensemble d'étoiles et de planètes ou ensemble d'étoiles : toutes les étoiles ont à peu près la même taille, de même que les planètes. C'est un premier niveau de vision globale de l'Univers.

- b- Ensemble de systèmes solaires : c'est un niveau plus évolué et plus organisé bien qu'il suppose que toute étoile possède un cortège planétaire.

- c- Ensemble de galaxies
- d- Ensemble d'amas : c'est le plus haut niveau attendu si on se réfère au manuel officiel de cours de 1ère année secondaire.

A la suite de cette première étape, nous avons organisé pour ces élèves, une visite adaptée, en langue des signes, au pavillon Univers et au planétarium de la *Cité des Sciences* de Tunis. Bien évidemment un certain nombre de pré-visites ont été nécessaires pour préparer le plan de notre visite et traduire les informations en langue des signes. La visite a été réalisée avec un guide sur place qui ne signe pas en plus d'une interprète en langue des signes. Nous avons procédé, un mois après la visite à recueillir de nouveaux les conceptions de l'Univers de ces élèves.

5 Résultats

5.1 Avant la visite à la cité des sciences

En ce qui concerne la première partie de la première question, *De quoi est composé l'Univers ?* Les réponses obtenues sont les suivantes :

- 6 élèves ont répondu que l'Univers est composé de la Lune, du Soleil, de la terre et d'étoiles.
- 2 élèves ont répondu que l'Univers est composé de la lune, du Soleil, d'étoiles et d'autres planètes.
- 1 élève a répondu que l'Univers est composé de la lune, du soleil, de la terre, d'étoiles et d'autres planètes.
- 1 élève a répondu que l'Univers est composé d'un ensemble de planètes et d'étoiles.
- 1 élève a répondu qu'il est composé de la terre, de la lune et d'étoiles et qu'il est de couleur noire.
- 1 élève a répondu qu'il est composé du soleil, de la terre et d'étoiles.
- 1 élève a répondu qu'il est composé d'un ensemble d'étoiles.
- 1 élève a répondu qu'il est composé d'étoiles, du soleil et de ciel.
- 1 élève a répondu qu'il est composé d'étoiles et de la lune.
- 1 a répondu que l'Univers est composé d'un système solaire qui contient du soleil, de la terre, de la lune et d'autres planètes.

Pour la deuxième partie de la question, *Où as-tu appris cela ?* Les réponses sont comme suit :

- 10 élèves ont répondu qu'ils sont appris cela à l'école.
- 3 élèves ont répondu qu'ils voient cela dans le ciel.
- 2 élèves ont répondu que c'est ce qu'ils pensent.
- 1 élève a répondu que sa famille lui avait expliqué cela.

Pour la deuxième question, *L'Univers est-il fini ou infini ? Pourquoi ?* Nous avons obtenu les réponses suivantes :

- 9 élèves ont répondu qu'ils ne savent pas si l'Univers est fini ou infini.
- 6 élèves ont répondu qu'il est infini ; dont trois élèves ont expliqué que l'Univers est infini parce qu'il est très grand.

- 1 élève a expliqué que l'Univers est infini parce que le Dieu est très grand.
- 1 élève a répondu que l'Univers est infini car sa sœur le lui a dit.
- 1 élève a répondu qu'il est fini, parce que pour lui la terre est finie alors l'Univers est aussi fini.

En ce qui concerne les schémas, les conceptions repérées sont les suivantes :

- Univers local : 15 schémas dont 11 du type local éclaté et 5 du type local centré, en voici quelques exemples :

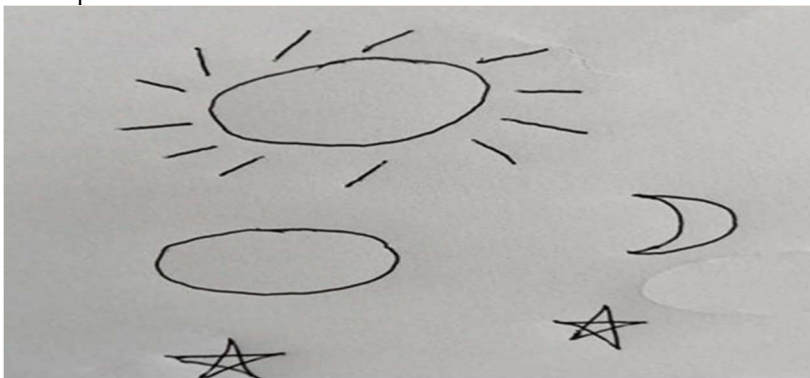


Fig. 1. Univers local éclaté : Soleil, Lune, Terre, étoiles.

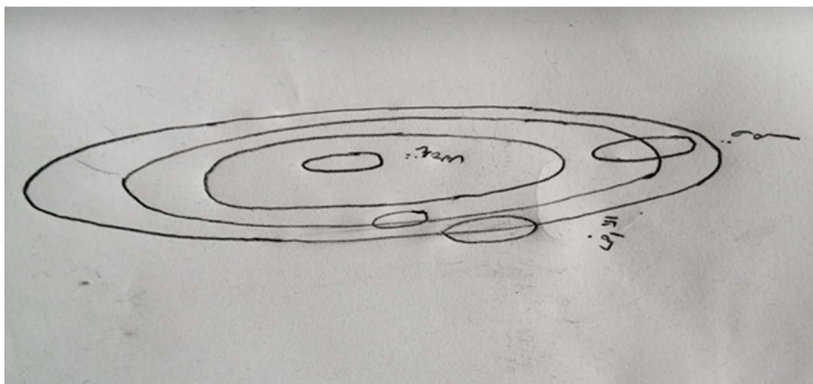


Fig. 2. Univers local centré : centré sur le soleil.

- Univers global : Un seul élève a représenté l'Univers comme formé d'un ensemble de planètes. Son schéma est le suivant :

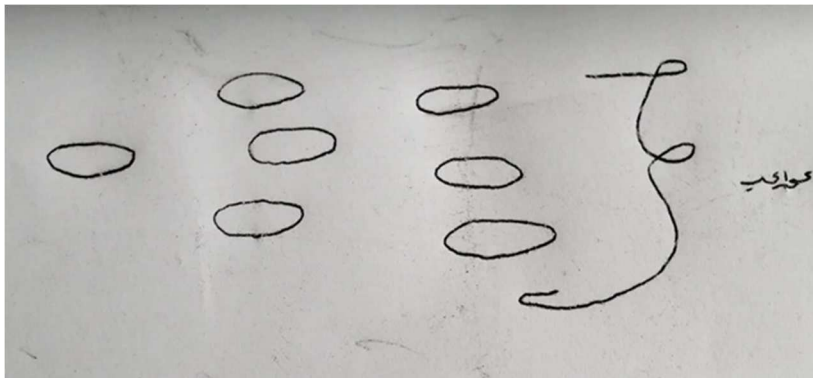


Fig. 3. Univers global, ensemble de planètes

Les résultats de la première question montrent que la majorité des élèves sourds ont une conception locale de l'Univers puisqu'ils citent des éléments appartenant au système solaire ou liées à ce qu'ils observent dans le ciel, tels que les étoiles, le soleil, la lune. Deux élèves ont une conception globale, de bas niveau, de l'Univers puisqu'ils citent que ce dernier est composé d'un ensemble de planètes et d'étoiles et aucun élève ne parle de galaxies. Les galaxies et les amas de galaxies étant enseignés en cours d'astronomie, ceci pourrait impliquer qu'il n'y a aucune trace de cet enseignement dans ces réponses. Ces résultats rejoignent ceux trouvés chez les élèves entendants [28], sauf que certains élèves entendants parlent de galaxies et d'amas de galaxies. Cette différence entre les résultats pourrait signifier que le problème d'absence des traces de cet enseignement est peut-être lié directement au handicap auditif. Il faut noter que le mot galaxie n'a pas d'équivalent en langue des signes tunisienne mais qu'il peut être traduit par exemple par « ensemble d'étoiles » si la notion est comprise.

Malgré le fait que tous les élèves de notre échantillon déclarent avoir étudié l'astronomie en sciences physiques, nous ne trouvons pas les traces de cet enseignement dans leurs réponses et il est étonnant de voir certains d'entre eux se référer à l'observation comme source d'information. En comparant avec les résultats de l'étude déjà citée nous remarquons l'absence de la télévision et des documents écrits (livres, revues) comme source d'information. Ceci est peut-être dû au fait que les documentaires ou autres sources télévisées ne sont pas traduits en langue des signes, dans le premier cas et que les sourds et malentendants en général rencontrent souvent des difficultés de lecture.

Les réponses à la deuxième question ont montré que la majorité des élèves de notre échantillon ne savent pas si l'Univers est fini ou infini. Pour eux c'est une question compliquée. Mais 6 d'entre eux ont apparemment des conceptions infinies de l'Univers. Les arguments qu'ils donnent quand-ils en ont, ne sont pas scientifiques. Le fait de dire que « l'Univers est infini parce qu'il est très grand » ne signifie pas en réalité qu'il est infini, car un objet quelle que soit sa grandeur est toujours fini et limité. Ces résultats différents des résultats de l'étude déjà citée par le fait que peu d'élèves entendant disent qu'ils ne savent pas. La majorité d'entre eux pensent que l'Univers est infini, pour les mêmes raisons que les sourds et malentendants de notre échantillon d'ailleurs.

Les schémas recueillis montrent que la plupart des élèves de notre échantillon ont des conceptions locales de l'Univers (conceptions locale centrées sur le soleil ou conceptions locales éclatées). Dans ces structures locales, il arrive que certains astres que les élèves considèrent comme plus importants soient de taille plus grande dans le schéma. Un seul élève représente un univers global, mais reste au niveau des planètes. Chez les élèves entendant les conceptions locales sont majoritaires, mais tous les niveaux de conceptions globales se retrouvent dans les résultats ce qui met en évidence l'existence de traces d'enseignement [28].

5.2 La visite à la Cité des Sciences

La *Cité des Sciences* à Tunis est chargée de diffuser la culture scientifique auprès des différentes catégories de la population et plus particulièrement auprès des jeunes. Son dessein est de désenclaver la science et la mettre à portée de tout un chacun. Ses objectifs consistent à éveiller la curiosité intellectuelle des citoyens, à répondre à leur préoccupation et à leur permettre de comprendre les innovations scientifiques et technologiques.

Dans notre étude nous nous sommes intéressés uniquement au pavillon de l'Univers et au planétarium. Le pavillon de l'Univers permet aux visiteurs de distinguer entre les différents objets de l'Univers, de connaître la position du système solaire dans le cosmos et celle de la Terre dans le système solaire. Le planétarium propose un spectacle immersif grâce à une projection numérique full dôme HD.

Nous avons fait plusieurs pré-visites à la *Cité des Sciences*, afin de découvrir les animations, les objets exposés et les notions et les thèmes abordés et de permettre à notre interprète en langue des signes (co-auteur de cet article B. Ben Mohamed) de préparer les traductions en langue des signes. La visite touche à divers thèmes, comme la composition de l'Univers qui est présenté comme un ensemble d'amas, qui eux même sont des ensembles de galaxies. La position et la composition du système solaire sont également expliqués. Certains phénomènes astronomiques comme les éclipses et les phases de la lune sont abordés.

La pauvreté de la langue des signes tunisienne en termes astronomiques a fait que nous étions obligés d'utiliser de très longue phrase pour expliquer certaines idées. Certaines notions ont été très difficiles voire impossibles à comprendre par nos élèves sourds et malentendant comme par exemple l'unité de mesure de distances dans l'Univers à cause justement des biais de traduction et la difficulté de trouver les « bons » signes qui permettent transmettre les informations.

5.3 Après la visite à la *Cité des Sciences*

Nous avons procédé, un mois après la visite à recueillir de nouveaux les conceptions de l'Univers de ces élèves. Les résultats sont les suivants :

Première question : *De quoi est composé l'Univers ?* Les réponses obtenues sont les suivantes :

- 9 élèves ont une conception locale de l'Univers puisqu'ils citent des éléments appartenant au système solaire comme le soleil, Saturne, Mars, Terre.
- 7 élèves ont une conception globale de l'Univers (ensemble de galaxies, de planètes et d'étoiles).

Deuxième question : *L'Univers est-il fini ou infini ? Pourquoi ?*

Les réponses ont montré que tous les élèves sourds ont des conceptions infinies de l'Univers avec les arguments suivants : Il est très loin, Il est très large, Il n'a pas des limites, Il contient beaucoup de planètes.

Troisième question : *Qu'est-ce qu'une galaxie ?*

- 13 élèves ont répondu que la galaxie est un ensemble d'étoiles.
- 2 élèves ont répondu que les galaxies sont des points blancs qui se trouvent partout dans l'Univers.
- 1 élève a répondu que la galaxie est un ensemble d'étoiles et de planètes.

Quatrième question : *De quoi se compose le système solaire ?*

- 6 élèves ont répondu que le système solaire est composé du soleil et d'un ensemble de planètes.
- 6 autres élèves ont répondu que le système solaire est un ensemble des cercles, qui contiennent des planètes et qui tournent autour du soleil.

- 4 ont cité quelques planètes, comme la terre, Saturne, Mars et même la Lune.

Pour les schémas de l'Univers, les conceptions repérées sont les suivantes :

- Univers local : 13 schémas dont 6 du type local éclaté et 7 du type local centré, en voici quelques exemples :

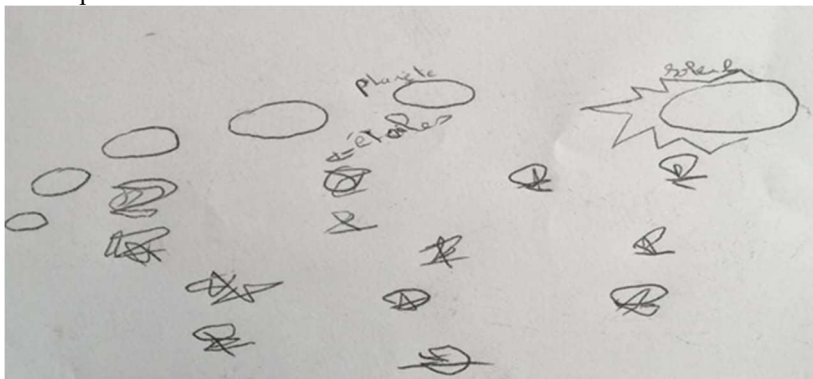


Fig. 4. Univers local éclaté, soleil, planètes et étoiles.

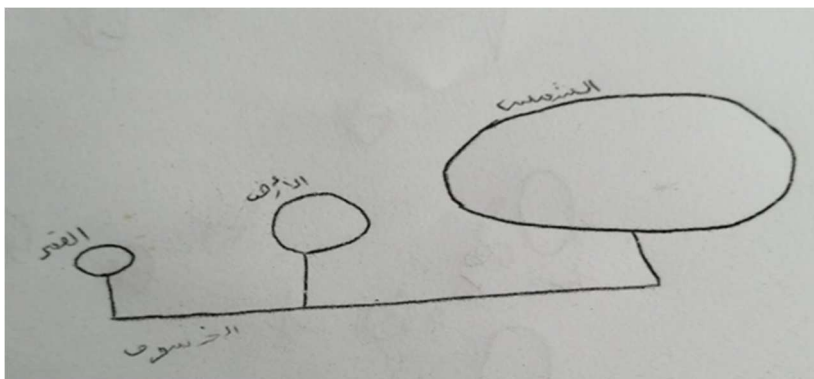


Fig. 5. Univers local éclaté, influence par les maquettes.

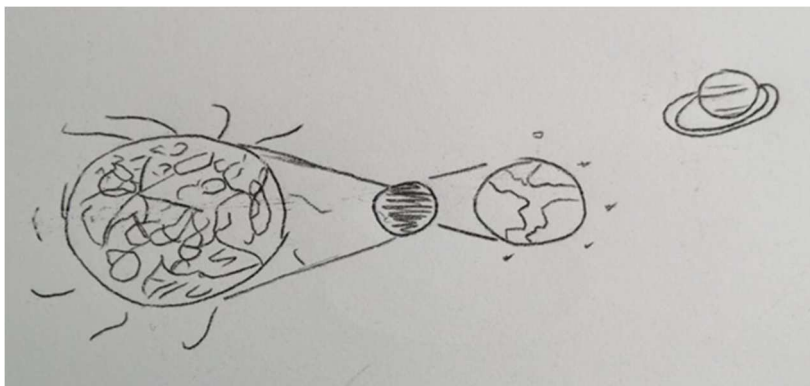


Fig. 6. Univers local éclaté, influence par les éclipses.

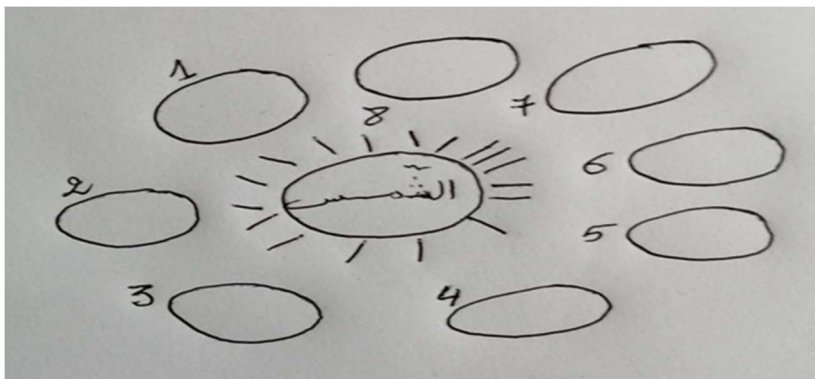


Fig. 7. Univers local centré.

- Univers Global : 3 schémas : ensemble d'amas de galaxies, ensemble de galaxies et d'étoiles. En voici un exemple :



Fig.8. Univers global, ensemble d'amas.

Après la visite, les entretiens laissent transparaître des traces de cette dernière, En effet la majorité des élèves se rappellent certains termes nouveaux qu'ils ont appris tels que galaxie, Mars, Saturne, système solaire, ensemble de planètes.

Les élèves concernés par cette recherche pensent tous après la visite que l'univers est infini, cependant leurs arguments ont changé. Ils utilisent maintenant pour argumenter des idées qu'ils ont rencontrées lors de la visite, même si elles ne sont pas correctes.

Le problème du choix des signes à utiliser s'impose. En effet la majorité des élèves de notre échantillon ont compris ce qu'est une galaxie, mais certains d'entre eux ont été influencés par le signe utilisé pour traduire le terme (points blancs) ce qui implique qu'il faut une étude plus poussée sur le choix des signes à utiliser car ils peuvent entraver la compréhension de certaines notions.

En ce qui concerne la composition du système solaire, la majorité de ces élèves arrivent à citer quelques planètes du système solaire, ce qui en soit est un résultat positif. Néanmoins nous avons pu constater l'apparition d'un nouveau type de conceptions insoupçonnés par nous et résultat de la visite à la *Cité des Sciences*. En effet l'utilisation de maquettes matérialisant les trajectoires des planètes a induit en erreurs certains élèves sourds qui ont pensé que ces trajectoires avaient une réalité matérielle et qu'elles supportaient les planètes du système solaire. Ceci implique qu'il faut être très prudent en schématisant ou modélisant

pour les élèves sourds, car ils pourraient confondre le réel et le modèle surtout qu'il n'est pas possible de vérifier cela par l'observation directe par exemple.

Pour ce qui est des schémas faits par ces élèves nous avons pu constater une diminution des représentations locales de l'Univers mais une augmentation des représentations du type local centrée par rapport au modèle local éclaté et cela est probablement dû à une influence par les maquettes utilisées dans la visite, nous avons même eu des schémas d'éclipses autre signe de cette influence.

6 Conclusion et perspectives

En conclusion nous pouvons dire que les élèves sourds avaient des conceptions initiales de l'Univers, locales et pauvres en connaissances astronomiques. Leur surdité a fait visiblement obstacle à leur accès à certaines notions astronomiques non observables et non abordées dans la vie quotidienne. La visite à la *Cité des Sciences* a permis de changer partiellement leurs conceptions mais surtout d'enrichir leurs connaissances sur l'Univers.

Cette recherche est loin d'être achevée et questionne d'une part les méthodes pédagogiques à adopter pour enseigner les sciences aux sourds et ouvre d'autre part un débat sur la pauvreté de la langue des signes tunisienne, en termes scientifiques. Cette dernière question nécessite les collaborations de spécialistes en langue des signes mais aussi des scientifiques dans les domaines concernés.

Bibliographie

1. ONU. *Convention des Nations Unies relative aux droits des personnes handicapées* (ONU, New York, 2006).
2. L. Prud'homme, R. Vienneau, S. Ramel, S. & N. Rousseau. La légitimité de la diversité en éducation : réflexion sur l'inclusion. *Éducation et francophonie*, 39(2), 6-22 (2011).
3. P. Tremblay. *Inclusion scolaire - Dispositifs et pratiques pédagogiques* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2012).
4. N. Rousseau, M. Point, R. Vienneau, M E. Desmarais & K. Desmarais. Les apports et les limites liés aux pratiques inclusives et la place de la collaboration dans ces pratiques : une méta synthèse. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 39(1), 21-40 (2017).
5. P. Farrell. School psychologists making inclusion a reality for all. *School Psychology International*, 25, 5-1 (2004).
6. S. Archbold & C. Mayer. Deaf Education: The Impact of Cochlear Implantation?. *Deafness & Education International*, 14(1), 2-15 (2012).
7. M. Golaszewski. Teaching Students Who Are Hard-of-Hearing or Deaf: Inclusive School. *Empan*, 3, 96-101 (2011).
8. R. Savage, J. Savage, L. Evans & J. Potter. Language and reading development in profoundly hearing impaired children Intelligence, learning and communication factors : A review. *Current Psychological Research and Reviews*, 5, 62-73 (1986).
9. C R. Musselman, P H. Lindsay & A K. Wilson. The effect of mothers' communication mode on language development in preschool deaf children. *Applied Psycholinguistics*, 9(2), 185-204 (1988).
10. A. Castles & M. Coltheart. Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read ? *Cognition*, 91(1), 77-111 (2004).

11. J. Alegria. La lecture chez l'enfant sourd : conditions d'acquisition. *Langage & Pratiques*, 23, 27-46 (1999).
12. N. Niederberger. Apprentissage de la lecture-écriture chez les enfants sourds. *Enfance*, 59(3), 254-262 (2007).
13. J.P. Astolfi & M. Develay. *La didactique des sciences* (PUF, Paris, 1989).
14. G. De Vecchi & A. Giordan. *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche* (Z'éditions, Paris, 1996).
15. A. Giordan. *Les origines du savoir* (Delachaux et Niestlé, Paris, 1987).
16. J. Santini. Les conceptions des élèves : des données empiriques aux résultats inférés. Questionner l'implicite d'un objet des didactiques à partir des conceptions du mécanisme sismique. In C. Cohen-Azria & N. Sayac (eds) *Questionner l'implicite. Les méthodes de recherche en didactiques*, 227-242 (Presses Universitaires du Septentrion, Lille, 2009).
17. G. Robardet & J.C. Guillaud. *Eléments d'épistémologie et de didactique des sciences physiques* (IUFM, Grenoble, 1993).
18. A. Newsom. *Oxford handbook of deaf studies, language, and education Vol.1* (Oxford University Press, USA, 2003).
19. B.O. Molander, S. Pedersen & K. Norell. Deaf pupils' reasoning about scientific phenomena: School science as a framework for understanding or as fragments of factual knowledge. *Journal of deaf studies and deaf education*, 6(3), 200-211 (2001).
20. D. Vosganoff, L.E. Paatsch & D.M. Toe. The mathematical and science skills of students who are deaf or hard of hearing educated in inclusive settings. *Deafness & Education International*, 13(2), 70-88 (2011).
21. L.P. Rivard. A Review of Writing to Learn in Science: Implications for Practice and Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 69-83 (1994).
22. D.H. Kidd, A.L. Madsen & C.E. Lamb. Mathematics vocabulary: Performance of residential deaf students. *School Science and Mathematics*, 93(8), 418-421 (1993).
23. H.G. Lang & J.A. Albertini. Construction of meaning in the authentic science writing of deaf students. *Journal of deaf studies and deaf education*, 6(4), 258-284 (2001).
24. H.G. Lang & D. Steely. Web-based science instruction for deaf students: What research says to the teacher. *Instructional Science*, 31(4-5), 277-298 (2003).
25. B.R. Xavier, M.R. Voelzke & O.R. Ferreira. Voices coming out of hands: Teaching Astronomy for the deaf. *RECMa*, 10, 257-276 (2019).
26. M. Zamfirov, S. Saeva & T. Popov. Innovation in teaching deaf students' physics and astronomy in Bulgaria. *Physics education*, 42(1), 98-104 (2007).
27. J. Egelston-Dodd, S. Ting. Video-Tutorials for Tech Sign Vocabulary in Astronomy. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 12(1), 21-26 (2007).
28. K. Lamouchi Chebbi, L'Univers : est-ce intéressant ? Une question de rapport au savoir. In A. Naceur & S. Masmoudi (eds) *Cognition, Emotion & Motivation*, 478-492 (Edition du centre national d'innovation pédagogique, Tunis, 2007).