

# **Évaluation formative de l'enseignement d'un concept de base en chimie dans les établissements d'enseignement secondaire**

par M.S. MEDIMAGH et M.L. BOUGUERRA  
Faculté des Sciences, Département de Chimie  
1060 Tunis, Tunisie

---

## **INTRODUCTION**

En Tunisie, l'enseignement vit à l'heure actuelle une période de réforme et de réorganisation des programmes de l'enseignement secondaire sous la pression démographique, du désir d'améliorer le rendement du système éducatif et dans le louable souci d'insuffler des notions nouvelles dans le programme pour «coller» aux progrès scientifiques et relever les défis auxquels le pays fait face dans les domaines de la science et de la technologie. L'enseignement actuel est généralement défini par un programme, complété parfois par des instructions à l'usage des professeurs ; pourtant un enseignement n'est défini correctement que lorsque les résultats qu'on attend sont clairs, ce qui conduit à définir des objectifs éducationnels.

Un programme de formation, au lieu d'être le résultat d'une accumulation non sélective des connaissances, devrait être façonné d'une manière sélective en fonction du but pédagogique à atteindre. Chaque fois que le but est modifié ou n'est pas atteint, le programme lui aussi devrait être revu en conséquence. Ainsi toute modification d'un programme ancien ou mise en place d'un programme nouveau doit être nécessairement précédé d'une évaluation du «curriculum» existant. Cette évaluation est de nature à fournir une base à la définition d'un programme. Ce travail est une modeste contribution dans ce sens.

## **OBJECTIF DU TRAVAIL**

Le but assigné à ce travail est l'évaluation d'un enseignement de chimie dispensé, depuis plusieurs années, à des élèves en dernière année de l'enseignement secondaire. Étant donné notre expérience, qui en est à ses débuts, dans le domaine de l'évaluation et par souci d'efficacité

nous nous sommes intéressés à un thème unique : l'oxydo-réduction. Ce choix est dicté par le fait que l'oxydo-réduction est un chapitre important de la chimie aux applications pratiques multiples que ce soit dans la vie quotidienne, l'industrie voire la biologie. De même nous considérons, qu'à travers l'oxydo-réduction on peut atteindre, outre des objectifs spécifiques, des objectifs plus généraux sur l'ensemble de l'enseignement de la chimie.

### **OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES**

Par ce travail nous espérons atteindre une évaluation formative et non de certification. L'évaluation de certification a pour but de classer les apprenants et à justifier les décisions quant au passage dans l'année suivante ou pour l'obtention d'un diplôme. Quant à l'évaluation formative, elle procure à l'enseignant des données qualitatives et quantitatives pour modifier ou non son enseignement donc de meilleures décisions pédagogiques.

Reste à préciser le domaine d'activité éducative sur lequel doit porter cette évaluation. La classification (ou taxonomie) de Bloom, répartit les objectifs de l'enseignement en trois grands domaines : le domaine cognitif (démarche intellectuelle), le domaine affectif (attitude scientifique) et le domaine psychomoteur (habileté manuelle).

Seul le domaine cognitif ou démarche intellectuelle est visé par cette évaluation. Il semble que la démarche intellectuelle puisse être évaluée en se basant, selon la classification simplifiée de Bloom [1], sur trois niveaux : mémorisation, interprétation des données et applications [2, 3].

Le premier niveau est celui du souvenir des faits ; ce qui implique de se rappeler des définitions, des principes, des modèles, des méthodes... Le deuxième niveau (interprétation des données) est un processus d'application dans lequel on utilise des définitions, des idées, des principes ou des méthodes pour aborder une situation ou un phénomène nouveau. Le troisième niveau est celui de la solution d'un problème issu de situations nouvelles pour lequel il n'existe pas de schéma préconçu ou pouvant servir de guide.

## OUTIL D'ÉVALUATION

L'instrument adopté pour cette évaluation est un questionnaire qui groupe des questions à choix multiples (QCM) et des questions à réponses ouvertes et courtes (QROC). Pour les questions à choix multiples nous avons respecté les recommandations généralement admises [3, 4].

- la question comporte une idée complète et non uniquement un seul mot,
- les questions sont complètement indépendantes,
- les questions ne doivent pas contenir des déclarations négatives.

Quant aux questions à réponses ouvertes et courtes, elles doivent être rédigées de telle sorte qu'elles appellent, en réponse, un concept prédéterminé et précis, ce qui est en accord avec la définition de Barres et Risse [5]. Cette réponse est courte et peut être exprimée selon le cas sous différentes formes (résultats numériques, équations chimiques,...). Il est bien entendu qu'une seule réponse est acceptable sous quelque forme qu'elle apparaisse.

## POPULATION TESTÉE

La population concernée par cette étude **préliminaire** est composée de 155 élèves en classes terminales de l'enseignement secondaire (classe de baccalauréat) se répartissant comme suit :

- 25 % d'élèves candidats au baccalauréat mathématiques et techniques (l'équivalent du baccalauréat «E» Français),
- 75 % d'élèves candidats au baccalauréat mathématiques et sciences (l'équivalent du baccalauréat «C» Français). Quatre lycées, répartis dans quatre régions différentes de la Tunisie, ont été concernés par cette enquête.

## DESCRIPTION DU QUESTIONNAIRE

Le questionnaire, auquel les élèves doivent répondre de manière anonyme, comprend en tout 54 items (sans l'item «je ne sais pas») répartis sur 12 questions qui demandent 35 réponses (voir le questionnaire en annexe). Les questions peuvent être classées comme suit :

- mémorisation = 1, 2, 3, 4, 8,
- interprétation = 5, 6, 7, 11,

– solution d'un problème = 9, 10, 12.

Pour les questions à choix multiples, nous avons proposé aux élèves l'item «je ne sais pas» pour qu'ils ne se sentent pas obligés de donner des réponses au hasard au cas où la bonne réponse fait défaut. De même, l'exploitation des pourcentages de non réponse «je ne sais pas» permet de différencier trois types de comportement [6].

- a) l'élève connaît la bonne réponse, dans ce cas les pourcentages de bonnes réponses seront élevés et ceux de non-réponses faibles,
- b) l'élève ne connaît pas la bonne réponse et sait qu'il ne la connaît pas, ceci donnerait des pourcentages de réponses exactes faibles et de sans réponses élevés,
- c) l'élève ne connaît pas la réponse exacte mais croit la connaître, cette attitude intéressante donnerait des pourcentages de réponses fausses élevés et de sans réponses faibles.

## INTERPRÉTATION DES RÉPONSES AU QUESTIONNAIRE

Les questions avec les pourcentages des réponses exactes, réponses fausses et sans réponses sont présentées en annexe.

Sur l'ensemble de 155 questionnaires dépouillés aucun ne contenait de réponses fantaisistes, ce qui dénote que tous les élèves ont accepté, très favorablement, cette technique très peu utilisée dans notre pays - tout au moins dans le domaine des sciences - à notre connaissance.

Une analyse rapide des réponses montre qu'il existe une grande diversité dans les réponses exactes qui vont de 6,45 % à 91 % :

- 7 questions ont moins de 30 % de réponses exactes,
- 7 questions ont entre 30 % et 50 % de réponses exactes,
- 21 questions ont plus de 50 % de réponses exactes.

Les questions qui font appel à la mémorisation des définitions (questions 1 et 2), à la mémorisation des données (questions 3 et 4-1) et à la mémorisation des équations chimiques (5-3 et 7-3) sont généralement bien traitées.

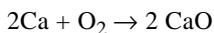
Les questions apparaissant comme les plus difficiles (avec moins de 30 % de réponses exactes) sont les questions 5-4, 6-5, 11, 12-1, 12-2, 12-4, 12-6 et 12-7.

Certains résultats sont assez attendus tels que ceux relatifs aux questions 12-1 à 12-7, qui ont toutes un caractère appliqué, qui n'ont pas fait l'objet d'une étude spécifique en classe et qui sont introduites dans ce questionnaire uniquement dans le but de vérifier l'une des lacunes de notre enseignement, à savoir l'ouverture de l'enseignement de la chimie sur l'environnement, ou plus simplement de vérifier «la culture générale scientifique» des élèves [7]. Ainsi le développement d'une pellicule «noir et blanc» ou l'explosion de la dynamite sont des thèmes totalement inconnus pour la majorité de nos élèves. Preuve d'un manque de curiosité scientifique flagrant.

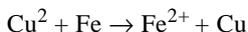
Par contre, deux résultats nous ont particulièrement étonnés :

a) 6,45 % seulement savent que  $O_2/H_2O$  est un couple rédox contre respectivement 87,74 % et 62,29 % pour les couples  $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$  et  $NO_3^-/NO$

b) 10,06 % seulement considèrent l'équation chimique :



comme représentant une réaction d'oxydo-réduction contre 91 % pour l'équation :

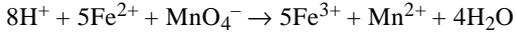


pourtant, pour la première équation, on remarque bien la présence de l'oxygène qui oxyde le calcium. Le formalisme du nombre d'oxydation semble paradoxalement, avoir plus retenu l'intérêt des élèves que la présence de l'oxygène.

A la suite de ces résultats, nous pouvons noter que, pour la majorité de nos élèves, l'oxydation et la réduction sont synonymes d'échange «apparent» d'électrons qui se manifeste surtout par réactions entre composés chargés. On devrait présenter aux élèves, en premier lieu, les propriétés oxydantes de l'oxygène [8]. Il semble enfin que les élèves aient du mal à voir dans le couple  $O_2/H_2O$  que l'oxygène est un élément dans deux états d'oxydation comme le montre - a contrario - les réponses à la question 6-4 du reste.

Moins de 20 % des élèves considèrent l'eau de Javel comme une solution oxydante pourtant l'eau de Javel est un produit courant dans ce pays et dont la fabrication et les propriétés devraient mériter une attention particulière au cours de l'enseignement.

L'analyse des questions 7-1, 7-2 et 7-3 est à notre avis fort intéressante, moins de 39 % des élèves ne savent pas écrire une demi réaction d'oxydation et une demi réaction de réduction par contre 62 % sont capables d'écrire l'équation globale :



avec tous ses termes correctement affectés de leur coefficient stœchiométrique. Ceci, en tenant compte des excellentes performances relatives aux définitions de l'oxydation (85,16 %) et de l'oxydant (71,62 %), nous permet de constater que chez nos élèves l'effort de mémorisation (même pour des équations chimiques aussi compliquées) l'emporte sur l'effort de l'interprétation des données pour résoudre un problème nouveau. On peut regretter un tel «gâchis» et se poser des questions sur les aptitudes scientifiques. Pour ce qui est des demi réactions, les élèves, pour la plupart sont en mesure de faire des prédictions mais semblent plutôt incapables d'identifier complètement ces demi réactions. Est-ce un manque de connaissance sur ce thème précis ou un problème de terminologie ? Nous ne pouvons trancher à cette phase de notre étude.

Les résultats des questions 10-1, 10-2 et 10-3 peuvent être interprétés dans le même sens, puisqu'il est possible de mémoriser définitivement que dans une pile le métal dont le potentiel est le plus bas joue le rôle de réducteur, donc subit une oxydation, et que le réducteur joue toujours le rôle du pôle négatif : la mémorisation de ces données donne respectivement des pourcentages de réponses exactes de 72,25 % et 82,58 %.

Quant à l'interprétation de ces données pour montrer qu'au cours de l'oxydation du métal A la concentration de l'ion  $\text{A}^{2+}$  correspondant doit augmenter, elle ne donne que 45,80 % de réponses exactes. Ainsi, moins de la moitié de la cohorte est capable de cette interprétation somme toute assez simple. Il nous semble qu'il y a là un réel problème posé à notre enseignement car tout enseignement doit effectivement préparer à interpréter, à expliquer un phénomène une fois les prémices et les règles générales établies. Il faudrait peut être aussi incriminer le manque d'expériences et de manipulation du fait de l'absence de matériel, de produits chimiques, voire de temps.

L'analyse des pourcentages des non-réponses montre qu'ils sont généralement faibles surtout pour les questions considérées comme les plus difficiles (5-4 et 6-5). Les pourcentages dans ce cas sont de 3 % donc les élèves ne connaissent pas la réponse mais croient la connaître. Les pourcentages des non-réponses les plus élevés sont rencontrés dans

les questions à caractère appliqué (11 et 12) pour lesquelles les élèves ne connaissent pas la bonne réponse et savent qu'ils ne la connaissent pas pourtant ces deux questions sont en fait une généralisation du phénomène de l'oxydo-réduction.

## CONCLUSION

Le repérage de ces lacunes, qui demandent à être confirmées et approfondies par d'autres investigations, doit tenir compte des caractéristiques spécifiques de l'enseignement dans notre contexte national c'est-à-dire dans un pays en voie de développement dans lequel la langue d'enseignement n'est pas la langue maternelle. De même le caractère trop théorique de l'enseignement traditionnel et l'utilisation importante des représentations symboliques et des termes spécifiques «obligent» peut-être les élèves à compter beaucoup sur leur mémoire [9]. A titre d'exemple, dans le manuel de chimie de classe terminale nous avons dénombré dans le chapitre traitant de l'oxydo-réduction une trentaine de termes nouveaux entre lesquels il existe des nuances fines difficiles à apprécier par un élève moyen de l'enseignement secondaire [10]. Ainsi on trouve les termes : oxydation, nombre d'oxydation, forme oxydée, réaction rédox, couple rédox, couple oxydant, pouvoir oxydant, potentiel rédox...

De plus, il faut mettre en cause ici le caractère livresque du travail des élèves, retombée quasi obligatoire du manque de travaux pratiques et d'expériences de cours, à notre avis.

Enfin, il ne faut pas oublier le rôle «mineur» dévolu à la chimie par notre enseignement. La chimie, rappelons-le, intervient au baccalauréat par le tiers de la note de physique et chimie, Elle peut être matière à option uniquement pour certains bacheliers. Son enseignement débute plutôt tard dans la vie de l'élève. Il semble que notre enseignement continue à respecter la classification des sciences proposée par le philosophe Auguste Comte à la fin du siècle dernier et qui ne fait pas la part belle à notre discipline. Cela est déplorable car qui nierait aujourd'hui l'importance économique, stratégique voire alimentaire (qu'on pense aux engrais, aux pesticides, aux hormones de croissance...) de la chimie ? Il faut espérer une révision des programmes qui donnerait enfin à la chimie sa place dans l'intérêt de la formation intellectuelle et de l'économie nationale [12, 13].

Cette étude préliminaire, riche de renseignements mérite d'être approfondie et étendue aux étudiants en première année de l'enseignement supérieur. Cette approche permettra aussi d'évaluer la transition entre l'enseignement dans les établissements du secondaire et l'enseignement supérieur étant donné que l'oxydo-réduction est enseignée en première année de l'enseignement supérieur en supposant acquises, au secondaire, les notions de base de ce concept. Ce travail fait l'objet d'une étude en cours d'élaboration.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] B.S. BLOOM, «Taxonomie des objectifs pédagogiques», Tome 1, Éd. Nouvelle, Montréal, **1970**.
- [2] W. GARIEPY, «Guide pour identifier, spécifier et expliquer les objectifs pédagogiques», Montréal, C.A.D.R.E., **1973**.
- [3] J.R.T. CASSELS and A.H. JOHNSTONE, J. Chem. Educ. **1981**, 61, 613.
- [4] M. DONALDSON and R.J. WALES, «Cognition and development of language», John Wiley and sons, New-York. **1970**.
- [5] J. BARRES, D. RISSE, «Choix d'une forme d'épreuve écrite permettant une notation objective», Nouvelle presse médicale, **1975**, 13, 983.
- [6] M. CHASTRETTE, L'actualité chimique, **1978**, 3, 46.
- [7] K.R. POPPER, «La logique de la découverte scientifique», Payot, Paris, **1982**.
- [8] J.D. HERRON, J. Chem. Educ. **1975**, 52, 51.
- [9] A.H. JOHNSTONE, J. Chem. Educ. **1984**, 61, 847.
- [10] E. PEUMANS, L. BRANT and J. BOUMA, Abstracts of the Tenth Int. Conf. on Chem. Educ., August 20 th to 25 th, Ontario, Canada, **1989**.
- [11] A. NDIAYE, Abstracts of the Thenth Int. Conf. on Chem. Educ., August 20 th to 25 th, Ontario, Canada, **1989**.
- [12] M.L. BOUGUERRA, L'actualité chimique, **1982**, 1, 33.
- [13] M.L. BOUGUERRA, in «Widening the scope of chemistry» edited by Yoshiti Takeuchi, Blackwell Scientific Publication, London, **1987**, 159.

## Annexe

### *Texte du questionnaire et réponse*

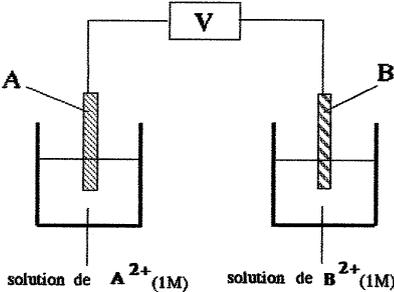
---

Ce questionnaire doit être rempli en **45 minutes** maximum.

Pour répondre <b>cochez la case</b> correspondant à la réponse exacte.	% réponses		
	Exactes	Fausses	Sans répon.
1. Une oxydation est :			
– une perte de protons . . . . . <input type="checkbox"/>			
– un gain de protons . . . . . <input type="checkbox"/>			
– une perte d'électrons . . . . . <input type="checkbox"/>	72,41	26,95	0,64
– un gain d'électrons . . . . . <input type="checkbox"/>			
– (je ne sais pas) . . . . . <input type="checkbox"/>			
2. Un oxydant est un :			
– donneur d'électrons . . . . . <input type="checkbox"/>			
– donneur de protons . . . . . <input type="checkbox"/>			
– accepteur d'électrons . . . . . <input type="checkbox"/>	58,69	40,03	1,26
– accepteur de protons . . . . . <input type="checkbox"/>			
– (je ne sais pas) . . . . . <input type="checkbox"/>			
3. Un élément qui s'oxyde voit son nombre (ou degré) d'oxydation :			
– diminuer . . . . . <input type="checkbox"/>			
– augmenter . . . . . <input type="checkbox"/>			
– rester inchangé . . . . . <input type="checkbox"/>	57,89	37,32	4,78
– (je ne sais pas) . . . . . <input type="checkbox"/>			
4. Indiquer pour chacun des composés suivants le nombre (ou degré) d'oxydation du <b>chlore</b> :			
4.1. Cl <sub>2</sub> . . . . . <input type="checkbox"/>	64,75	22,27	13,08
4.2. AgCl . . . . . <input type="checkbox"/>	44,66	33,49	21,85

Pour répondre <b>cochez la case</b> correspondant à la réponse exacte.	% réponses		
	Exactes	FausSES	Sans répon.
4.3. NaClO..... <input type="checkbox"/>	41,15	30,30	28,50
4.4. HClO..... <input type="checkbox"/>	44,34	32,22	23,44
5. Parmi les équations chimiques suivantes cochez celles qui représentent une réaction d'oxydo-réduction :			
5.1. $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}_{(\text{s})}$ ..... <input type="checkbox"/>	59,01	40,19	0,80
5.2. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ..... <input type="checkbox"/>	64,27	34,77	0,96
5.3. $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Cu}$ ..... <input type="checkbox"/>	93,46	5,58	0,96
5.4. $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$ ..... <input type="checkbox"/>	21,05	77,83	1,12
5.5. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ..... <input type="checkbox"/>	52,84	36,36	0,90
6. Dans la liste suivante quels sont les couples oxydo-réducteurs ?			
6.1. $\text{NO}_3^-/\text{NO}$ ..... <input type="checkbox"/>	54,86	41,47	3,67
6.2. $\text{Ag}^+/\text{Cu}$ ..... <input type="checkbox"/>	62,36	33,97	3,67
6.3. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ ..... <input type="checkbox"/>	89,31	7,02	3,67
6.4. $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ ..... <input type="checkbox"/>	14,51	81,82	3,67
7. On sait que l'oxydant du couple $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ est plus fort que celui du couple $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ :			
7.1. Écrire l'équation de la demi-réaction d'oxydation :	30,30	62,36	7,34
7.2. Écrire l'équation de la demi-réaction de réduction :	29,35	63,16	7,50
7.3. Écrire l'équation bilan d'oxydo-réduction :	48,80	39,07	12,12

Pour répondre <b>cochez la case</b> correspondant à la réponse exacte.	% réponses		
	Exactes	FausSES	Sans répon.
<p>8. Lors du dosage d'une solution de sulfate de fer (II) en milieu acide sulfurique, par addition à l'aide d'une burette, d'une solution de permanganate de potassium (<math>\text{KMnO}_4</math>) ; le point d'équivalence est déterminé par :</p> <p>8.1. l'utilisation de phénolphtaleine. . . . . <input type="checkbox"/></p> <p>8.2. l'apparition d'un précipité. . . . . <input type="checkbox"/></p> <p>8.3. la persistance de la couleur de l'oxydant. . . . . <input type="checkbox"/></p> <p>8.4. la persistance de la couleur du réducteur. . . . . <input type="checkbox"/></p> <p>8.5. je ne sais pas . . . . . <input type="checkbox"/></p>	31,10	53,59	15,31
<p>9. On donne les potentiels normaux de couples suivants :</p> <p style="text-align: center;"> <math>\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}</math>                      <math>\text{H}^+/\text{H}_2</math>                      <math>\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}</math> </p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>Qu'observe-t-on quand on plonge une lame de zinc dans l'une des solutions aqueuses ci-après : (on choisira à chaque fois une réponse parmi les propositions suivantes) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dépôt de zinc</li> <li>- dépôt de cuivre</li> <li>- dégagement d'hydrogène</li> <li>- rien de visible</li> </ul> <p>9.1. solution de sulfate de cuivre                      54,86                      36,36                      8,77</p> <p>9.2. solution de sulfate de zinc                      61,24                      30,30                      8,45</p> <p>9.3. solution d'acide chlorhydrique                      70,49                      20,73                      8,77</p>	54,86 61,24 70,49	36,36 30,30 20,73	8,77 8,45 8,77
<p>10. Le schéma suivant représente une pile dont les électrodes sont reliées à un voltmètre (V) par des fils électriques. On donne les potentiels normaux des couples rédox :</p> <p><math>E^0_{\text{A}^{2+}/\text{A}} = -0,42 \text{ V}</math> et <math>E^0_{\text{B}^{2+}/\text{B}} = +0,34 \text{ V}</math></p>			

Pour répondre <b>cochez la case</b> correspondant à la réponse exacte.	% réponses		
	Exactes	FausSES	Sans répon.
 <p>10.1. Complétez le schéma pour que la pile <b>débite</b> du courant.  <u>Dans le cas où la pile débite du courant</u></p> <p>10.2. Le métal(A) subit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une oxydation..... <input type="checkbox"/></li> <li>- une réduction..... <input type="checkbox"/></li> <li>- aucune réaction..... <input type="checkbox"/></li> <li>- (je ne sais pas)..... <input type="checkbox"/></li> </ul> <p>10.3. Le métal(A) est-il :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le pôle (+)..... <input type="checkbox"/></li> <li>- le pôle (-)..... <input type="checkbox"/></li> <li>- (je ne sais pas)..... <input type="checkbox"/></li> </ul> <p>10.4. La concentration de la solution de A<sup>2+</sup> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- augmente..... <input type="checkbox"/></li> <li>- diminue..... <input type="checkbox"/></li> <li>- reste constante..... <input type="checkbox"/></li> <li>- (je ne sais pas)..... <input type="checkbox"/></li> </ul>	55,18	31,74	13,08
	60,45	33,01	6,54
	67,94	26,63	5,42
	37,96	49,28	12,76

Pour répondre <b>cochez la case</b> correspondant à la réponse exacte.	% réponses		
	Exactes	Faussees	Sans répon.
11. L'eau de Javel est une solution :			
11.1. aqueuse naturelle			
11.2. réductrice ..... <input type="checkbox"/>			
11.3. oxydante ..... <input type="checkbox"/>	27,43	44,50	28,07
11.4. acide ..... <input type="checkbox"/>			
11.5. (je ne sais pas) ..... <input type="checkbox"/>			
12. Parmi les réactions suivantes, cochez celles où intervient une réaction d'oxydo-réduction :			
12.1. développement d'une pellicule «noir et blanc» ..... <input type="checkbox"/>	22,49	62,36	15,15
12.2. combustion du glucose lors d'un effort musculaire ..... <input type="checkbox"/>	36,20	48,64	15,15
12.3. neutralisation d'un acide ..... <input type="checkbox"/>	49,76	35,09	15,15
12.4. combustion de l'essence dans le moteur à explosion ..... <input type="checkbox"/>	19,46	65,39	15,15
12.5. apparition de la rouille sur une coque de bateau ..... <input type="checkbox"/>	55,66	29,19	15,15
12.6. explosion de la nitroglycérine (ou de la dynamite) ..... <input type="checkbox"/>	18,18	66,51	15,31
12.7. explosion d'une bombe atomique. . . <input type="checkbox"/>	64,11	20,73	15,15