

DNB Métropole 2021 — Corrigé

Physique-Chimie (Fonte des glaciers, hydroélectricité) — SVT (Pigments foliaires, photosynthèse, amidon)

Partie Physique-Chimie — La fonte des glaciers (25 points)

Ce sujet aborde les **causes de la fonte des glaciers** de montagne, les conversions d'énergie dans une centrale hydroélectrique, et des calculs liés à l'évolution et au mouvement des glaciers.

1. Causes de la fonte des glaciers de montagne

Question 1.a — Citer deux causes essentielles de la fonte des glaciers de montagne

Cause 1 : La **diminution des précipitations neigeuses**. Les apports de neige en hiver ne compensent plus la fonte naturelle qui se produit en été → le bilan de masse du glacier devient négatif. **Cause 2 :** L'**augmentation de la température de l'air** liée à l'excédent de **gaz à effet de serre** (CO_2 , CH_4 , vapeur d'eau...) dans l'atmosphère → réchauffement climatique qui accélère la fonte.

Question 1.b — Nom et nombre des atomes dans la molécule de méthane CH_4

Réponse : La molécule de méthane CH_4 est composée de : • 1 atome de carbone (C) • 4 atomes d'hydrogène (H) → Total : 5 atomes par molécule de méthane

Question 1.c — Choisir la bonne équation de combustion complète du méthane

La combustion complète du méthane donne du **dioxyde de carbone** (CO_2) et de l'**eau** (H_2O). Il faut vérifier la conservation des atomes.

Équation proposée	Résultat	Justification
$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$	X FAUX	Produit H_2 (dihydrogène) au lieu de H_2O — ne correspond pas à une combustion produisant de l'eau
$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	X FAUX	Réactifs : 1C, 4H, 4O ; Produits : 2C, 2H, 3O → atomes de carbone et d'hydrogène non conservés
$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	✓ VRAI	Réactifs : 1C, 4H, 4O ; Produits : 1C, 4H, 4O → tous les atomes sont conservés ✓



Vérification des atomes : • Réactifs → 1 C (dans CH_4) | 4 H (dans CH_4) | 4 O (dans 2O_2) • Produits → 1 C (dans CO_2) | 4 H (dans $2\text{H}_2\text{O}$) | 4 O (2 dans CO_2 + 2 dans $2\text{H}_2\text{O}$) ✓

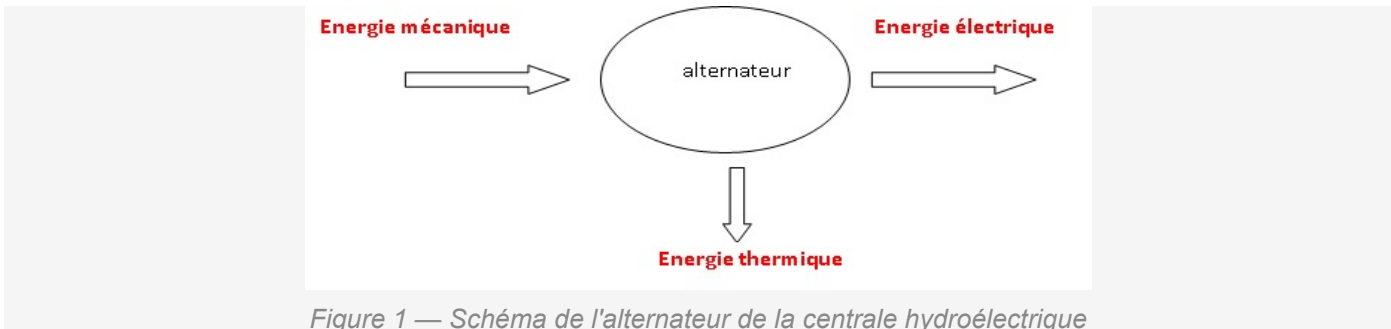
2. Fonte des glaciers et hydroélectricité

Question 2.a — Forme d'énergie emmagasinée dans le lac de retenue

Forme d'énergie	Justification	Lac de retenue ?
Énergie nucléaire	Liée aux noyaux atomiques — centrales nucléaires	X NON
Énergie potentielle	Liée à la position en altitude d'un objet ($E_p = mgh$)	✓ OUI — l'eau stockée en hauteur possède une énergie potentielle

		gravitationnelle
Énergie cinétique	Liée au mouvement d'un objet	X NON — l'eau du lac est quasi immobile
Énergie thermique	Liée à la température (agitation des particules)	X NON

Question 2.b — Formes d'énergie mises en jeu dans l'alternateur de la centrale hydroélectrique



Étape	Forme d'énergie	Description dans la centrale
Entrée	Énergie POTENTIELLE	L'eau en altitude dans le lac de retenue possède une énergie potentielle gravitationnelle
En chute	Énergie CINÉTIQUE	L'eau qui descend dans les conduites forcées acquiert de la vitesse → énergie cinétique
Turbine	Énergie MÉCANIQUE (de rotation)	L'eau en mouvement fait tourner les turbines → énergie mécanique
Alternateur	Énergie ÉLECTRIQUE	L'alternateur convertit la rotation mécanique en courant électrique (par induction)
Pertes	Énergie THERMIQUE (chaleur)	Une partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur (frottements, résistances)

3. Évolution de l'épaisseur de la Mer de Glace

Question 3.a — Diminution de l'épaisseur de glace entre 1990–2000 et 2000–2010

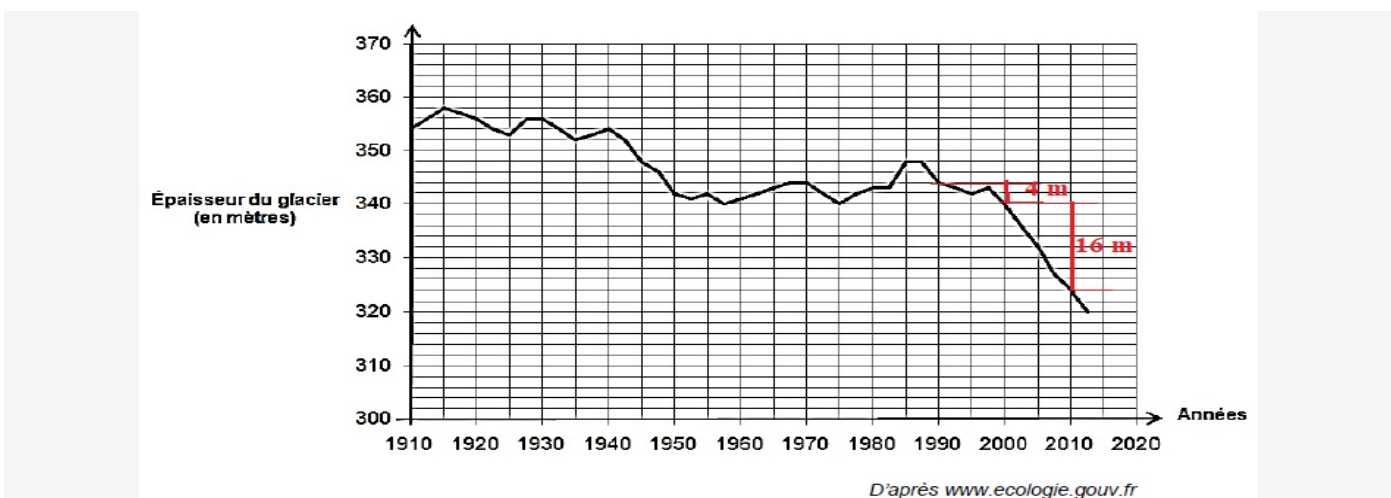


Figure 2 — Graphique d'évolution de l'épaisseur de la Mer de Glace

Lecture graphique des valeurs d'épaisseur :

Période	Épaisseur début	Épaisseur fin	Diminution
---------	-----------------	---------------	------------

1990 → 2000	≈ 130 m (valeur indicative)	≈ 125 m	≈ 5 m (à lire sur le graphique)
2000 → 2010	≈ 125 m	≈ 105 m	≈ 20 m (à lire sur le graphique)

Note : Les valeurs exactes sont à lire sur le graphique image met2100. Les valeurs données ici sont indicatives — se référer à la figure pour les lectures précises.

Question 3.b — Comparer les deux diminutions et formuler une hypothèse sur le réchauffement climatique

Comparaison : Entre 2000 et 2010, la diminution de l'épaisseur de glace est **environ 4 fois plus importante** qu'entre 1990 et 2000. **Hypothèse sur le réchauffement climatique :** L'accélération de la fonte observée entre les deux décennies suggère que le **réchauffement climatique s'accélère fortement** au cours du temps. Le phénomène ne progresse pas de manière linéaire mais s'emballe : chaque degré supplémentaire de réchauffement provoque une fonte plus rapide, ce qui pourrait indiquer des **effets de rétroaction positive** (ex : moins de glace = moins de réflexion solaire = plus de réchauffement = encore moins de glace...).

4. Vitesse d'écoulement de la Mer de Glace

Question 4 — Calculer la vitesse d'écoulement de la glace

Une échelle abandonnée par l'alpiniste H. Benedict en **1788** a été retrouvée **4 370 m en aval** en **1832**.

Démarche de calcul :

- **Distance parcourue :** $d = 4\,370\text{ m}$
- **Durée :** $\Delta t = 1832 - 1788 = 44\text{ ans}$

$$\text{vitesse} = \text{distance parcourue} / \text{durée}$$

$$v = 4\,370\text{ m} / 44\text{ ans}$$

$$v \approx 99\text{ m/an} \approx 100\text{ m par an}$$

Réponse : La vitesse d'écoulement de la Mer de Glace est d'environ **99 m/an ≈ 100 m par an**. Cela représente environ **27 cm par jour** ou **1 cm toutes les 88 minutes** — mouvement imperceptible à l'échelle humaine mais mesurable sur plusieurs décennies.

Partie SVT — Pigments foliaires et photosynthèse (25 points)

Ce sujet étudie les **pigments responsables de la couleur des feuilles** (vertes, rouges, panachées) et leur rôle dans la **photosynthèse**. La chromatographie est utilisée pour séparer ces pigments et des tests à l'eau iodée permettent de détecter la production d'**amidon**.

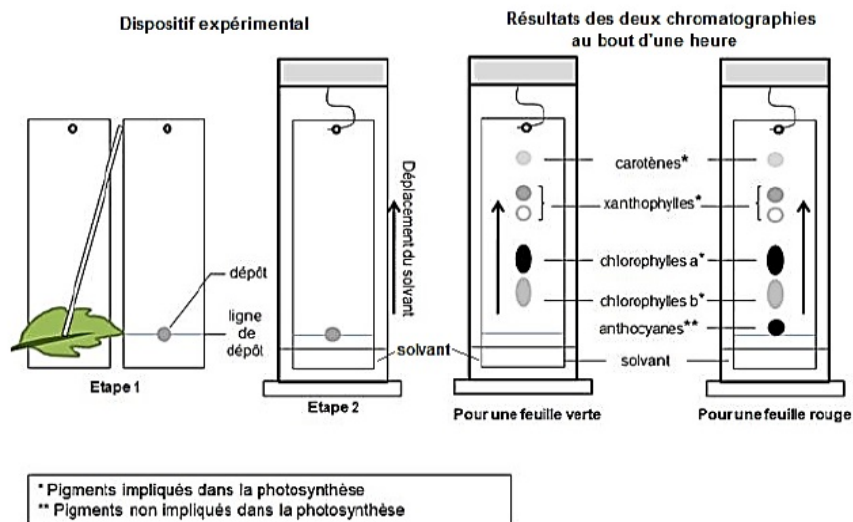


Figure 3 — Résultats de chromatographie des pigments des feuilles vertes, rouges et panachées

Question 1 — Les feuilles rouges possèdent-elles des pigments permettant la photosynthèse ?

D'après les résultats de chromatographie :

Pigment	Rôle	Présent dans feuilles rouges ?
Chlorophylle a	Pigment principal — capte la lumière pour la photosynthèse	✓ OUI
Chlorophylle b	Pigment accessoire — absorbe la lumière complémentaire	✓ OUI
Xanthophylles	Pigments jaunes accessoires — participent à la photosynthèse	✓ OUI
Carotènes	Pigments oranges accessoires — participent à la photosynthèse	✓ OUI
Anthocyanes	Pigments rouges/violetés — donnent la couleur rouge aux feuilles	✓ OUI (spécifiques aux feuilles rouges)

Conclusion : OUI, les feuilles rouges possèdent bien des pigments permettant la photosynthèse : **chlorophylle a, chlorophylle b, xanthophylles et carotènes**. Elles possèdent en plus des **anthocyanes**, qui sont responsables de leur couleur rouge mais **ne participent pas à la photosynthèse**.

Question 2 — Quelle expérience permet de tester l'hypothèse « La lumière est nécessaire pour produire de l'amidon grâce à la photosynthèse » ?

Expériences		Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
Matériel de départ Les plantes sont cultivées en présence d'eau et de sels minéraux.		 1 plante à feuilles vertes 1 plante à feuilles rouges	 2 plantes à feuilles rouges	 1 plante à feuilles rouges
Protocole expérimental	Étape 1	Culture des 2 plantes pendant 3 jours à l'obscurité	Culture des 2 plantes pendant 3 jours à l'obscurité	Culture de la plante pendant 3 jours à l'obscurité
	Étape 2	Culture pendant 6h : - à la lumière pour la plante rouge - à l'obscurité pour la plante verte	Culture pendant 6h : - à la lumière pour une plante - à l'obscurité pour l'autre plante	Culture pendant 6h à la lumière
	Étape 3	Prélèvement d'une feuille de chacune des plantes Décoloration en laboratoire Test à l'eau iodée	Prélèvement d'une feuille de chacune des plantes Décoloration en laboratoire Test à l'eau iodée	Prélèvement d'une feuille de la plante Décoloration en laboratoire Test à l'eau iodée

Figure 4 — Protocoles des différentes expériences proposées

Règle fondamentale d'une expérience scientifique valide : un seul paramètre doit être modifié à la fois, et une **plante témoin** (conditions normales) est obligatoire.

Réponse : Expérience 2 ✓ Protocole : **Deux plantes à feuilles rouges** identiques sont utilisées :
 • Plante 1 (témoin) : cultivée à l'**obscurité totale** — même eau, sels minéraux, température
 • Plante 2 (expérimentale) : cultivée à la **lumière pendant 6 heures** — mêmes conditions sauf l'éclairage → Le seul paramètre modifié = **la présence ou l'absence de lumière** → Si seule la plante éclairée produit de l'amidon (détecté par l'eau iodée), alors la **lumière est bien nécessaire à la photosynthèse** → hypothèse vérifiée.

Question 3 — Résultats attendus des tests à l'eau iodée pour les 4 feuilles

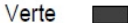
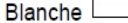
Couleurs des feuilles avant le test à l'eau iodée	Expérience 1 Feuilles vertes	Expérience 2 Feuilles rouges	Expérience 3 Feuilles panachées vertes et blanches	Expérience 4 Feuilles panachées rouges et blanches
Verte 				
Rouge 				
Blanche 				

Figure 5 — Les 4 feuilles testées à l'eau iodée dans des conditions favorables

Rappel : L'eau iodée (jaune) se colore en **VIOLET-NOIR** en présence d'amidon. Toutes les plantes sont placées dans des conditions favorables à la photosynthèse (lumière, eau, sels minéraux). Les parties blanches ne contiennent pas de pigments.

Exp.	Type de feuille	Résultat test eau iodée	Explication
Exp. 1	Feuille entièrement VERTE	Toute la feuille → VIOLET-NOIR ✓ (amidon présent partout)	La feuille verte contient de la chlorophylle dans toutes ses cellules → photosynthèse possible partout → amidon produit dans toute la feuille
Exp. 2	Feuille entièrement ROUGE	Toute la feuille → VIOLET-NOIR ✓ (amidon présent partout)	La feuille rouge contient chlorophylles + carotènes dans toutes ses cellules (+ anthocyanes) → photosynthèse possible → amidon produit partout
Exp. 3	Feuille PANACHÉE (parties vertes + blanches)	Partie verte → VIOLET-NOIR ✓ Partie blanche → reste JAUNE ✗	Les parties vertes ont des chlorophylles → photosynthèse → amidon. Les parties blanches n'ont pas de pigments → pas de photosynthèse → pas d'amidon
Exp. 4	Feuille PANACHÉE (parties rouges + blanches)	Partie rouge → VIOLET-NOIR ✓ Partie blanche → reste JAUNE ✗	Les parties rouges ont des chlorophylles (+ anthocyanes) → photosynthèse → amidon. Les parties blanches sans pigments → pas de photosynthèse → pas d'amidon

Conclusion générale : Les **pigments chlorophylliens** (chlorophylles a et b, carotènes, xanthophylles) permettent la photosynthèse et donc la production d'amidon. Les parties des feuilles contenant ces pigments (**vertes ET rouges**) réagissent au test à l'eau iodée. Les parties **blanches**, dépourvues de tout pigment, ne réalisent pas la photosynthèse et ne produisent pas d'amidon → **restent jaunes au test**.