# Corrigé – Brevet 2022 – sciences – Amérique du Sud

Dissolution du dioxyde de carbone dans les océans, L'évolution des populations de pins en France

Corrigé détaillé rédigé par Benjamin, professeur particulier – benprofparticulier.fr

## Physique-chimie – Dissolution du dioxyde de carbone dans les océans *(25 pts)*

**Question 1.** Le pH d'une solution aqueuse est compris entre 0 et 14 (à 25 °C) :

- une solution est **acide** si son pH est **inférieur à 7** ;
- une solution est **neutre** si son pH est **égal à 7** ;
- une solution est **basique** si son pH est **supérieur à 7**.

**Question 2.** D'après le texte, le pH des océans est passé de 8,3 il y a 21 000 ans à 8,2 au début de l'ère industrielle, puis à 8,1 aujourd'hui. Le pH **diminue** : or, plus le pH d'une solution est petit, plus elle est acide. On peut donc dire que l'eau des océans **s'acidifie** (elle devient de moins en moins basique).

En revanche, son pH actuel, 8,1, reste **supérieur à 7** : l'eau des océans est donc encore **basique**, et il est inexact d'affirmer qu'elle est acide.

**Question 3.**

**3.1.** L'élève cherche à montrer que la **dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau salée fait diminuer son pH**, c'est-à-dire qu'elle acidifie l'eau, comme le dioxyde de carbone rejeté par les activités humaines acidifie les océans. Il mesure le pH **deux fois** pour pouvoir **comparer** : la première mesure (étape 1) donne le pH de l'eau salée avant l'injection, qui sert de référence ; la seconde (étape 3) donne le pH après l'injection. Si le pH mesuré à l'étape 3 est plus petit que celui de l'étape 1, l'élève a prouvé que le dioxyde de carbone dissous acidifie l'eau salée. Le seul facteur qui change entre les deux mesures est l'ajout de dioxyde de carbone.

**3.2.** La masse de la solution est la somme des masses des substances mélangées :

$$m = 13{,}0 + 3{,}0 + 497{,}0 = 513{,}0 \text{ g}$$

Le volume de la solution obtenue est $V = 500{,}0$ mL. La masse volumique se calcule par la relation :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{513{,}0 \text{ g}}{500{,}0 \text{ mL}} = 1{,}026 \text{ g/mL}$$

La masse volumique de l'eau de mer artificielle est $\boldsymbol{\rho = 1{,}026 \text{ g/mL}}$, soit **1 026 g/L** (ou 1,026 kg/L). Elle est un peu plus grande que celle de l'eau pure (1,000 g/mL), car l'eau contient des sels dissous.

> ⚠ **Piège.** Il faut additionner les trois masses, y compris celles des deux sels : diviser seulement 497,0 g d'eau par 500,0 mL donne un résultat faux. Et n'oublie pas l'unité (g/mL ou g/L).

**Question 4.**

**4.1. Observations :** dans la situation 1 (eau de mer seule), le morceau de corail n'a pas changé après plusieurs heures. Dans la situation 2 (eau de mer vinaigrée, pH = 4), des **bulles** apparaissent et le morceau de corail est devenu **plus petit**.

**Interprétation :** l'apparition de bulles (un gaz se forme) et la disparition progressive du corail montrent qu'une **transformation chimique** a lieu entre le corail et la solution acide. Le squelette du corail est calcaire (carbonate de calcium) : il réagit avec l'acide du vinaigre (les ions hydrogène $H^+$) et produit un gaz, le **dioxyde de carbone** (on pourrait l'identifier avec de l'eau de chaux, qui se trouble). Le corail est donc

attaqué et **détruit par une solution acide**, alors qu'il n'est pas attaqué par l'eau de mer non acidifiée. L'équation de cette réaction est :

$$CaCO_3 + 2\,H^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + H_2O$$

**4.2.** Cette expérience ne correspond pas parfaitement à ce qui se passe dans les océans, pour plusieurs raisons :

- l'eau vinaigrée a un pH de 4 : elle est **très acide**, alors que l'eau des océans a un pH de 8,1 et reste **basique** ; l'expérience exagère énormément l'acidification ;
- l'acide utilisé est l'acide du vinaigre (acide acétique), et non l'**acide carbonique** formé par la dissolution du dioxyde de carbone ;
- la transformation est très rapide (quelques heures), alors que l'acidification des océans est lente (le pH n'a baissé que de 0,1 en deux siècles environ) ;
- dans la réalité, les coraux ne sont pas dissous comme dans le bécher : ce sont des êtres vivants qui, d'après le texte, « rencontrent désormais des difficultés pour produire leur squelette » et deviennent plus vulnérables. L'expérience utilise un morceau de corail mort et ne montre pas cette difficulté à fabriquer le squelette.

> 💡 **Astuce.** Pour critiquer une expérience (question 4.2), compare-la point par point à la réalité décrite dans le sujet : valeur du pH, nature de l'acide, durée, être vivant ou non. Chaque différence justifiée rapporte des points.

## Sciences de la vie et de la Terre – L'évolution des populations de pins en France *(25 pts)*

**Question 1.** L'aléa étudié dans le document 1 est le **feu de forêt** (incendie de forêt). La carte donne le nombre moyen de feux de forêt par an et par département entre 2007 et 2018.

Les départements qui ont subi plus d'une centaine de feux (classes « 100 - 250 » et « 250 - 350 » feux par an en moyenne) se situent dans le **sud de la France** :

- dans le **Sud-Ouest**, le long de l'océan Atlantique (Gironde et Landes, dans la forêt des Landes de Gascogne) ;
- sur le **pourtour de la mer Méditerranée**, du Languedoc-Roussillon (Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault) à la Provence-Alpes-Côte d'Azur (Bouches-du-Rhône, Var, Alpes-Maritimes) ;
- en **Corse**, qui est la zone la plus touchée (250 à 350 feux par an en moyenne).

Ce sont des régions boisées où les étés sont chauds et secs.

**Question 2. Zones de répartition :**

- le **pin de Salzmann** n'occupe en France que quelques **petites taches isolées** sur la carte : ses « sept stations connues, se trouvent toutes en Languedoc-Roussillon et en Ardèche » ;
- le **pin maritime** occupe de **vastes zones** : il est « très présent dans le Sud-Ouest (Landes de Gascogne), dans le Sud-Est (les Maures, l'Esterel) et la Corse », avec quelques populations dans le Nord-Ouest et les Cévennes ; il est le pin principal de « plus de 900 000 hectares de forêts ».

**Comparaison :** la zone de répartition du pin maritime est beaucoup plus étendue et plus variée que celle du pin de Salzmann, limitée à quelques stations du Sud-Est. Or, d'après le document 2, « Le nombre d'individus d'une espèce est proportionnel à la superficie de ses zones de répartition ».

**Conclusion :** le **pin de Salzmann** est l'espèce la **plus rare en France**.

**Question 3.** Je vois dans le document 3 que la croissance annuelle du pin maritime est d'environ **425 mm/an**, alors que celle du pin de Salzmann est d'environ **95 mm/an** (un peu moins de 100 mm/an). Le pin maritime pousse donc environ 4,5 fois plus vite ($425 \div 95 \approx 4{,}5$), soit environ 330 mm de plus chaque année.

J'en conclus que, après un incendie, les jeunes pins maritimes grandissent beaucoup plus vite que les jeunes pins de Salzmann : ils recolonisent plus rapidement la zone brûlée et prennent la place (lumière, espace) avant le pin de Salzmann. Le pin maritime possède donc un **avantage pour le repeuplement d'une zone incendiée**.

**Question 4. Le réchauffement climatique augmente les incendies.** D'après le document 1, le réchauffement climatique entraîne « l'augmentation du nombre de feux de forêt », et le Sud de la France, notamment le Sud-Est, est déjà la zone la plus touchée (plus de 100 feux par an en moyenne dans plusieurs départements méditerranéens).

**Le pin de Salzmann est une espèce fragile.** D'après le document 2, il est rare en France : il ne survit qu'en sept stations isolées, toutes en Languedoc-Roussillon et en Ardèche, c'est-à-dire justement dans le Sud-Est exposé aux incendies. D'après le document 4, il est « vulnérable aux incendies qui éclatent pendant les canicules d'été » et ces incendies détruisent aussi « le stock de graines tombées au sol » : aucun jeune plant ne peut repousser et « la population ne pourra pas se régénérer ». De plus, le document 3 montre qu'il pousse lentement (environ 95 mm/an).

**Le pin maritime est avantagé.** Il est déjà très répandu (plus de 900 000 hectares). Ses graines restent protégées à l'intérieur de ses cônes « même en cas d'incendie, grâce à la présence d'une molécule : la sérotine » ; elles tombent plus tard, germent et permettent « une régénération plus rapide des populations touchées ». Enfin, il pousse environ 4,5 fois plus vite que le pin de Salzmann (environ 425 mm/an) : il recolonise très vite les zones brûlées.

**Conclusion :** avec le réchauffement climatique, les incendies seront plus nombreux. Après chaque feu, le pin maritime se régénère rapidement grâce à ses graines protégées et à sa croissance rapide, alors que le pin de Salzmann, peu nombreux, perd ses graines et repousse lentement. Le pin maritime va donc occuper les zones brûlées à la place du pin de Salzmann : les caractères du pin maritime sont avantageux dans ce nouvel environnement. C'est une forme de **sélection naturelle**, et le pin de Salzmann pourrait disparaître de France **au profit du pin maritime**.

> 💡 **Astuce.** La question 4 vaut 9 points : utilise explicitement les quatre documents (un argument au moins par document, en les nommant) et termine par une conclusion qui répond à la question posée.

## Conseils pour le jour J

L'épreuve dure 1 heure pour les deux disciplines : 30 minutes chacune. En physique-chimie, la question 3 vaut 11 points à elle seule : soigne le calcul de la masse volumique (formule, calcul posé, résultat avec son unité) et l'explication du rôle des deux mesures de pH.

Retiens bien la frontière du pH : « s'acidifier » veut dire que le pH baisse, mais une solution n'est « acide » que si son pH est inférieur à 7. C'est le cœur des questions 1, 2 et 4.2.

En SVT, les questions demandent souvent des valeurs chiffrées : lis le graphique du document 3 avec précision en t'aidant des lignes horizontales et donne l'unité (mm/an). Pour la carte du document 1, lis bien la légende : les valeurs sont des moyennes par an.

*Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).*