



## L'ÉTUDE SUR LES DÉFINITIONS DES SOLUTIONS/SUBSTANCES ACIDES/BASIQUES PAR LES ÉLÈVES FRANÇAIS ET TURCS

### A STUDY ON THE DEFINITION OF ACIDIC/BASIC SOLUTIONS/SUBSTANCES BY FRENCH AND TURKISH STUDENTS

#### FRANSIZ VE TÜRK ÖĞRENCİLERİN ASIDIK/BAZIK MADDELERİ VE ÇÖZELTİLERİ TANIMLAMALARI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Aytekın ÇÖKELEZ \*

**RESUME:** L'objectif principal de cette étude est d'identifier le savoir appris et la différence par rapport au savoir à enseigner au niveau du lycée (1re et Terminale) pour les élèves Français et Turcs relatifs aux solutions acide et basique ainsi qu'à la reconnaissance des substances acide et basique par eux. Des données ont été recueillies à partir de 237 élèves Français et de 207 élèves Turcs, avant et après l'enseignement des concepts concernés, en utilisant un questionnaire qui contient quatre questions ouvertes. Les résultats de cette étude montrent qu'avant et après enseignement, les élèves Turcs définissent les solutions acide et basique au niveau du registre empirique alors que les définitions apportées par les élèves Français font référence au registre des modèles.

**Mots-Clés:** Didactique de la chimie, modèle, acide, base, solution.

**ÖZET:** Bu çalışmanın amacı lise seviyesindeki (lise 2 ve 3) Fransız ve Türk öğrencilerin asit ve baz çözeltileriyle ve asit ve bazları tanımlarıyla ilgili öğrenilmiş bilgilerini ve bu bilgilerle öğretilen bilgi ile arasındaki farkı ortaya koymaktır. Bu amaçla, veriler, 4 açık uçlu sorudan oluşan bir anketin öğretimden önce ve sonra olmak üzere, 237 Fransız ve 207 Türk öğrenciye uygulanmasıyla toplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, ilgili kavramların öğretimden sonra bile, Türk öğrencilerin asit ve baz çözeltilerinin çözeltilerini modeller seviyesinde tanımlamalarına karşın Fransız öğrencilerinin tanımlarının görece olarak modeller seviyesinde olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu çalışma, 8. sınıfta öğretilen asit ve baz çözeltileri ile ilgili bilgilerin lise 2 öğrencilerin zihinlerinde lise 3 öğrencilerine göre daha aktif durumda olduğunu göstermektedir.

**Anahtar sözcükler:** Kimya eğitimi, model, asit, baz, çözelti.

**ABSTRACT:** The purpose of this study is to highlight the acquired knowledge concerning the acidic and basic solution and recognition of acid and base, and difference according to knowledge to be taught at the level of upper secondary school (grades 11-12) for both French and Turkish students. Data was collected, before and after the relevant teaching was conducted, using a questionnaire containing four open-ended questions from 237 French students, and 207 Turkish students. The results showed that after the received teaching, Turkish students defined acidic and basic solutions using the empirical register. However, most of French students refer to models register. Therefore, this study pointed out that the knowledge relating to acidic and basic solutions taught at grade 9, is more mobilized by grade 11 students than grade 12 students.

**Keywords:** Chemistry education, model, acid, base, solution.

## 1. INTRODUCTION

Le « savoir » que l'observateur rencontre dans la pratique de classe : c'est le « savoir enseigné ». Ce savoir enseigné tire son origine du savoir savant, mais ce n'est pas nécessairement le savoir savant, celui que construisent les chercheurs dans leurs laboratoires et qui est donc propre aux spécialistes du domaine, qui doit devenir savoir à enseigner. Ce sont souvent les différents savoirs qui ont successivement fait leurs preuves et été admis par la communauté des scientifiques au cours de la construction de la science qui vont être pris en considération en fonction des services qu'ils peuvent rendre : ils sont nommés « savoirs de référence ». Pour que ces savoirs deviennent savoirs à enseigner il faut qu'il subisse une série de transformations appelées « transposition didactique ». Ce concept qui permet le passage de savoir de référence au savoir enseigné a été introduit par Chevallard (1985).

La première différence importante de la chimie par rapport à la physique est que l'activité de modélisation en chimie ne se contente pas de donner une description possible de l'interaction entre

\* Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Samsun, acokelez@omu.edu.tr

objets du monde réel, elle change les objets et travaille sur de nouveaux objets dans une approche théorique (Le Maréchal, 1999). Par exemple le vinaigre, qui a un goût aigrelet et pique sous la langue, devient de l'acide éthanoïque, appartenant à la famille des acides carboxyliques, qui est un donneur de proton (modèle de Brønsted) et dont on peut suivre la variation de pH ( $-\log [H_3O^+]$ ) lors de la réaction avec une base. La deuxième différence est, alors que la tendance de la physique est la mathématisation, la modélisation en chimie vise à interpréter la richesse expérimentale, à expliquer plutôt qu'à prévoir (Barlet, 1999). Il s'ensuit que les modèles quantitatifs en chimie sont souvent accompagnés de concepts qualitatifs classificatoires (Erduran et Scerri, 2002). En effet, la pensée chimique se présente comme une réflexion sur les conditions de combinaison des substances (Bachelard, 1973) et donc s'intéresse aux phénomènes dépendant de propriétés spécifiques de composés particuliers (Caldin, 2002).

### 1.1. Analyse des recherches antérieures

Ross et Munby (1991) ont mis en évidence que les concepts de la vie quotidienne sont retenus mieux que les concepts scientifiques. Par exemple, selon plusieurs élèves, toute substance à odeur forte et aigre est un acide ; elles sont fortes, puissantes, claires, sans couleur, réactives, corrosives et toxiques. D'ailleurs, les acides ont un goût amer et piquant, les substances acides ne doivent pas être ingérées. D'après certaines études (der Borght & Mobbille, 1989; Hand & Treagust, 1988 ; Ouertatani et al., 2007), plusieurs élèves croient que les acides sont épineux, poisons et dangereux. Toplis (1998), en accord avec d'autres recherches (Driver et al., 1994 ; Hand & Treagust, 1988), a mis en évidence le fait que les élèves ont peu d'expériences personnelles de ce qui est une base, ce terme est peu utilisé dans la langue quotidienne. Langlois et al. (1994) ont rapporté que selon les élèves, le concept de l'acide est lié à la chimie mais celle de la base n'y est pas lié. Carr (1984) et Driver et al. (1994) suggèrent que les idées des élèves au sujet des acides sont dérivées des expériences sensorielles telles que les nourritures au goût aigre et des histoires de crime au sujet des bains acides, des annonces pour les remèdes antiacides et des nouvelles au sujet des effets des pluies acides. Etude effectuée par Cros et al. (1986) a montré que les solutions acides sont envisagées comme dangereuses même lorsque leur pH s'avère beaucoup plus haut que celui des boissons courantes. Ces mêmes auteurs ont rapporté que, même après l'enseignement, la moitié des étudiants au niveau universitaire envisagent qu'une solution de pH 6 peut être bu. Banerjee (1991) a mis en évidence que les élèves pensent que le pH de l'eau de pluie dans un endroit non pollué est 7.

Demircioglu et al. (2005) ont montré que, pour certains élèves, les acides brûlent et fondent tout et que tous les acides et bases sont nocifs et toxiques. Les mêmes auteurs ont montré aussi que pour plusieurs élèves, à mesure que le pH augmente les acides deviennent inoffensifs et les bases ne sont pas nocives, la seule manière de reconnaître une substance si c'est un acide ou une base est de voir si elle mange quelque chose ou pas. Cette conception a été déjà confirmée par Hand & Treagust (1991). La notion d'acidité est liée à la concentration (Cissé, 1988). Par exemple, un acide fort est toujours un acide concentré. Plusieurs élèves croient que la différence entre un acide fort et faible est qu'un acide fort peut manger le matériel plus rapidement qu'un acide faible (Hand & Treagust, 1991). D'autres conceptions identifiées par Ross et Munby (1991) sont que les substances qui brûlent sont des acides, et que fruits sont des bases ; et que les acides contiennent l'ion d'hydroxyde. Ainsi, Garnet et al. (1995) ont rapporté que pour plusieurs élèves, les bases ne contiennent pas l'hydrogène. Ross & Munby (1991) ont mis en évidence que les élèves ont moins d'idées sur des bases que sur des acides. Par conséquent, ils donnent facilement l'exemple des acides. Conformément à ce résultat, Vidyapati et Seetharamappa (1995) ont rapporté que 64% des étudiants donnent l'exemple des fruits, 69% d'entre eux donnent l'exemple de la soude/des boissons et 27% d'entre elles donnent l'exemple du vinaigre pour des acides utilisés dans la vie quotidienne. Hand & Treagust (1988) et Hand (1989) ont prouvé que les élèves définissent des bases comme opposition des acides : « les bases provoquent les acides ».

Nakhleh et Krajcik (1994) ont rapporté que, pour plusieurs élèves, les bulles ou le bouillonnement est un signe de force. En outre, l'acide et la base possèdent leur couleur ou l'intensité particulière (les bases sont colorées bleues et des acides sont colorés rouges). Une autre conception identifiée par Demircioglu et al. (2005) est que les bases transforment le papier tournesol bleu en

rouge ; les acides transforment le papier tournesol rouge en bleu. Cros et al. (1986), dans une étude effectuée chez les étudiants de première année universitaire, ont observé la capacité limitée de donner des exemples des acides et des bases et des acides faibles et forts. Hand (1989) a constaté que les élèves de 17 ans ont toujours des difficultés à définir acide et à trouver des manières de reconnaître les acides. Cros et al. (1986) ont décrit les résultats semblables avec les étudiants de première année universitaire que ces derniers ont des difficultés à définir correctement les acides, les bases, le pH et l'utilisation du pH dans les situations quotidiennes. A partir de ces résultats ils concluent que les élèves du lycée rencontrent les mêmes problèmes conceptuels avec des acides et des bases.

En ce qui concerne le registre des modèles, les élèves considèrent l'acide comme l'opposé d'une base ou contenant d'hydrogène ainsi qu'un donneur de proton (der Borght & Mabile, 1989). Les élèves ne sont pas capables de définir scientifiquement ce qui est un acide et une base (Cissé, 1988). L'étude de Vidyapati & Seetharamappa (1995) a montré que les définitions des acides et des bases sont données correctement par environ un quart des élèves selon le modèle d'Arrhenius, par à peu près la moitié des élèves selon le modèle de Brønsted et le même pourcentage selon le modèle de Lewis. Selon Nakhleh & Krajcik (1994) et Dermerouti et al. (2004), les élèves confondent l'atome d'hydrogène avec l'ion hydrogène ou proton. Nakhleh et Krajcik (1994) ont montré que les élèves associent la base au groupement OH<sup>-</sup>. Pour les élèves, une base ne contient pas d'hydrogène, possède une formule sans hydrogène. Hawkes (1992) a montré que les élèves ne considèrent pas un ion négatif (tel CO<sub>2</sub><sup>-</sup>) comme une base. La conception identifiée par Demircioglu et al. (2005) est qu'à mesure que le nombre d'atomes d'hydrogène augmente dans la formule d'un acide, son acidité devient plus forte. En outre, les espèces ayant des formules avec de l'hydrogène sont des acides et ceux qui ont des formules avec de l'hydroxyle sont des bases. Selon Cros (1988), les étudiants de deuxième année universitaire ont modifié leurs conceptions : la définition descriptive pour les acides (pH moins de 7) est remplacée par une définition scientifique (un acide cède H<sup>+</sup>).

## 1.2. Présentation longitudinale du savoir à enseigner

Les programmes et les manuels pour les différents niveaux scolaires ont été analysés et sont résumés ci-après:

Les contenus d'enseignement en rapport avec cette étude repérée dans les manuels de la classe de troisième (Collège) font apparaître des similitudes entre les deux pays et parfois (précisées entre parenthèses) quelques particularités.

- Une solution est acide si son pH est inférieur à 7, basique s'il est supérieur à 7 et neutre si son pH est égal à 7.
- Les ions H<sup>+</sup> sont responsables de l'acidité et les ions HO<sup>-</sup> de la basicité. Une solution acide contient plus d'ions hydrogène H<sup>+</sup> que d'ions HO<sup>-</sup>, basique si elle contient plus d'ions HO<sup>-</sup> que d'ions H<sup>+</sup>, neutre si elle contient autant d'ions H<sup>+</sup> que d'ions HO<sup>-</sup>.
- Le pH se mesure avec un papier pH (papier au tournesol en Turquie), avec un pH mètre (France) ou avec un indicateur coloré (Turquie).

Dans les deux pays, en première année du lycée (grade 10), il n'y a pas d'enseignement spécifique relatif aux acides et aux bases. Cependant, en France les élèves vont rencontrer ou manipuler lors des enseignements, en particulier dans la partie du programme intitulée « chimie ou naturel », divers autres acides, soit sous forme solide, soit en solution. En ce qui concerne les bases, seuls l'ammoniac et l'hydroxyde de calcium sont mentionnés.

En France, en classe de première (grade 11), les acides nitrique, chlorhydrique, sulfurique, benzoïque, acétique, citrique et acétylsalicylique, ainsi que les hydroxydes de sodium, de potassium et de calcium interviennent dans l'enseignement, en début du programme, avant l'enseignement relatif aux acides et aux bases. A noter que le chlorure d'hydrogène intervient sous forme gazeuse dans l'expérience du jet d'eau qui est présentée aux élèves pour montrer la solubilité d'un composé moléculaire.

En Turquie, à l'issue de l'enseignement de la classe de première, les élèves doivent être capables :

- de reconnaître les propriétés communes des acides et des bases et de donner des exemples de la vie de tous les jours,
- de définir un acide et une base dans les sens d'Arrhenius, Brønsted-Lowry, et Lewis.

En France, à l'issue de l'enseignement des acides et des bases, les élèves doivent être capables :

- de classer certaines solutions en fonction de leur acidité,
- de définir un acide et une base au sens de Brønsted,
- de connaître quelques couples acide/base et d'y reconnaître l'acide de la base ( $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ,  $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})}/\text{NH}_3_{(\text{aq})}$ ,  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})}$ ).

Les caractéristiques générales des acides et des bases sont donc données en relation avec le registre empirique.

Il existe plusieurs études réalisées pour expliquer des raisons des différences entre le savoir à enseigner défini dans les programmes et dans les manuels et le savoir appris par les élèves. Par contre il n'existe pas assez d'étude comparative entre les élèves des deux pays faite pour analyser l'évolution du savoir pendant deux années successives. L'objectif principal de cette étude est d'identifier le savoir appris et la différence par rapport au savoir à enseigner au niveau du lycée pour les élèves Français et Turcs relatifs aux solutions acide et basique ainsi qu'à la reconnaissance des substances acide et basique. Les questions de recherche sont comme les suivantes:

- Comment définissent les élèves une solution acide et basique ?
- A quoi se réfèrent les élèves pour parler des solutions acide et basique avant et après l'enseignement donné en classe de première (grade 11) ? Les élèves font-ils référence au domaine empirique (connaissances familières, propriétés physiques ou chimiques) ou à des éléments du monde des théories et modèles (pH, ions en solution, modèles enseignés) ?
- Comment les élèves reconnaissent-ils expérimentalement qu'une substance dans un récipient est acide et basique ?

## 2. METHODOLOGIE

Dans un premier temps, les programmes et des manuels ont été analysés. Dans un deuxième temps, il a été réalisé l'enquête (annexe 1) auprès de 237 élèves Français (108 1<sup>re</sup> et 129 Terminale) de différents lycées de l'agglomération paloise (en France) et auprès de 207 élèves Turcs (94 1<sup>re</sup> et 113 Terminale) de différents lycées en Karabük en début d'année scolaire. Afin de recueillir des données relatives à la maîtrise des concepts d'acide et base par les élèves, quatre questions ouvertes, tenant compte du niveau scolaire, leur ont été posées à l'aide d'un questionnaire papier crayon. Les questions ont été écrites en Français et en Turquie, les langues de l'instruction dans deux pays, et contrôlées par les enseignants expérimentés dans la chimie et langage, et des corrections nécessaires ont été faites avant la présentation aux élèves.

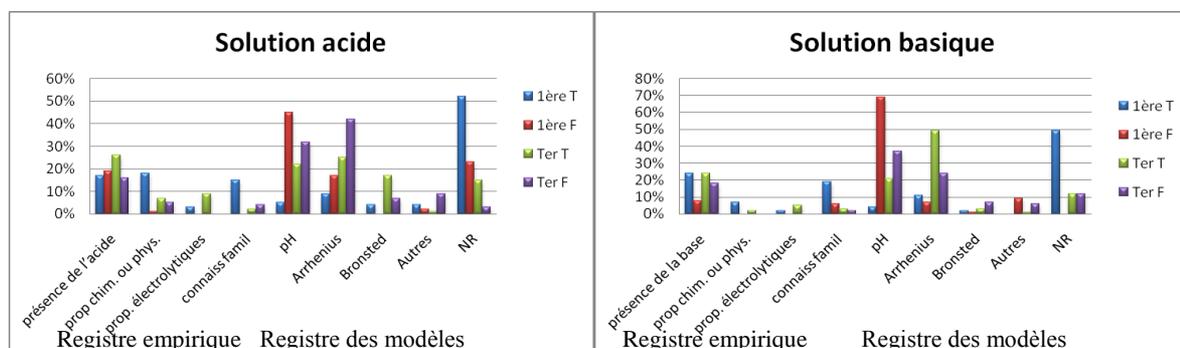
La transcription des données a été réalisée selon les étapes suivantes : Les questionnaires ont été numérotés. Les réponses des élèves ont été regroupées dans les tableaux selon différentes catégories établies selon les caractéristiques communes des réponses des élèves (Creswell, 1998). Les données regroupées selon les thèmes ont été supportées par les citations écrites en italique des réponses des élèves. Les citations directes faites sont très importantes pour montrer les idées et expériences des élèves (Yildirim & Simsek, 2005) Les données ont été catégorisées, interprétées et mises en relation par le chercheur. Comme les élèves ont donné à la fois plusieurs réponses aux questions ouvertes le nombre des éléments différents des explications identifiés est supérieur au celui des élèves. La catégorisation pour les réponses aux questions 1 et 4 a été déjà utilisée dans la recherche antérieure (Cokelez & Dumon, 2010).

### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1. Solutions acide et basique

Les réponses des élèves jugées recevables ont été classées en huit catégories, elles mêmes regroupées en deux classes : la registre empirique et le registre des modèles. Les pourcentages d'élèves ayant fait apparaître dans leur réponse des éléments des différentes catégories sont reportés et traduits sous forme d'histogrammes dans la figure 1.

Figure 1: Les idées des élèves concernant les solutions acide et basique



Si on compare les réponses des élèves Turcs pour la solution acide et la solution basique, le taux des réponses au registre empirique par les élèves dans la classe de 1<sup>ère</sup> est environ trois fois plus élevé que celui des réponses au registre des modèles (53% contre 18%). C'est à peu près la même situation pour la solution basique (53% contre 17%). Pour les élèves de Terminale, le taux des réponses des élèves faisant référence au registre des modèles est plus élevé pour la solution acide (43% pour empirique ; 64% pour modèles) et pour la solution basique (34% pour empirique ; 73% pour modèles). Pour les élèves Français, le taux de leurs réponses concernant le registre des modèles (62% en 1<sup>ère</sup> et 81% en Term. pour acide) (77% en 1<sup>ère</sup> et 68% en Term. pour base) est à peu près trois fois plus élevé que celui concernant le registre empirique (20% en 1<sup>ère</sup> et 26% en Term. pour acide) (14% en 1<sup>ère</sup> et 20% en Term. pour base). Ouertatani et Dumon (2008) ont mis en évidence qu'il faut mettre en place un apprentissage favorisant la circulation entre ces deux mondes car les apprenants ont des difficultés à mettre en relation le registre empirique et le monde des théories et modèles.

Parmi les élèves faisant référence au registre empirique, plusieurs élèves font référence à la présence de l'acide (1<sup>ère</sup>, 17%, T ; 19%, F ; Term. 26%, T, 16%, F) et de base (1<sup>ère</sup>, 24%, T ; 8%, F ; Term. 24%, T, 18%, F) dans la solution aqueuse pour définir une solution. Voici qu'écrivent certains élèves dans leurs réponses concernant la solution acide: « La solution dans laquelle on trouve l'acide/mélange d'acide avec de l'eau/ elle contient des (ions/molécules) acides », « C'est la solution qui présente la caractéristique acide », « Il y a l'acide dedans ». Quant à la solution basique : « Elle contient des bases », « Elle est un composé homogène qui présente la caractéristique basique », « Elle est une solution qui présente la caractéristique basique ». Certains élèves, plutôt les élèves Turcs, utilisent les propriétés physiques et chimiques pour définir la solution acide (T, 18%, 1<sup>ère</sup> ; 7%, Term. ; F, 1%, 1<sup>ère</sup>, 5%, Term.) et basique (T, 7%, 1<sup>ère</sup> ; 2%, Term.). Une solution acide : « Elle transforme la couleur du papier pH en rouge », « Elle est liquide », « Elle réagit sur les bases (et se produit le sel) », « Elle attaque les métaux et neutralise les bases ». Quant à une solution basique : « Elle est liquide », « Elle est en état aqueuse », « Elles transforment la couleur du papier pH en bleu ». D'ailleurs, surtout certains élèves Turcs de 1<sup>ère</sup> font référence dans leurs réponses aux connaissances familiales pour définir la solution acide (15%) : « Elle brûle/ronge/abîme », « Elle est corrosive/dangereuse/piquante/ amère », « Il faut manipuler avec précaution », ainsi pour définir la solution basique (19%) : « Elle est amère/glissante », « Elle est douce/ça ne pique pas ». De plus, seulement une minorité des élèves Turc de 1<sup>ère</sup> font référence à la conductivité d'électricité des solutions acide (1<sup>ère</sup>, 3%, Term. 9%), et basique (1<sup>ère</sup>, 2%, Term. 5%). Ils écrivent dans leurs réponses

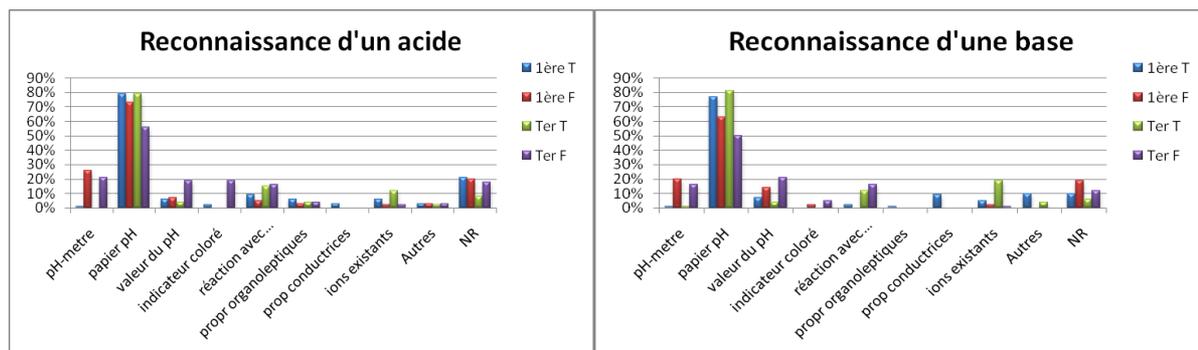
que « Elle est conductrice d'électricité », « Elle transmet l'électricité ». D'ailleurs, comme il a été déjà identifié par d'autres études (Ross et Munby, 1991 ; Ouertatani et al., 2007) il est évident que les taux des réponses des élèves concernant la base sont moins élevés que ceux pour l'acide est qu'ils sont moins familiers avec les bases par rapport aux acides.

En ce qui concerne les réponses des élèves au registre des modèles, les élèves définissent, par la valeur de son pH, la solution acide (T, 1<sup>re</sup>, 5%, 22% ; F, 45%, 32%), et la solution basique (T, 1<sup>re</sup>, 4%, 21% ; F, 69%, 37%). Les élèves des deux pays préfèrent utiliser le modèle d'Arrhenius pour définir la solution acide (T, 9%, 1<sup>re</sup> ; 25%, Term. ; F, 17%, 1<sup>re</sup> ; 42%, Term.) et pour définir la solution basique (T, 11%, 1<sup>re</sup> ; 49%, Term. ; F, 7%, 1<sup>re</sup> , 24%, Term.). Pour la solution acide : « Elle contient H<sup>+</sup> », « Elle est composé de H<sup>+</sup> », « Elle contient des ions OH<sup>-</sup> », « Elle ne contient pas H<sup>+</sup> », « Elle contient OH<sup>-</sup> », « Elle est composé de OH<sup>-</sup> », « Il y est l'ion OH<sup>-</sup> (exception de NH<sub>3</sub>) ». Une faible proportion des élèves Turcs utilise le modèle de Brønsted pour définir la solution acide (4%, 1<sup>re</sup> ; 17%, Term.) : « Elle est capable/susceptible de capter un (ou plusieurs) proton (ou H<sup>+</sup>) », « Lors de la réaction elles cèdent ion H<sup>+</sup> », « Elle peut céder un ou des protons H<sup>+</sup> », « Elle est capable/susceptible de capter un (ou plusieurs) proton (ou H<sup>+</sup>) ».

### 3.2. Reconnaissance expérimentale d'une substance acide et basique

Les réponses des élèves ont été classées en huit catégories. Les pourcentages d'élèves ayant fait apparaître dans leur réponse des éléments des différentes catégories sont reportés et traduits sous forme d'histogrammes dans la figure 2.

Figure 2: Les idées des élèves concernant le moyen de reconnaître les acides et les bases



On constate qu'une grande majorité des élèves des deux pays et même les élèves de toutes les deux classes, préfère reconnaître, en déterminant la valeur de son pH, qu'une substance est acide et basique. Il s'agit de quasiment le même type de réponses pour la substance acide et basique. Plus particulièrement, les réponses se concentrent plutôt sur l'aide d'un papier pH (Turquie, 4/5, 1<sup>re</sup> et Term. ; France, 3/4, 1<sup>re</sup> et 1/2, Term.). Voici ce qu'écrivent certains élèves dans leurs réponses sur ce sujet : « En utilisant soit une échelle de teinte soit un papier pH », « A l'aide de papier pH, selon l'échelle de couleur (bleu->rouge) détermination du pH », « Le papier pH prend une colorisation particulière suivant le pH de la substance. Pour être acide, cette substance doit avoir un pH inférieur à 7 ».

D'ailleurs, surtout les élèves Français préfèrent utiliser un pH-mètre pour reconnaître qu'une substance est acide (1<sup>re</sup>, 26% ; Term., 21%) et basique (1<sup>re</sup>, 20% ; Term., 16%). Certains élèves Français préfèrent faire référence à la valeur du pH pour reconnaître qu'une substance acide (1<sup>re</sup>, 7% ; Term., 19%) et basique (1<sup>re</sup>, 14% ; Term., 21%).

Les élèves Français de Terminale pensent reconnaître qu'une substance est acide ou basique en utilisant un indicateur coloré acido-basique (19% pour acide et 5% pour base) : « On utilise le truc (solution) jaune qui devient rose en présence d'acide : hélianthine », « On met une substance basique colorée dans le récipient contenant le liquide. Si la substance prend la couleur de la base, il y a réaction d'oxydo-réduction. La substance est acide », « On utilise du bleu du méthylène », « On

*analyse la couleur de la substance grâce à un mélange avec une autre solution », « A l'aide d'un indicateur coloré », « L'hélianthine réagit avec les bases et devient jaune ».*

Il s'agit d'une augmentation sur les taux des réponses des élèves qui reconnaissent la substance acide en la faisant réagir avec le calcaire, un métal ou une base (acide : F., 1<sup>re</sup>, 5%, 16% ; T. 1<sup>re</sup>, 9%, 15% ; Base : F., 1<sup>re</sup>, 0%, 16% ; T. 1<sup>re</sup>, 2%, 12%) : *« On remarque s'il y a réaction et attaque d'un matériaux solide comme la paille de fer », « Si on y met de la calcaire ça fait des bulles on peut la faire réagir avec une base on verra alors une réaction », « On peut déterminer son pH à l'aide d'une échelle de teintes et voir qu'il est inférieur à 7 », « Avec une réaction acido-basique, pour mettre en évidence l'acide présent dans le récipient », « en la faisant réagir avec une base afin d'effectuer une réaction acido-basique », « lorsqu'on met une solution acide sur du calcaire ça mousse », « Quand on met un métal dedans, il se produit du gaz H<sub>2</sub> », « on met un acide voir si ça réagit », « on met une substance acide coloré dans le récipient contenant le liquide. Si la substance prend la couleur de l'acide, il y a réaction d'oxydo-réduction, la substance est base ».*

Certains élèves Turcs, plutôt ceux de terminale, font référence aux ions que la substance contient (6% en 1<sup>re</sup> et 12% en Term. pour acide; 5% en 1<sup>re</sup> et 19% en Term. pour base) : *« Si elle contient des ions H<sup>+</sup> », « S'il y a l'ion OH<sup>-</sup> », « Si elle contient les ions OH<sup>-</sup> ».*

Une minorité des élèves Turcs de 1<sup>re</sup> fait référence aux propriétés conductrices de la solution (3% pour acide ; 9% pour base). Un faible pourcentage des élèves fait référence aux propriétés organoleptiques mais plutôt pour les acides (T. 1<sup>re</sup>, 6%, 4% ; F. 3%, 4%) : *« Si l'on laisse les doigts trop longtemps dedans, l'empreinte digitale est longée et réapparaît plus tard », « Si on met le doigt dedans ça brûle ».*

Il est surprenant qu'un élève Français essaye d'expliquer comment reconnaître l'acide et la base dans un récipient, par la production de deux phases différentes : *« On reconnaît une substance car lorsqu'on met dans un même récipient une solution basique et solution acide, la solution basique se trouve toujours en-dessous de l'autre. Car la solution acide est moins dense que l'autre, elle est plus légère, donc se trouvera forcément au-dessus. Cela forme deux phases ».* C'est une conception identifiée pour la première fois par cette étude.

#### 4. CONCLUSION ET IMPLICATIONS

Les résultats de cette étude montrent qu'avant et après enseignement, les élèves Turcs définissent les solutions acide et basique au niveau du registre empirique alors que les définitions apportées par les élèves Français font référence au registre des modèles. On constate que même si les définitions des élèves Turcs ont, après enseignement, une tendance à définir ces concepts au niveau du registre des modèles alors que les taux des élèves définissant ces concepts au niveau du registre empirique sont considérables. Par contre, les élèves Français préfèrent définir ces concepts majoritairement au niveau du registre des modèles. Après enseignement, le modèle plus fréquemment choisi pour définir les solutions acide et basique est celui d'Arrhenius par les élèves Turcs et Français. Les résultats montrent ainsi que les élèves, même s'ils possèdent des modèles plus élaborés ont tendance à choisir préférentiellement, dans une situation qui n'est pas objet d'évaluation les modèles les plus simples : *« Plusieurs élèves préfèrent les modèles simples et concrets »* (Harrison & Treagust, 1996) et *« non pas les modèles plus sophistiqués et mathématiquement complexes... »* (Coll & Treagust, 2001 ; Coll & Taylor, 2002).

Il est intéressant qu'avant enseignement, les élèves Français font référence au pH plus fréquemment que les élèves Turcs car le contexte sur le pH et sur les caractéristiques des substances acide et basique figure dans le programme de 3<sup>ème</sup> Turc, par contre dans le programme de 3<sup>ème</sup> Français le pH n'est pas objet d'enseignement. Un autre remarque est qu'alors que les élèves Français font référence aux perceptions communes pour définir la solution acide, aucun d'entre eux n'y font référence pour définir la solution basique.

Les résultats de cette étude montrent que les niveaux d'intégration des concepts concernés sont très inférieurs aux niveaux de formulation requis à la fin des différents niveaux d'enseignement. Les

résultats de cette étude permettent de mettre en évidence que les connaissances relatives aux solutions acide et basique enseignées en troisième sont plus mobilisées par les élèves de premières que par ceux de terminale. On peut en conclure que lorsque des concepts ne sont plus objets d'enseignement ils ont tendance à être oubliés.

Comment faire progresser les élèves dans l'appropriation de ces concepts abstraits ? Comme il a été désigné dans une autre étude (Cokelez & Dumon, 2005), ce n'est pas une question de programme puisque nos observations sont en accord avec celles effectuées dans divers pays anglo-saxons. Il est possible de formuler une hypothèse que c'est une question de méthode d'apprentissage de ces concepts. Il s'agit de donner aux élèves le moyen de comprendre comment fonctionne la science, de donner du sens aux connaissances scientifiques.

Comme il a été déjà identifié par d'autres études (Ross & Munby, 1991 ; Ouertatani et al., 2007) il est évident que les taux des réponses des élèves concernant la base sont moins élevés que ceux pour l'acide est qu'ils sont moins familiers avec les bases par rapport aux acides.

Comme il a été expliqué dans une autre recherche (Çökelez, 2009), la conceptualisation des modèles par les élèves représente donc une véritable difficulté. Des tentatives d'interprétation de l'origine de cette difficulté ont été proposées par Barlet et Plouin (1997) et Tsaparlis (1997) :

- Les concepts en jeu sont abstraits, ne peuvent être mis en relation avec l'expérience quotidienne. Leur compréhension nécessite donc que les élèves aient atteint un niveau d'abstraction élevé, même ce qui ne semble être le cas que pour environ la moitié d'entre eux à l'entrée à l'université,
- Un apprentissage réel ne peut se produire que si les élèves arrivent à donner du sens aux nouvelles connaissances qu'on leur présente. Pour cela ils ne peuvent que s'appuyer sur les connaissances disponibles dans leur mémoire à long terme. En absence de telles connaissances, ou de connaissances mal structurées, le résultat conduit à un apprentissage mécanique superficiel (Cokelez & Dumon, 2005)

**Çalışmanın Kayıt Tarihi** : 02.06.2010  
**Yayına Kabul Edildiği Tarih** : 27.08.2012

## BIBLIOGRAPHIE

- Bachelard, G. (1973). *Le pluralisme cohérent de la chimie moderne*. Paris : Vrin.
- Banerjee, A.C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), 487-494.
- Barlet, R. (1999). L'espace épistémologique et didactique de la chimie. *L'actualité Chimique*, 4, 23-33.
- Barlet, R. & Plouin, D. (1994). La dualité microscopique-macroscopique un obstacle sous-jacent aux difficultés en chimie dans l'enseignement universitaire. *Aster*, 25, 142-173.
- Caldin, E. F. (2002). The structure of chemistry in relation to the philosophy of science. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 8, (2), 103-121.
- Carr, M. (1984). Model confusion in chemistry, *Research in Science Education*, 14, 97-103.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*, La pensée sauvage, Grenoble.
- Cissé, Z. (1988). School knowledge and professional skills: The case of acids and base in agriculture. *Diploma of Detailed Studies of didactics of the scientific disciplines*, Claude Bernard Lyon 1 University (France).
- Cokelez, A. & Dumon, A. (2005). Atom and molecule: upper secondary school French students' representations in long-term memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(3), 119-135.
- Cokelez, A. & Dumon, A. (2010). Une étude comparative des idées des élèves Français et Turcs sur les concepts acide et base: La transposition didactique. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 67-87.
- Coll, R. K. & Taylor, N. (2002). Mental models in chemistry: Senior chemistry students' mental models of chemical bonding. *Chemistry education: Research and Practice in Europe*, 3(2), 175-184.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31, 357-382.

- Creswell, J. V. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Cokelez, A. & Dumon, A. (2005). Atom and molecule: upper secondary school French students' representations in long-term memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(3), 119-135.
- Cokelez, A. & Dumon, A. (2010). Une étude comparative des idées des élèves Français et Turcs sur les concepts acide et base: La transposition didactique. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 67-87.
- Cros, D. Maurin, M. & Leber, J. (1986). Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education*, 8(3), 305-313.
- Cros, D., Chastrette, M. & Fayol, M. (1988). Conceptions of second year university students of some fundamental notions in chemistry. *International Journal of Science Education*, 10(3), 331-336.
- Dermerouti, M., Kausathana, M. & Tsaparlis, G. (2004). Acid-base equilibria, part I. Upper students'2 misconceptions and difficulties. *Chemistry Educator*, 204(9), 122-131.
- Demircioglu, G., Ayas, A. & Demircioglu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 6(1), 36-51.
- der Borght, D. de B.-V. & Mobbille, A. (1989). The evolution in the meanings given by Belgian secondary school pupils to biological and chemical terms. *International Journal of Science Education*, 11(3), 347-362.
- Driver, R., Squire, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science*. London: Routledge.
- Erduran, S. & Scerri, E. (2002). The nature of chemical knowledge and chemical education', in Gilbert, J., de Jong, O., Justi, R., Treagust, D. et van Driel, J. (eds.), *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, (pp. 7-27).
- Garnett, P.J., Garnett, P.J. & Hackling, M.W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of Research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Hand, B. (1989). Student understandings of acids and bases: a two year study. *Research in Science Education*, 19, 133-144.
- Hand, B.M. & Treagust, D.F. (1988). Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases. *Research in Science Education*, 18, 53-63.
- Hand, B. & Treagust, D.F. (1991). Student achievement and science curriculum development using a constructive framework. *School Science and Mathematics*, 91(4), 172-176.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Hawkes, S.-J. (1992). Arrhenius confuses students. *Journal of Chemical Education*, 69(7), 542-43.
- Langlois, F., Raulin, P. & Chastrette, M. (1994). Une activité pour les modules: la construction des cartes conceptuelles. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 88(760), 69-83.
- Le Marechal, J. -F. (1999). Modelling student's cognitive activity during resolution of problems based on experimental facts in chemical education. In J., Leach, et A.C., Paulsen, (Éds). *Practical Work in Science Education* (pp. 195-209).
- Nakhleh, M.B. & Krajcik, J.S. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1077-1096.
- Ouertatani, L. & Dumon, A. (2008). L'appropriation des "objet de savoir" relatives aux titrages acide-base par les élèves et les étudiants tunisiens. *Didaskalia*, 32, 9-39.
- Ouertatani, L., Dumon, A., Trabelsi, M.A. & Soudani, M. (2007). Acids and bases : The appropriation of the Arrhenius model by Tunisian grade 10 students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 483-506.
- Ross, B. & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- Toplis, R. (1998). Ideas about acids and alkalis. *School Science Review*, 80(291), 67-70.
- Tsaparlis, G. (1997). Molecules and atoms at the centre stage. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2(2), 57-65.
- Vidyapati, T.J. & Seetharamappa, J. (1995). Higher secondary school students' concepts of acids and bases. *School Science Review*, 77(278), 82-84.
- Yildirim A. & Simsek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Arasturma Yontemleri*. Ankara: Seckin Yayıncılık.

## ANNEXES

### Annexe 1: Questions d'enquête

1. Qu'est-ce qu'une solution acide ?

2. Qu'est-ce qu'une solution basique ?
3. Comment reconnaît-on expérimentalement qu'une substance dans un récipient est acide ?
4. Comment reconnaît-on expérimentalement qu'une substance dans un récipient est basique ?

## Annexe 2: Tableaux des réponses des élèves.

**Tableau 1.** Réponses des élèves données à la question 1.

En termes de :		Première				Terminale			
		Turquie		France		Turquie		France	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Registre empirique	Référence à la présence de l'acide dans la solution aqueuse	16	17	21	19	29	26	21	16
	Référence aux propriétés chimiques ou physiques	17	18	1	1	8	7	7	5
	Référence à leurs propriétés électrolytiques	3	3	-	-	10	9	-	-
	Références aux connaissances familières	14	15	-	-	2	2	5	4
	Total	50	53	22	20	49	43	33	26
Registre des modèles	Référence au pH	5	5	49	45	25	22	41	32
	Modèle d'Arrhenius	8	9	18	17	28	25	54	42
	Modèle de Bronsted	4	4	-	-	19	17	9	7
	Total	17	18	67	62	72	64	104	81
Autres	4	4	2	2	1	1	12	9	
Non réponse	49	52	25	23	15	15	4	3	
<b>Nombre total des élèves</b>		<b>94</b>		<b>108</b>		<b>113</b>		<b>129</b>	

**Tableau 2.** Réponses des élèves données à la question 2.

En termes de :		Première				Terminale			
		Turquie		France		Turquie		France	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Registre empirique	Référence à la présence de la base dans la solution aqueuse	23	24	9	8	27	24	23	18
	Référence aux propriétés chimiques ou physiques	7	7	-	-	2	2	-	-
	Référence à leurs propriétés électrolytiques	2	2	-	-	6	5	-	-
	Références aux connaissances familières	18	19	6	6	3	3	3	2
	Total	50	53	15	14	38	34	26	20
Registre des modèles	Référence au pH	4	4	74	69	24	21	48	37
	Modèle d'Arrhenius	10	11	8	7	55	49	31	24
	Modèle de Bronsted	2	2	1	1	3	3	9	7
	Total	16	17	83	77	82	73	88	68
Autres	-	-	10	9	1	1	8	6	
Non réponse	46	49	-	-	13	12	16	12	
<b>Nombre total des élèves</b>		<b>94</b>		<b>108</b>		<b>113</b>		<b>129</b>	

**Tableau 3.** Réponses des élèves données à la question 3.

En termes de :		Première				Terminale			
		Turquie		France		Turquie		France	
		N	%	N	%	N	%	N	%
En déterminant la valeur du son pH	à l'aide d'un pH-mètre	1	1	28	26	-	-	27	21
	à l'aide d'un papier pH	74	79	79	73	89	79	72	56
	Simple référence à la valeur du pH	6	6	8	7	5	4	24	19
	Total	81	86	115	-	94	83	123	95
En utilisant un indicateur coloré acido-basique	2	2	-	-	-	-	25	19	
En la faisant réagir avec le calcaire/un métal/une base	8	9	5	5	17	15	20	16	
Référence aux propriétés organoleptiques	6	6	3	3	5	4	5	4	
Référence aux propriétés conductrices de la solution	3	3	-	-	-	-	-	-	
Références aux ions qu'elle contient	6	6	2	2	13	12	2	2	
Autres	-	-	2	2	-	-	3	2	

Non-réponse	-	-	5	5	-	-	-	-
<i>Nombre total des élèves</i>	<b>94</b>		<b>108</b>		<b>113</b>		<b>129</b>	<b>94</b>

**Tableau 4.** Réponses des élèves données à la question 4.

En termes de :		Première				Terminale			
		Turquie		France		Turquie		France	
		N	%	N	%	N	%	N	%
En déterminant la valeur du son pH	à l'aide d'un pH-metre	1	1	22	20	1	1	21	16
	à l'aide d'un papier pH	72	77	68	63	91	81	64	50
	Simple référence à la valeur du pH	7	7	15	14	4	4	27	21
	Total	80	85	105	97	96	85	112	87
En utilisant un indicateur coloré acido-basique	-	-	2	2	-	-	6	5	
En la faisant réagir avec le calcaire/un métal/une base	2	2	-	-	13	12	21	16	
Référence aux propriétés organoleptiques	1	1	-	-	-	-	1	1	
Référence aux propriétés conductrices de la solution	8	9	-	-	-	-	-	-	
Références aux ions qu'elle contient	5	5	2	2	21	19	1	1	
Autres	9	10	-	-	5	4	-	-	
Non réponse	9	10	20	19	7	6	16	12	
<i>Nombre total des élèves</i>		94		108		113		129	

## EXTENDED ENGLISH ABSTRACT

Students are presented with different models of acid and base in science education courses. These models originate from knowledge that has been gradually acquired by the scientific community during the development of science, and which it is named reference knowledge. The first task is to turn that knowledge into teaching objects: the knowledge to be taught as in Official Instructions and textbooks. Then teachers must bring this knowledge into use by devising class activities that are likely to support the students' learning. It will thus become school knowledge. Finally, the last stage of the student's work is to interpret the knowledge "the way he can" during various steps which will lead him/her to transform it into acquired or assimilated knowledge in a particular context.

Firstly, we have examined school science curricula and textbooks so as to identify the intended development of the conceptualization of related concepts within school curricula. The knowledge to be taught for different levels is summarized as follows:

After grade 11, Turkish students must be able:

- To recognize the common properties of the acids and the bases and to give examples of the everyday life,
- To define an acid and a base in the sense of Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis,

At the same level, French students must be able :

- To classify some solutions or drinks according to their "acidity".
- To define an acid and a base in the sense of Bronsted,
- To recognize some acide/base couples and to recognize which one is acid and which one is base:  $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ,  $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})}/\text{NH}_3_{(\text{aq})}$ ,  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})}$

Some studies published in recent years have presented students' difficulties concerning concepts of acid and base. On the contrary, not comparative study between two countries has been led on the evolution in time of the level of mastering of these concepts according to knowledge to be taught.

The purpose of this study is to highlight the acquired knowledge and difference according to knowledge to be taught at the level of upper secondary school (grades 11-12) for both French and Turkish students. This study will therefore address the following research questions:

- How do the students define an acidic and basic solution?
- What do students refer to for talking about acidic and basic solutions before and after received teaching in grade 11? Do they refer to empirical domain (familiar knowledge, physical and chemical properties) or to elements of world of theories and models (pH, ions in solution, taught models),

- How do they recognize experimentally whether a substance is an acid or base?

Data were collected by the researcher via three teachers from France and two teachers from Turkey before the relevant teaching was conducted, using a paper-and-pencil questionnaire that included four open-ended questions from 237 French students in Pau (108 grade 11 and 129 grade 12 students); and 207 Turkish students in Karabük (94 grade 11 and 113 grade 12 students).

The questions were written in French and in Turkish, the languages of instruction in the two countries, and then reviewed by teachers experienced in both chemistry and language, and all necessary corrections were made before presentation to the students.

The analysis of the data was performed in the following stages: (1) Student responses were categorized and grouped into sub-categories by the researchers according to common characteristics of expression and main ideas, frequencies and rates were calculated and in addition, continuous comparisons were made for the purpose of finding common categories among students; (2) Data analyzed from the main and sub-themes obtained was supported with direct quotations from student responses. These quotations were written in italics. Such direct quotations strikingly reflect the ideas and experience of the participant. (3) The findings were explained, connections were drawn and interpretations were made by the researchers. Since one student could offer several characteristics at a time, the total characteristics in the tables (see appendix) exceed the number of students. Because of this, the tables have been drawn up to have each response correspond to a different item.

The results showed that after received teaching Turkish students refer to empirical register to characterize an acidic and basic solution in their explications. However, explications by French students are related to the register of models.

The results of this study showed that the levels of integration of the related concepts are lower than the levels of necessary formulation at the end of the various levels of teaching. Additionally, the results showed that the students, even if they have more elaborated models, they have tendency to choose preferentially the simplest models.

## GENİŞLETİLMİŞ TÜRKÇE ÖZET

Fen eğitimi derslerinde öğrencilere asit ve bazların farklı modelleri gösterilir. Bu modellerin kaynağı bilimin gelişimi esnasında bilim dünyası tarafından ortaya konulan ve referans bilgi “reference knowledge” olarak adlandırılan bilgidir. Burada ilk adım öğrencilere verilecek bilginin içeriğinin belirlenmesidir ve bu bilgi bilim insanlarının bilim laboratuvarlarında geliştirdikleri bilginin içinden eğitim uzmanları tarafından seçilerek belirlenir. Bu bilgi öğretim programında ve ders kitaplarında tanımlanan öğretilecek bilgi “knowledge to be taught” dir. Sonrasında öğretmenin değişik etkinliklerle desteklediği ve sınıf ortamında öğrencinin karşı karşıya geldiği bilgi ise okul bilgisi “school knowledge” olarak adlandırılır. Son olarak öğrencinin ard arda zihinsel işlemler sonucunda bu bilgiyi kendine göre yorumlaması ve kendine göre zihinsel imajlar oluşturması sonucu öğrenilmiş bilgiye “acquired or assimilated knowledge” dönüşürmesidir.

İlk önce, Türkiye ve Fransa için ayrı ayrı öğretim programları ve ders kitapları ilgili kavramlar açısından incelenmiş ve öğretilecek bilgi kısaca aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

Türk öğrenciler için 10. sınıfın sonunda kazandırılacak kazanımlar:

- Asit ve bazların genel özelliklerinin bilmeleri ve günlük hayattan örnekler verebilmeleri,
- Asit ve bazları Arrhenius, Brønsted ve Lewis modellerine göre tanımlayabilmeleri.

Fransız 10. sınıf öğrencileri için hedef kazanımlar ise:

- Bazı çözelti ve içecekleri onların asitliklerine göre sınıflandırmaları,
- “asit ve bazın Brønsted modeline göre tanımlanması”,
- “bazı asit-baz çiftlerinin ( $H_3O^+/H_2O$ ,  $H_2O/HO^-_{(aq)}$ ,  $NH_4^+_{(aq)}/NH_3_{(aq)}$ ,  $CH_3CO_2H_{(aq)}/CH_3CO_2^-_{(aq)}$ ) tanınması ve hangisinin asit hangisinin baz olduğunun bilinmesi”.

Literatürde öğrencilerin asit ve baz kavramlarıyla ilgili öğrenme zorluklarını inceleyen değişik çalışmalar bulunmasına karşın iki ülke öğrencilerini karşılaştıran ve öğrencilerin bu kavramları öğrenme seviyelerinin zaman içerisinde nasıl değiştiğini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı lise seviyesindeki Fransız ve Türk öğrencilerin asit ve baz kavramlarıyla ilgili öğrenilmiş bilgilerini ve bu bilgilerle öğretilecek bilgi ile arasındaki farkı ortaya koymaktır. Bu kapsamda çalışmanın araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

- Öğrenciler asit ve baz kavramlarını nasıl tanımlamaktadırlar?
- Öğrenciler ilgili kavramların öğretimden önce ve sonra, asit ve baz çözeltilerinden bahsederlerken nelere atıfta bulunuyorlar? Deneysel alana (alışılmış algılama veya fiziksel ve kimyasal özellikler) mi yoksa teori veya modeller dünyasıyla ilgili unsurlara mı atıfta bulunuyorlar?
- Öğrenciler bir maddenin asidik mi yoksa bazik mi olduğunu deneysel olarak nasıl anlamaktadırlar?

Bu amaçla, alanyazın ve iki ülkenin öğretim programı analizi sonuçları ışığı altında 4 açık uçlu sorudan oluşan bir anket hazırlanmıştır. Veriler bu anketin öğretimden önce ve sonra olmak üzere, Fransa'nın Pau şehrindeki farklı liselerdeki 237 Fransız öğrenciye (108 10. Sınıf ve 129 11 sınıf) ve Türkiye'nin Karabük şehrindeki farklı liselerden 207 Türk öğrenciye (94 10. Sınıf ve 113 11. Sınıf) uygulanmasıyla toplanmıştır. Sorular iki ülkenin eğitim dilinde yani Fransızca ve Türkçe olarak yazılmış ve kimya ve dil konusunda tecrübeli öğretmenler tarafından kontrol edilmiş ve uygulanmadan önce gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Verilerin çözümlenmesi sürecinde aşağıdaki adımlar izlenmiştir. (1) Öğrencilerin cevapları, ifadelerdeki ortak özelliklere ve ana fikre göre araştırmacı tarafından oluşturulan kategorilere ve alt kategorilere yerleştirilerek frekansları ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Ayrıca diğer öğrencilerle ortak kategorilerin tespiti amacıyla sürekli karşılaştırılmıştır. (2) Elde edilen alt ve ana temalara göre ayrıştırılan veriler, öğrenci cevaplarından doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Bu alıntılar italik yazıyla yazılmıştır. (3) Bulgular araştırmacı tarafından açıklanmış, ilişkilendirilmiş ve yorumlanmıştır. Bir öğrenci aynı zamanda birkaç özellik tanımladığı için tablolardaki toplam özellik sayısı öğrenci sayılarından fazladır.

Bu çalışmanın sonuçları, Türk öğrencilerin asit ve bazları ampirik seviyede tanımlamalarına karşın Fransız öğrencilerin asit ve bazları modeller seviyesinde tanımladıklarını göstermektedir. Ayrıca bu çalışma Fransız öğrenciler Türk öğrencilere nazaran pH'a daha fazla atıfta olduklarını göstermektedir.

Diğer taraftan, bu çalışmanın sonuçlarına göre, Fransız öğrenciler asidik çözeltiyi tanımlarken onların genel özelliklerine atıfta bulunmalarına karşın bu öğrencilerden hiç birinin bazik çözeltiyi tanımlarken onların genel özelliklerine atıfta bulunmadıkları görülmektedir. Ayrıca öğrenciler bazlarla ilgili cevap oranları asitlerle ilgili cevap oranlarına nazaran daha düşük olduğu daha önceki bazı çalışmalarda ortaya konulmuştur.

Sonuçlar öğrenme seviyelerinin farklı sınıflar için gerekenden daha alt düzeyde olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrenciler daha detaylı modelleri bilmelerine karşın basit modelleri kullanmayı tercih etmektedir. Bu çalışma öğrencilerin ilgili kavramlar öğretildikten hemen sonraki bilgilerinin bir yıl sonrakilere nazaran daha doğru ve daha mobilize olduğunu göstermektedir. Bu durum bazı bilgilerin tekrarlanmadığı durumlarda zamanla unutulduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçları, alanyazındaki araştırmalar dikkate alındığında, bu kavramların öğretiminde kullanılan öğretim metodlarının gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca modellerin öğrenciler tarafından kavramsallaştırılmasının önemli bir zorluk oluşturduğu alanyazındaki bazı araştırmalarca ortaya konulmuştur. Bu durum bazı araştırmacılar tarafından aşağıdaki gibi yorumlanmaktadır:

- Soyut kavramların günlük hayattan olaylarla bağlantılandırılmasının zor olduğu ve bu kavramları öğrenciler tarafından anlaşılmasının öğrencilerin yüksek kapasitede soyut düşünme becerisinin sahip olmalarına bağlı olduğu ve bu kapasitenin üniversiteye giriş seviyesindeki öğrencilerin dahi yaklaşık yarısında düşük olduğu,
- Öğrencilerin gerçek öğrenmelerinin ancak onlara sunulan yeni bilgilere anlam yüklemeleri ile mümkün olabileceği, bundan dolayı onların uzun süreli belleklerindeki bilgilerle ilişkilendirilmesinin zorunlu olduğu, bu bilgilerin eksikliği durumunda ise öğrenmenin mekanik izdüşümsel bir öğrenmeden ileriye gitmeyeceğidir.