

BACCALAURÉAT SÉRIE S

**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Ce sujet fait partie de la banque nationale de sujets dans laquelle les sujets d'une session sont tirés au sort.

Ce sujet est soumis à la clause de STRICTE ET TOTALE CONFIDENTIALITÉ.

Il ne peut faire l'objet d'AUCUNE DIFFUSION, y compris après la tenue de la session du baccalauréat.

**SECONDE PARTIE
ÉNONCÉ ET ÉVALUATION**

Sommaire

IIIb. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	2
1. Élaboration d'un protocole expérimental (20 minutes conseillées).....	4
2. Mise en œuvre du protocole de titrage (30 minutes conseillées)	5
3. Exploitation (10 minutes conseillées).....	5
IV. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION	6
1. Élaboration d'un protocole expérimental (20 minutes conseillées).....	7
2. Mise en œuvre du protocole de titrage (30 minutes conseillées)	8
3. Exploitation (10 minutes conseillées).....	9
V. GRILLE D'ÉVALUATION	10

IIIb. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	N° d'inscription :

Ce sujet comporte **quatre** feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche. L'examinateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.
L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

On estime que 2,5 milliards de personnes pourraient souffrir du manque d'eau en 2050 compte-tenu de l'évolution de la démographie et de l'augmentation des consommations d'eau.

Pour faire face à cette pénurie annoncée d'eau, de nouvelles techniques de production d'eau potable devront être mises en place pour satisfaire les besoins de la population croissante. Une des techniques prometteuses pour certains pays est le dessalement de l'eau de mer.

Les technologies actuelles de dessalement des eaux sont classées en deux catégories, selon le principe appliqué :

- les procédés thermiques faisant intervenir un changement de phase : la congélation et la distillation ;
- les procédés utilisant des membranes : l'osmose inverse et l'électrodialyse.

Parmi les procédés cités, la distillation et l'osmose inverse sont des techniques dont les performances ont été prouvées pour le dessalement d'eau de mer. En effet, ces deux procédés sont les plus commercialisés dans le marché mondial du dessalement. Les autres techniques n'ont pas connu un essor important dans le domaine à cause de problèmes liés généralement à la consommation d'énergie et/ou à l'importance des investissements qu'ils requièrent.

A l'issue du dessalement, l'eau de mer est rendue potable ou utilisable industriellement, elle doit alors contenir moins de 0,5 g d'ions de toute nature par litre.

D'après *CultureSciencesChimie*

La but de cette épreuve est de vérifier la potabilité d'une eau de mer dessalée.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT

Document 1 : Caractéristiques moyennes des eaux marines

	NaCl	MgCl ₂	MgSO ₄	CaSO ₄	K ₂ SO ₄
Concentration massique en g.L ⁻¹	27,2	3,80	1,70	1,26	0,860

La salinité moyenne des eaux des mers et des océans est de 35,0 g.L⁻¹

Document 2 : Autres données

- La masse molaire atomique du chlore est : $M = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Les ions Ag^+ et Cl^- sont incompatibles en solution aqueuse. Ils forment un précipité blanc de chlorure d'argent qui noircit à la lumière : $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) = \text{AgCl}(\text{s})$.
- Les conductivités molaires ioniques des différents ions en $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ sont :
 $\lambda(\text{Ag}^+) = 6,19 \times 10^{-3}$; $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63 \times 10^{-3}$; $\lambda(\text{NO}_3^-) = 7,14 \times 10^{-3}$.
- En absence d'ions chlorure, les ions chromate CrO_4^{2-} réagissent avec les ions argent pour former un précipité rouge de chromate d'argent.
- On admettra qu'une eau de mer dessalée contenant 0,50 g d'ions de toute nature par litre a une concentration en ions chlorure de 0,28 g.L⁻¹.

Matériel mis à disposition du candidat :

- un poste informatique muni d'un logiciel tableur-grapheur ou une feuille de papier millimétré ;
- un conductimètre ;
- une burette graduée de 25 mL ;
- un agitateur magnétique avec barreau aimanté ;
- trois béchers de 100 mL ;
- un verre à pied (poubelle) ;
- une pipette jaugée de 20 mL avec système d'aspiration ;
- une éprouvette graduée de 50 mL ;
- feuille de papier joseph ou essuie tout ;
- pissette d'eau distillée ;
- gants et lunettes ;
- 100 mL d'une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$) à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$;
- 10 mL d'une solution de ($2\text{K}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$) avec compte-gouttes ;
- 100 mL d'eau de mer dessalée ;
- flacon de récupération portant la mention « métaux lourds ».

2. **Mise en œuvre du protocole de titrage** (30 minutes conseillées)

Après validation par le professeur, mettre en œuvre votre protocole.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

3. **Exploitation** (10 minutes conseillées)

Déterminer la valeur du volume équivalent notée V_E et effectuer les calculs nécessaires pour répondre à la problématique.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

Défaire le montage et ranger la pailasse avant de quitter la salle.

IV. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

Niveau	ANA, REA, VAL, APP	ANA, REA, VAL, APP	COM
	Coefficient 1	Coefficient 2 ou 3	Coefficient 1
A	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examinateur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même.	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examinateur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même, ou bien grâce à une ou deux questions ouvertes de l'examinateur concernant des difficultés non identifiées par le candidat mais résolues par celui-ci, après y avoir réfléchi.	Le candidat a réalisé une communication cohérente, complète et avec un vocabulaire scientifique adapté.
B	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet grâce à une ou deux questions ouvertes de l'examinateur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par le candidat mais résolues par celui-ci, après y avoir réfléchi.	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet grâce à plus de deux questions ouvertes de l'examinateur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par le candidat mais résolues par celui-ci, après y avoir réfléchi ou bien avec l'apport d'une seule solution partielle .	Le candidat a réalisé une communication cohérente, incomplète, mais il l'a exprimée pour l'essentiel avec un vocabulaire scientifique adapté.
C	Dans le cas où il n'y a qu'une seule tâche demandée , le candidat reste bloqué dans son avancement, malgré les questions ouvertes posées par l'examinateur. Des solutions partielles sont apportées au candidat, lui permettant finalement d'achever seul le travail demandé. Ou bien, plusieurs tâches distinctes sont demandées pour évaluer la compétence et au moins une tâche est menée à bien par le candidat , les autres solutions totales étant données.		Le candidat a réalisé une communication manquant de cohérence, incomplète ou bien avec un vocabulaire scientifique non adapté.
D	Dans le cas où il n'y a qu'une seule tâche demandée , le candidat a été incapable de la réaliser malgré les solutions partielles apportées par l'examinateur. Ou bien, le candidat a été incapable de réaliser au moins une des tâches demandées malgré l'apport d'une ou de plusieurs solutions totales quand plusieurs tâches sont demandées pour évaluer la compétence . Cette situation conduit l'examinateur à fournir une solution complète correspondant à l'ensemble de la tâche (ou des tâches): par exemple un protocole à réaliser ou des valeurs à exploiter pour permettre l'évaluation des autres compétences du sujet. La ou les solutions totales ne sont pas fournies lorsque la compétence est évaluée en fin d'épreuve .		Le candidat a réalisé une communication incohérente ou bien la communication est absente.

Le candidat est en situation d'évaluation, l'examinateur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.
Les erreurs détectées par l'évaluateur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ou d'un apport de solution si ces erreurs conduisent le candidat à une impasse.

1. **Élaboration d'un protocole expérimental** (20 minutes conseillées)

La compétence **ANALYSER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence ANALYSER est affectée d'un fort coefficient.

Avant l'appel n°1, l'examinateur devra suivre attentivement, en continu, la progression du candidat pour l'orienter éventuellement, mais se gardera d'intervenir trop tôt, afin de laisser le candidat mûrir sa réflexion.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **ANALYSER** sont les suivants :

- concevoir un protocole expérimental ;
- proposer une stratégie pour répondre à la problématique posée.

L'examinateur évalue globalement ce que lui présente le candidat. Il attend de la part de celui-ci : **qu'il propose un protocole expérimental pertinent, réalisable au laboratoire.**

Ainsi, l'examinateur vérifie, au cours de l'**appel n°1** que le protocole indique :

- le choix de la solution titrante ;
- le choix d'une pipette jaugée de 20,0 mL pour prélever la solution d'eau de mer dessalée ;
- le descriptif détaillé du montage (avec par exemple les mots burette, agitateur magnétique et barreau aimanté, cellule et conductimètre ou indicateur de fin de réaction) sachant qu'un schéma annoté est possible mais pas obligatoire.

Si nécessaire, l'examinateur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examinateur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle. Enfin, si le candidat ne parvient toujours pas à progresser dans sa tâche, l'examinateur peut lui apporter une solution totale.

Si le candidat a choisi le titrage conductimétrique, il faut lui indiquer d'ajouter 40 mL d'eau distillée dans le bécher au moment du premier appel sans le pénaliser.

Exemples de solutions partielles pour la compétence ANALYSER

Solution partielle 1

Il faut réaliser un titrage pour déterminer la concentration en ions Cl^- de l'eau de mer dessalée.

Solution partielle 2

Il faut utiliser le conductimètre ou l'indicateur.

Solution partielle 3

La solution titrante est la solution étiquetée « nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$) à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ».

Solution partielle 4

Il faut utiliser une pipette jaugée pour le prélèvement et la burette pour verser la solution titrante.

Exemples de solutions totales pour la compétence ANALYSER

Solution totale 1

Verser une petite quantité d'eau de mer dessalée dans un bécher.

En prélever 20,0 mL à l'aide d'une pipette jaugée préalablement rincée avec cette solution.

Les verser dans un bécher de 100 mL et y ajouter environ 40 mL d'eau distillée et le barreau aimanté.

Rincer la burette graduée avec la solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$) à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Remplir la burette avec cette solution.

Rincer la cellule de conductimétrie et l'immerger dans le bécher.

Réaliser une agitation adaptée à la situation.

Réaliser un titrage mL par mL.

Solution totale 2

Verser une petite quantité d'eau de mer dessalée dans un bécher.

En prélever 20,0 mL à l'aide d'une pipette jaugée préalablement rincée avec cette solution.

Les verser dans un bécher de 100 mL et y ajouter le barreau aimanté.

Rincer la burette graduée avec la solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$) à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Remplir la burette avec cette solution.

Ajouter quelques gouttes d'indicateur de fin de réaction.

Réaliser une agitation adaptée à la situation.

Réaliser deux titrages : un titrage mL par mL pour déterminer un encadrement du volume équivalent puis un titrage précis permettant de déterminer la valeur de V_E .

2. Mise en œuvre du protocole de titrage (30 minutes conseillées)

La compétence **RÉALISER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence RÉALISER est affectée d'un fort coefficient.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **RÉALISER** sont les suivants :

- suivre un protocole ;
- respecter les règles de sécurité ;
- utiliser le matériel de manière adaptée.

Pour évaluer cette compétence, l'examineur observe en continu le travail expérimental du candidat et vérifie que le candidat est capable :

- de mettre en œuvre le protocole, c'est-à-dire :
 - d'utiliser correctement la pipette jaugée ;
 - d'utiliser correctement la burette graduée ;
 - de réaliser un agencement correct du montage ;
 - de relever les mesures en situation stabilisée ;
 - agitation adaptée à la situation.
- d'utiliser de manière adaptée le matériel (éventuellement l'outil informatique) à disposition :
 - saisir les mesures ;
 - afficher le graphique demandé.

Si nécessaire, l'examineur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examineur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle. Enfin, si le candidat ne parvient toujours pas à progresser dans sa tâche, l'examineur peut lui apporter une solution totale.

Si le candidat utilise du papier millimétré, il faut lui indiquer les échelles à utiliser pour tracer $\sigma = f(V)$.

Exemples de solutions partielles pour la compétence RÉALISER

Solution partielle 1

Le professeur suggère l'utilisation de la pipette jaugée pour le prélèvement de la solution.

Solution partielle 2

Le professeur réalise le montage.

Solution partielle 3

Le professeur indique comment réaliser les mesures.

Solution partielle 4

Le professeur indique comment tracer le graphe à l'aide du tableur.

Solution partielle 5

Dans le cas de l'utilisation de l'indicateur de fin de réaction, le professeur indique l'encadrement du volume équivalent.

Solution partielle 6

Dans le cas de l'utilisation de l'indicateur de fin de réaction, le professeur indique que le titrage précise s'effectue à la goutte près.

Exemples de solutions totales pour la compétence RÉALISER

Solution totale

L'examineur doit fournir au candidat le fichier contenant le graphique demandé.

Solution totale

L'examineur doit fournir au candidat le graphique demandé.

Solution totale

L'examineur doit fournir au candidat la valeur du volume équivalent.

3. Exploitation (10 minutes conseillées)

La compétence **VALIDER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **VALIDER** est le suivant :

- exploiter et interpréter des mesures.

Pour évaluer cette compétence, l'examineur observe en continu le travail du candidat et vérifie, au cours de l'appel n° 2 :

- la linéarisation des 2 parties de la courbe (si titrage conductimétrique) ;
- le repérage de V_E ;
- les calculs des concentrations molaire et massique ;
- la conclusion sur la potabilité de l'eau de mer dessalée.

Si nécessaire, l'examineur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examineur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle. Enfin, si le candidat ne parvient toujours pas à progresser dans sa tâche, l'examineur peut lui apporter une solution totale.

Exemples de solutions partielles pour la compétence VALIDER

Solution partielle 1

Donner la relation : $[Ag^+].V_E = [CF].V$

Solution partielle 2

Donner la valeur de la concentration molaire afin de permettre le calcul de la concentration massique.

V. GRILLE D'ÉVALUATION

compétences	Coef- ficient	niveaux validés																			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D				
ANALyser	2																				
REALiser	3																				
VALider	1																				
NOTE sur 20 :																					
Remarques																					

Annexe de la fiche V

Compétences évaluées Coefficient

ANALyser 2

RÉALiser 3

VALider 1

Compétences	Coefficient																	
ANA	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
RÉA	3	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D	D	D	D
VAL	1	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Note		20	19	18	17	18	17	16	15	14	13	12	11	12	11	10	10	

Compétences	Coefficient																	
ANA	2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
RÉA	3	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D	D	D	D
VAL	1	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Note		18	18	16	16	16	16	15	14	13	12	11	10	11	10	9	8	

Compétences	Coefficient																	
ANA	2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
RÉA	3	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D	D	D	D
VAL	1	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Note		16	15	14	13	14	13	12	11	10	10	8	8	8	8	6	6	

Compétences	Coefficient																	
ANA	2	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
RÉA	3	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D	D	D	D
VAL	1	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Note		15	14	13	12	13	12	11	10	9	8	7	6	7	6	5	5	

**BACCALAURÉAT SÉRIE S
PHYSIQUE-CHIMIE
ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES
FEUILLE INDIVIDUELLE DE NOTATION DU CANDIDAT**

CANDIDAT

NOM :		N° d'inscription :	
Prénom :		Centre d'examen :	

ÉVALUATION

Compétences	Coefficient	Niveaux validés			
		A	B	C	D
s'APProprier					
ANALyser	2				
RÉALiser	3				
VALider	1				
COMmuniquer					
Note :		/20			

Commentaires sur l'observation pendant la séance :

Nom de l'évaluateur :

Date et signature de l'évaluateur :

NOTE FINALE DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE, CALCULÉE PAR LE SERVICE DES EXAMENS :

$$N = 0,8 \times N_1 + 0,2 \times N_2$$

N_1 : note de l'écrit, sur 20 (au demi-point près)

N_2 : note obtenue lors de l'épreuve d'évaluation des compétences expérimentales, sur 20 (au demi-point près)

N : note finale de l'épreuve de physique-chimie (arrondi au point supérieur)