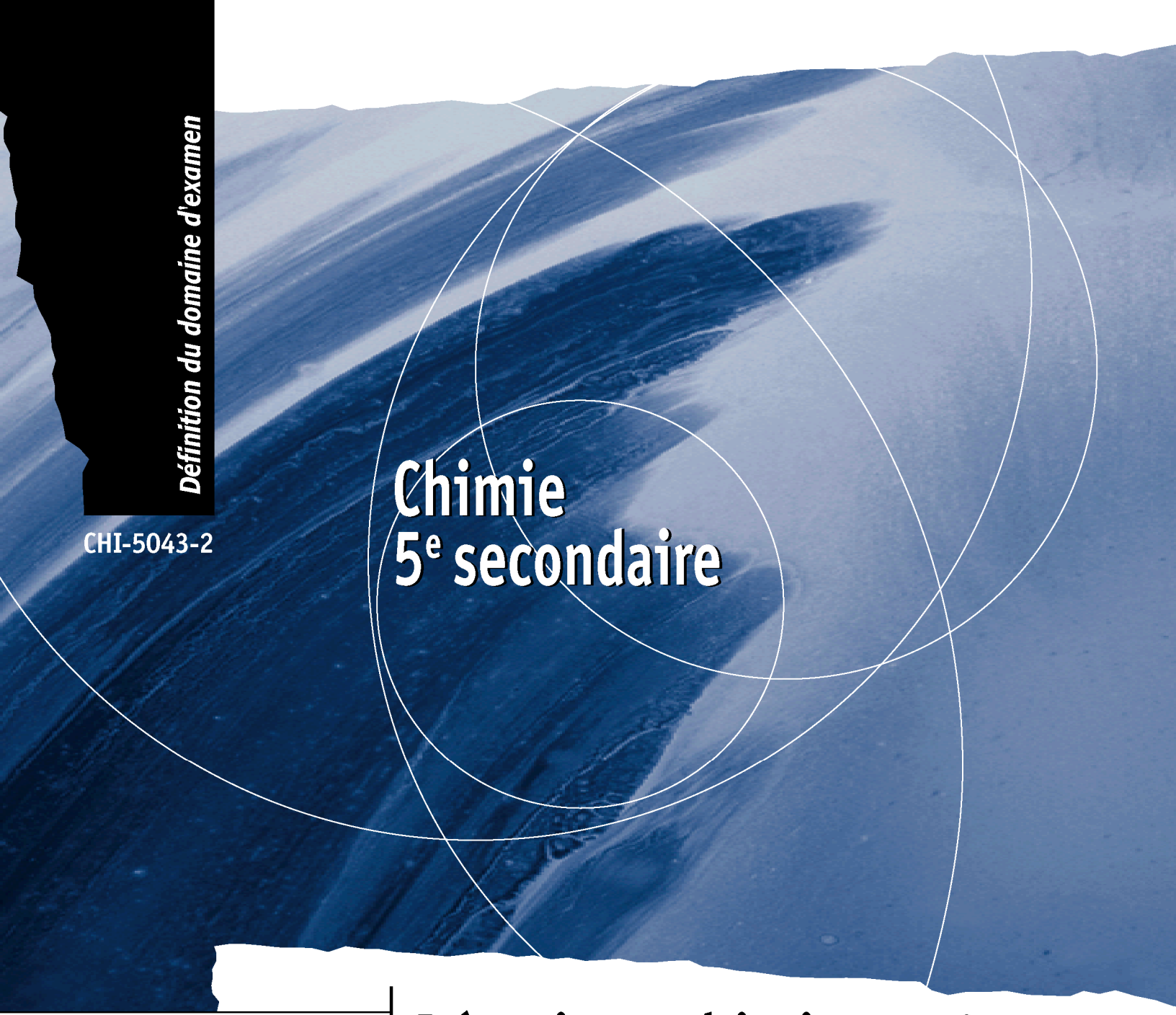


Définition du domaine d'examen

CHI-5043-2

Chimie
5e secondaire

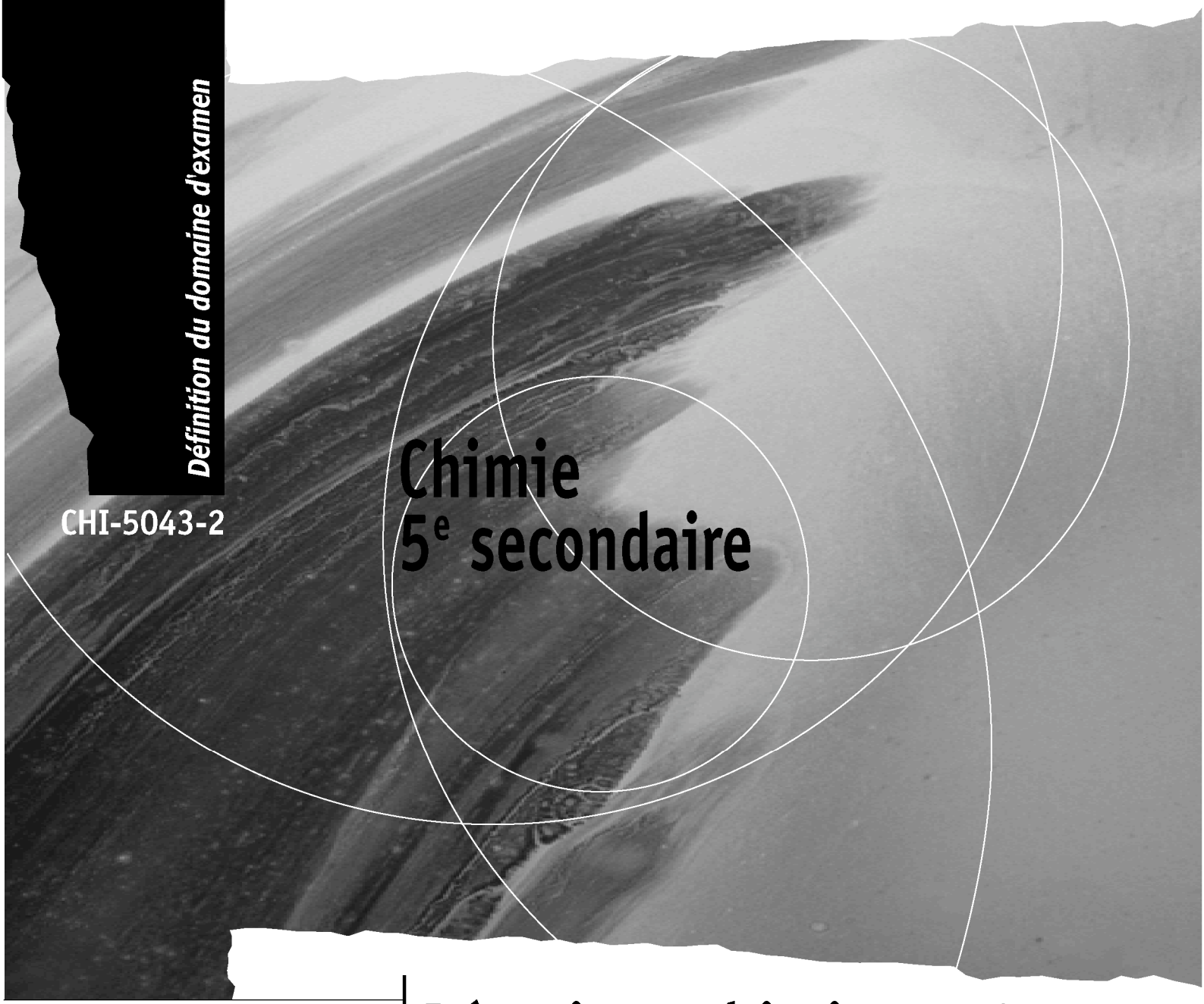
Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction

Décroche tes rêves

Québec

Définition du domaine d'examen

CHI-5043-2



Chimie 5e secondaire

Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction

Formation professionnelle et technique
et formation continue

Direction de la formation générale
des adultes

© Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation, 2004 — 03-00903

ISBN 2-550-41883-2

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec, 2004
CE DOCUMENT REMPLACE LE DOCUMENT 38-8793 PUBLIÉ EN MARS 1999.

1 Présentation

La présente définition du domaine d'examen a été rédigée aux fins de l'évaluation sommative. On y décrit et organise les éléments essentiels et représentatifs du programme d'études et, plus particulièrement, du cours *Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction*. Elle est fondée sur le programme d'études, mais ne peut, en aucun cas, le remplacer. Son rôle est d'assurer la correspondance entre le programme et les épreuves nécessaires à l'évaluation sommative.

Les sections de la présente définition du domaine d'examen sont semblables à celles des définitions du domaine d'examen des autres cours. Leur contenu, cependant, est particulier au cours *Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction*.

La définition du domaine d'examen sert à préparer des épreuves valides d'une version à une autre, d'une année à une autre, ou encore d'un organisme scolaire à un autre en tenant compte du partage des responsabilités entre le ministère de l'Éducation et les organismes scolaires.

2 Conséquences des orientations du programme en évaluation sommative

Orientations	Conséquences
Le programme a pour objet d'assurer aux élèves un apprentissage rigoureux de la démarche scientifique. Cet apprentissage porte simultanément sur la compréhension des concepts fondamentaux de la chimie et sur l'acquisition ou le perfectionnement des habiletés relatives à la démarche expérimentale.	L'évaluation devra vérifier la connaissance et la compréhension qu'ont les élèves des concepts fondamentaux de la chimie ainsi que leur apprentissage de la démarche expérimentale.
Le programme cherche à faire acquérir aux élèves une compréhension des phénomènes qui va au delà de la simple application de formules dans des problèmes mathématiques.	Dans l'évaluation, on utilisera des situations de résolution de problèmes qui permettent de vérifier si les élèves comprennent les phénomènes qui leur sont proposés. Cette évaluation ne sera pas centrée uniquement sur les calculs et leurs résultats.
Le programme présente les connaissances scientifiques dans une perspective historique, technologique et sociale.	L'évaluation devra aussi porter sur la relation entre le contenu notionnel et la perspective histoire-technologie-société (H-T-S).
Le programme fait une place importante à l'approche expérimentale et exige que les élèves fassent des expériences.	Une partie importante de l'évaluation devra être consacrée à la démarche expérimentale. Outre les items qui serviront à mesurer les objectifs de la démarche expérimentale, les items qui vérifieront la compréhension du contenu notionnel pourront se référer à des situations expérimentales.
En vue de l'acquisition ou du perfectionnement des habiletés relatives à la démarche expérimentale, le cours *Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction* met l'accent sur l'intégration, par l'élève, des différents aspects de la démarche expérimentale.	Pour le cours *Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction*, l'évaluation de la démarche expérimentale portera plus particulièrement sur la rédaction d'un protocole expérimental et d'un rapport de laboratoire.

3 Contenu du cours aux fins de l'évaluation sommative

Notions

- **Contenu notionnel**

  – État d'équilibre d'un système :
    - descriptions macroscopique et microscopique;
    - interprétation de résultats expérimentaux;
    - interprétation de graphiques.

  – Facteurs qui influent sur l'état d'équilibre d'un système :
    - prédiction des effets de modifications apportées à un système en équilibre;
    - interprétation des résultats à l'aide du principe de Le Châtelier.

  – Concentration et pH d'une solution :
    - définition mathématique du pH;
    - mesures obtenues par titrage;
    - conversions.

  – Constante d'équilibre :
    - généralisation de l'expression de la constante d'équilibre;
    - influence de la température sur sa valeur;
    - interprétation d'un changement de valeur de la constante à l'aide du principe de Le Châtelier.

  – Force relative de différents acides :
    - constante de dissociation (K_a);
    - interprétation de résultats expérimentaux;
    - classification de différents acides.

  – Description d'une réaction d'oxydoréduction :
    - oxydation, réduction, oxydant, réducteur.

  – Équations d'une réaction d'oxydoréduction :
    - écriture;
    - balancement.

  – Potentiels normaux de réduction ou d'oxydation :
    - différence de potentiel d'un couple de métaux.

  – Pile électrochimique :
    - description;
    - déclin ou « mort » de la pile.

– Résolution de problèmes :
  - facteurs qui influent sur l'état d'équilibre d'un système;
  - aspect dynamique de l'équilibre chimique :
    . constante d'équilibre;
    . concentrations à l'état d'équilibre;
  - oxydoréduction;
  - spontanéité des réactions d'oxydoréduction;
  - piles électrochimiques.

- **Perspective histoire-technologie-société (H-T-S)**

– Liens entre l'étude de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction et les progrès faits en chimie :
  - découvertes qui ont découlé de l'étude de l'équilibre chimique;
  - découvertes qui ont découlé de l'étude de l'oxydoréduction.

– Applications techniques de l'équilibre chimique ou de l'électrochimie :
  - acides et bases au quotidien;
  - applications industrielles de l'équilibre chimique;
  - fonctionnement d'une pile électrochimique;
  - fonctionnement d'une pile électrolytique;
  - applications de l'électrochimie.

– Changements sociaux et conséquences environnementales de l'exploitation de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction :
  - perturbation de l'équilibre d'un cycle naturel;
  - importance du pH dans certains milieux;
  - exploitation industrielle de l'équilibre chimique;
  - développement de l'électrochimie.

- **Démarche expérimentale**

– Rédaction d'un protocole expérimental :
  - choix du matériel nécessaire;
  - consignes de manipulation;
  - règles de sécurité applicables.

– Rédaction d'un rapport de laboratoire :
  - présentation claire et ordonnée de toutes les parties du rapport de laboratoire;
  - description de l'expérience effectuée;
  - présentation des résultats;
  - analyse rigoureuse des résultats;
  - discussion des résultats;
  - conclusion à tirer des résultats par rapport au problème posé.

Habiletés

- **Connaître :** Décrire ou reconnaître les manifestations ou les composantes d'une réalité scientifique ou technique.
- **Comprendre :** Utiliser des connaissances acquises pour en déduire des éléments d'information.
- **Analyser :** Examiner les composantes d'une réalité afin d'en faire ressortir les relations et les rapports.

4 Tableau de pondération

Notions **Habiletés**	**Contenu notionnel** **55 %**	**Perspective H-T-S** **15 %**	**Démarche expérimentale** **30 %**
Connaître **4 %**	Description d'une réaction d'oxydoréduction **(1)** **4 %**		
Comprendre **31 %**	Facteurs qui influent sur l'état d'équilibre d'un système (4 %) Valeur de pH d'une solution (4 %) Constante d'équilibre (4 %) Équations d'oxydoréduction (4 %) **(2)** **16 %**	Liens entre l'étude de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction et les progrès faits en chimie (5 %) - découvertes qui ont découlé de l'étude de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction Applications techniques qui utilisent l'équilibre chimique ou l'électrochimie (5 %) - acides et bases au quotidien - applications industrielles de l'équilibre chimique - fonctionnement des piles électrochimiques et des piles électrolytiques - applications de l'électrochimie Changements sociaux et conséquences environnementales de l'exploitation de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction (5 %) - perturbation de l'équilibre d'un cycle naturel - importance du pH dans certains milieux - exploitation industrielle de l'équilibre chimique - développement de l'électrochimie **(4 %)** **15 %**	
Analyser **65 %**	État d'équilibre d'un système (4 %) Force relative de différents acides (4 %) Potentiels normaux de réduction ou d'oxydation (4 %) Piles électrochimiques (4 %) Résolution de problèmes (19 %) **(3)** **35 %**		Rédaction d'un protocole expérimental (10 %) - matériel nécessaire - consignes de manipulation - règles de sécurité Rapport de laboratoire (20 %) - présentation claire et ordonnée - description de l'expérience - présentation des résultats - analyse des résultats - discussion des résultats - conclusion **(5)** **30 %**

5 Comportements observables

Dimension 1

– Choisir, parmi une série d'énoncés qui décrivent des réactions d'oxydoréduction, ceux qui sont vrais. Justifier son choix ou corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (4 %)

Dimension 2

– Prévoir l'effet de l'ajout d'un catalyseur ou d'une variation de concentration, de pression ou de température sur un système en équilibre. Justifier cette prévision à l'aide du principe de Le Châtelier. (4 %)

– Déterminer le pH des deux solutions utilisées dans un titrage acide-base. Utiliser la concentration connue d'une des solutions et les mesures du titrage pour l'autre solution. (2 %)

  Déterminer les concentrations en H_3O^+ et en OH^- d'une solution dont on connaît le pH. (2 %)

– Donner l'expression de la constante d'équilibre d'une réaction chimique dont l'équation est donnée et prévoir l'influence d'une variation de température sur sa valeur. Justifier l'influence prévue à l'aide du principe de Le Châtelier. (4 %)

– Balancer une équation d'oxydoréduction à partir des degrés d'oxydation. (4 %)

Dimension 3

– Choisir, parmi différents systèmes, ceux qui sont en équilibre et dire en quoi les systèmes non retenus ne le sont pas. Les systèmes seront présentés sous la forme de schémas illustrant un système où se déroule une réaction chimique, ou sous la forme d'énoncés descriptifs d'un tel système, ou de graphiques illustrant l'évolution, dans le temps, des réactions directe ou inverse, ou des résultats d'expériences faites en laboratoire et portant sur l'état d'équilibre d'un système. (4 %)

– Étant donné les résultats d'une expérience dont l'objet est d'établir la force relative d'au moins trois acides, les classer selon leur force, écrire l'équation de dissociation d'un de ces acides et déterminer la constante de dissociation d'un autre de ces acides. (4 %)

– Étant donné trois agents oxydants ou réducteurs dont on connaît les potentiels normaux de réduction ou d'oxydation, classer les couples oxydants-réducteurs possibles selon la différence de potentiel produite. Fournir les étapes du raisonnement. (4 %)

– Choisir, parmi une série d'énoncés qui expliquent le fonctionnement ou le déclin de piles électrochimiques dont les schémas sont fournis, ceux qui sont vrais. Justifier son choix ou corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (4 %)

– Résolution de problèmes :

Proposer au moins deux modifications à apporter à un système en équilibre permettant de faire varier la concentration de l'un ou l'autre des produits ou des réactifs. Expliquer son choix des modifications à l'aide du principe de Le Châtelier. (4 %)

Utiliser la constante d'équilibre dans l'analyse d'un équilibre chimique. Déterminer les concentrations à l'état d'équilibre ou les concentrations initiales d'un ou de réactifs ou des produits. (4 %)

Déterminer, par des calculs stœchiométriques, les quantités de substance participant à une réaction d'oxydoréduction dont on connaît l'équation. (4 %)

Choisir, parmi une série de couples oxydant-réducteur, ceux qui donnent lieu ou non à des réactions spontanées et justifier son choix. (3 %)

Étant donné le schéma d'une pile électrochimique, écrire l'équation globale d'oxydoréduction de cette pile et déterminer sa différence de potentiel. (4 %)

Dimension 4

– Expliquer des liens existant entre l'étude de l'équilibre chimique ou de l'oxydoréduction et les progrès qui ont été faits en chimie. Se référer à l'information fournie et aux connaissances acquises dans le cours. (5 %)

– Expliquer l'exploitation qui est faite de l'équilibre chimique ou de l'électrochimie dans une application technique. Se référer à l'information fournie et aux connaissances acquises dans le cours. (5 %)

– Décrire brièvement la situation qui existait avant l'apparition d'une application technique dans laquelle on exploite l'équilibre chimique ou l'électrochimie et les nouvelles possibilités amenées par son implantation. Se référer à l'information fournie et aux connaissances acquises dans le cours. (5 %)

Dimension 5

– Rédiger le protocole d'une expérience qui permettrait de résoudre un problème portant sur l'équilibre chimique ou l'oxydoréduction. Le protocole proposé doit comporter la liste du matériel nécessaire, les règles de sécurité appropriées et des consignes de manipulation claires et explicites. Le choix du matériel nécessaire sera effectué à partir d'une liste de matériel généralement utilisé en chimie fournie avec l'épreuve. (10 %)

– Exécuter une expérience de laboratoire pour laquelle un protocole expérimental est fourni et rédiger le rapport de laboratoire correspondant. L'expérience pourra porter sur tout sujet abordé dans l'un ou l'autre des trois cours du programme. Toutes les parties du rapport de laboratoire doivent être présentées d'une façon claire et ordonnée; elles doivent de plus fournir une description fidèle de l'expérience effectuée, de ses résultats (présentation, analyse et discussion) ainsi qu'une conclusion claire, se rattachant au problème de départ. (20 %)

6 Justification des choix

En conformité avec les objectifs du programme *Chimie, 5e secondaire*, on souhaite faire acquérir aux élèves des connaissances théoriques en chimie tout en tenant compte des aspects historique, technologique et social; on veut également favoriser l'acquisition ou le perfectionnement des habiletés propres à la démarche expérimentale. L'évaluation sommative doit refléter ces intentions.

Pour déterminer l'importance relative des dimensions ayant trait à la démarche expérimentale, deux éléments ont été retenus : la progression dans l'acquisition ou le perfectionnement des habiletés propres à la démarche expérimentale et l'importance relative accordée à la démarche expérimentale dans l'évaluation au secteur des jeunes. Pour l'ensemble des trois cours, cette importance relative a été fixée à 25 p. 100, comme au secteur des jeunes. Toutefois, cette importance n'est pas identique d'un cours à un autre; pour le cours *Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction,* elle est de 30 p. 100.

Dans chacun des trois cours du programme, on a accordé une importance relative de 15 p. 100 aux dimensions ayant trait à la perspective histoire-technologie-société.

L'importance relative accordée aux dimensions touchant le contenu notionnel découle des deux décisions précédentes. Elle est de 55 p. 100 dans le présent cours.

L'importance relative accordée à chacune des habiletés attendues de l'élève découle du classement par habileté des comportements observables. Dans le cours *Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydo-réduction*, cette importance relative est de :

4 p. 100 pour l'habileté *Connaître*;

31 p. 100 pour l'habileté *Comprendre*;

65 p. 100 pour l'habileté *Analyser*.

7 Spécification de l'épreuve

A. Type d'épreuve

On fera passer, à la fin du cours, l'épreuve prévue pour l'évaluation sommative. Elle comporte deux parties :

– L'une des parties est une épreuve écrite; elle porte sur les dimensions 1 à 4 inclusivement et compte pour 70 p. 100 de la note finale. On y trouve des items à réponse choisie, à réponse courte ou à développement.

– L'autre partie est une épreuve à la fois pratique et écrite; elle mesure la dimension 5 et compte pour 30 p. 100 de la note finale.

Les deux parties de l'épreuve sont obligatoires. Tous les comportements observables de toutes les dimensions doivent être mesurés.

B. Caractéristiques de l'épreuve

La partie de l'épreuve qui porte sur les dimensions 1 à 4 se déroule en une seule séance d'une durée maximale de 180 minutes. L'utilisation de la calculatrice est permise. Un tableau périodique, une table des potentiels normaux de réduction et les éléments d'information mentionnés à la dimension 4 doivent être fournis à l'élève. On trouvera en annexe un exemple de tableau périodique et de table des potentiels normaux de réduction.

La partie de l'épreuve qui porte sur la dimension 5 nécessite l'accès au laboratoire et a une durée maximale de 120 minutes. L'information appropriée doit faire partie intégrante de chaque item ou groupe d'items.

C. Exigence de réussite

La note de passage est fixée à 60 sur 100 pour l'ensemble de l'épreuve.

Tableau périodique des éléments

1 2,1 **H** Hydrogène 1,008																	2 **He** Hélium 4,002
3 1,0 **Li** Lithium 6,941	4 1,5 **Be** Béryllium 9,012											5 2,0 **B** Bore 10,811	6 2,5 **C** Carbone 12,011	7 3,0 **N** Azote 14,007	8 3,5 **O** Oxygène 15,999	9 4,0 **F** Fluor 18,998	10 **Ne** Néon 20,180
11 0,9 **Na** Sodium 22,989	12 1,2 **Mg** Magnésium 24,305											13 1,5 **Al** Aluminium 26,982	14 1,8 **Si** Silicium 28,086	15 2,1 **P** Phosphore 30,974	16 2,5 **S** Soufre 32,066	17 3,0 **Cl** Chlore 35,453	18 **Ar** Argon 39,948
19 0,8 **K** Potassium 39,098	20 1,0 **Ca** Calcium 40,078	21 1,3 **Sc** Scandium 44,956	22 1,5 **Ti** Titane 47,88	23 1,6 **V** Vanadium 50,942	24 1,6 **Cr** Chrome 51,996	25 1,5 **Mn** Manganèse 54,938	26 1,8 **Fe** Fer 55,847	27 1,8 **Co** Cobalt 58,933	28 1,8 **Ni** Nickel 58,693	29 1,9 **Cu** Cuivre 63,546	30 1,6 **Zn** Zinc 65,39	31 1,6 **Ga** Gallium 69,723	32 1,8 **Ge** Germanium 72,612	33 2,0 **As** Arsenic 74,921	34 2,4 **Se** Sélénium 78,96	35 2,8 **Br** Brome 79,904	36 **Kr** Krypton 83,800
37 0,8 **Rb** Rubidium 85,468	38 1,0 **Sr** Strontium 87,62	39 1,3 **Y** Yttrium 88,906	40 1,4 **Zr** Zirconium 91,224	41 1,6 **Nb** Niobium 92,906	42 1,8 **Mo** Molybdène 95,94	43 1,9 **Tc** Technétium 97,907	44 2,2 **Ru** Ruthénium 101,07	45 2,2 **Rh** Rhodium 102,906	46 2,2 **Pd** Palladium 106,42	47 1,9 **Ag** Argent 107,868	48 1,7 **Cd** Cadmium 112,411	49 1,7 **In** Indium 114,82	50 1,8 **Sn** Étain 118,710	51 1,9 **Sb** Antimoine 121,757	52 2,1 **Te** Tellure 127,60	53 2,5 **I** Iode 126,904	54 **Xe** Xénon 131,29
55 0,7 **Cs** Césium 132,905	56 0,9 **Ba** Baryum 137,327		72 1,3 **Hf** Hafnium 178,49	73 1,5 **Ta** Tantale 180,948	74 1,7 **W** Tungstène 183,85	75 1,9 **Re** Rhénium 186,207	76 2,2 **Os** Osmium 190,200	77 2,2 **Ir** Iridium 192,22	78 2,2 **Pt** Platine 195,080	79 2,4 **Au** Or 196,967	80 1,9 **Hg** Mercure 200,59	81 1,8 **Tl** Thallium 204,383	82 1,8 **Pb** Plomb 207,2	83 1,9 **Bi** Bismuth 208,980	84 2,0 **Po** Polonium 208,982	85 2,2 **At** Astate 209,987	86 **Rn** Radon 222,018
87 0,7 **Fr** Francium 223,019	88 0,9 **Ra** Radium 226,025		104 **Unq** (Unnilquadium) (261)	105 **Unp** (Unnilpentium) (262)	106 **Unh** (Unnilhexium) (263)	107 **Uns** (Unnilseptium) (262)	108 **Uno** (Unniloctium) (265)	109 **Une** (Unnilennium) (266)	110 **Uun** (Ununnilium)	111 **Uuu** (Unununium)	112 **Uub** (Ununbium)						

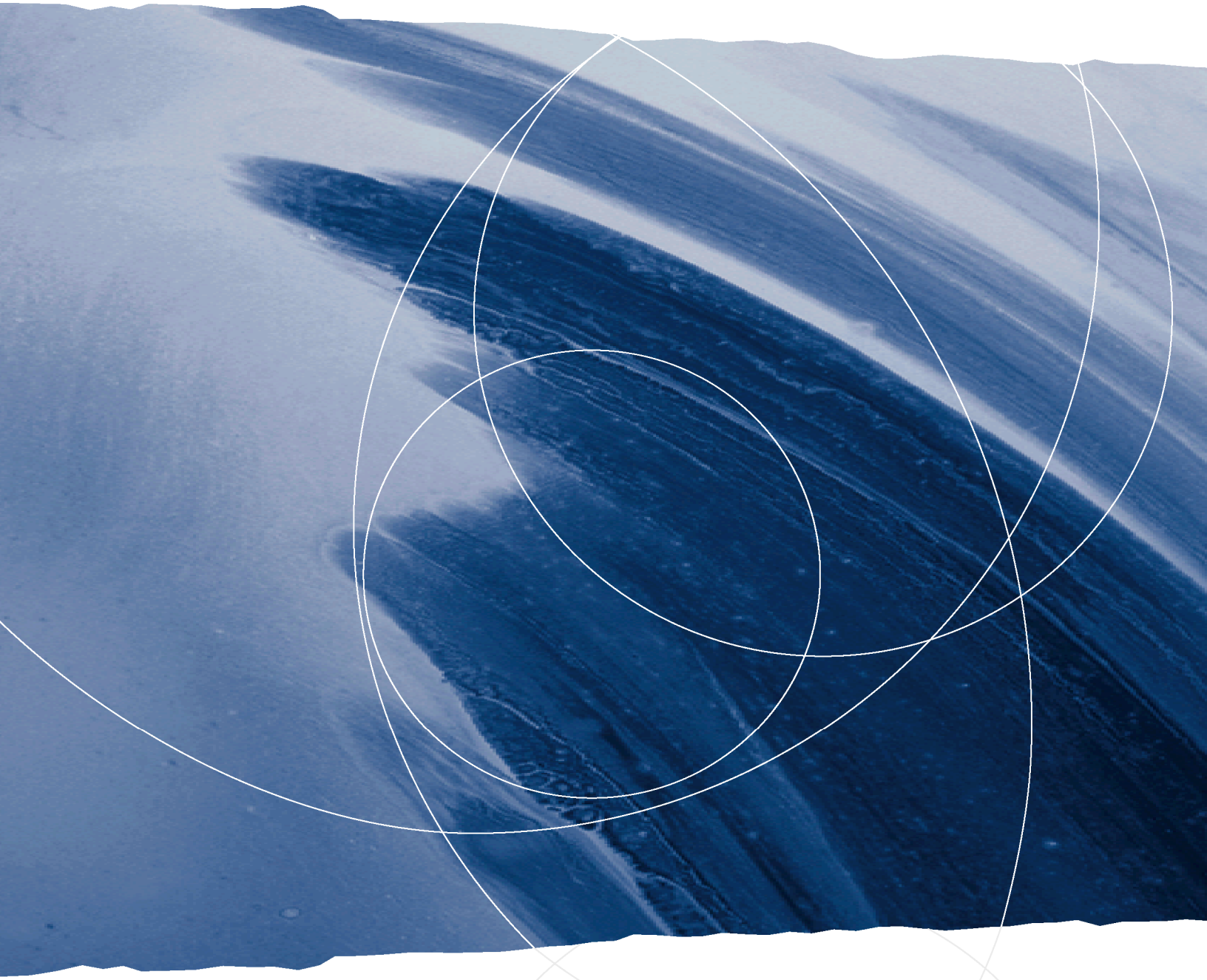
57 1,1 **La** Lanthane 138,905	58 1,1 **Ce** Cérium 140,115	59 1,1 **Pr** Praséodyme 140,907	60 1,1 **Nd** Néodyme 144,24	61 1,1 **Pm** Prométhium 144,912	62 1,2 **Sm** Samarium 150,36	63 1,2 **Eu** Europium 151,965	64 1,1 **Gd** Gadolinium 157,25	65 1,2 **Tb** Terbium 158,925	66 1,2 **Dy** Dysprosium 162,50	67 1,2 **Ho** Holmium 164,930	68 1,2 **Er** Erbium 167,26	69 1,2 **Tm** Thulium 168,934	70 1,2 **Yb** Ytterbium 173,04	71 1,2 **Lu** Lutécium 174,967
89 1,1 **Ac** Actinium 227,027	90 1,3 **Th** Thorium 232,038	91 1,5 **Pa** Protactinium 231,036	92 1,4 **U** Uranium 238,029	93 1,3 **Np** Neptunium 237,048	94 1,3 **Pu** Plutonium 244,064	95 1,3 **Am** Américium 243,061	96 1,3 **Cm** Curium 247,070	97 1,3 **Bk** Berkélium 247,070	98 1,3 **Cf** Californium 251,079	99 1,3 **Es** Einsteinium 252,083	100 1,3 **Fm** Fermium 257,095	101 1,3 **Md** Mendélévium 258,098	102 1,3 **No** Nobélium 259,100	103 1,3 **Lr** Lawrencium 260,105

Potentiels normaux de réduction

	E^o (volts)
$F_2 + 2\ e^- \rightarrow 2\ F^-$	2,87
$Ag^{2+} + e^- \rightarrow Ag^+$	1,99
$Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	1,95
$H_2O_2 + 2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$	1,78
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$	1,70
$PbO_2 + 4\ H^+ + SO_4^{2-} + 2\ e^- \rightarrow PbSO_4 + 2\ H_2O$	1,69
$MnO_4^- + 4\ H^+ + 3\ e^- \rightarrow MnO_2 + 2\ H_2O$	1,68
$2\ e^- + 2\ H^+ + IO_4^- \rightarrow IO_3^- + H_2O$	1,60
$MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$	1,51
$Au^{3+} + 3\ e^- \rightarrow Au$	1,50
$PbO_2 + 4\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow Pb^2 + 2\ H_2O$	1,46
$Cl_2 + 2\ e^- \rightarrow 2\ Cl^-$	1,36
$Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ + 6\ e^- \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 7\ H_2O$	1,33
$O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$	1,23
$MnO_2 + 4\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2\ H_2O$	1,21
$IO_3^- + 6\ H^+ + 5\ e^- \rightarrow ½\ I_2 + 3\ H_2O$	1,20
$Br_2 + 2\ e^- \rightarrow 2\ Br^-$	1,09
$VO_2^+ + 2\ H^+ + e^- \rightarrow VO^{2+} + H_2O$	1,00
$AuCl_4^- + 3\ e^- \rightarrow Au + 4\ Cl^-$	0,99
$NO_3^- + 4\ H^+ + 3\ e^- \rightarrow NO + 2\ H_2O$	0,96
$ClO_2 + e^- \rightarrow ClO_2^-$	0,954
$2\ Hg^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$	0,91
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	0,80
$Hg_2^{2+} + 2\ e^- \rightarrow 2\ Hg$	0,80
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	0,77
$O_2 + 2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2O_2$	0,68
$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$	0,56
$I_2 + 2\ e^- \rightarrow 2\ I^-$	0,54
$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	0,52

Potentiels normaux de réduction (*suite*)

	E^o (volts)
$O_2 + 2\ H_2O + 4\ e^- \rightarrow 4\ OH^-$	0,40
$Cu^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cu$	0,34
$Hg_2Cl_2 + 2\ e^- \rightarrow 2\ Hg + 2\ Cl^-$	0,34
$AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$	0,22
$SO_4^{2-} + 4\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$	0,20
$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	0,16
$2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2$	0,00
$Fe^{3+} + 3\ e^- \rightarrow Fe$	-0,036
$Pb^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Pb$	-0,13
$Sn^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Sn$	-0,14
$Ni^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Ni$	-0,23
$PbSO_4 + 2\ e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	-0,35
$Cd^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cd$	-0,40
$Fe^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Fe$	-0,44
$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-0,50
$Cr^{3+} + 3\ e^- \rightarrow Cr$	-0,73
$Zn^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Zn$	-0,76
$2\ H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_2 + 2\ OH^-$	-0,83
$Mn^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Mn$	-1,18
$Al^{3+} + 3\ e^- \rightarrow Al$	-1,66
$H_2 + 2\ e^- \rightarrow 2\ H^-$	-2,23
$Mg^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Mg$	-2,37
$La^{3+} + 3\ e^- \rightarrow La$	-2,37
$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	-2,71
$Ca^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Ca$	-2,76
$Ba^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Ba$	-2,90
$K^+ + e^- \rightarrow K$	-2,92
$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3,05



Éducation Québec

41-9012