

DNB Amérique du Nord 2021 — Corrigé

Physique-Chimie (La neige : structure, calculs) — SVT (Fertilité féminine & techniques PMA) |
Durée : 30 min chacune — 25 points chacune

Partie Physique-Chimie (25 points) — La neige

Ce sujet s'intéresse à la **formation de la neige** : conditions météorologiques, structure cristalline des flocons, composition chimique de l'eau, et calcul des forces exercées par la neige sur une toiture.

Rappel du contexte : *Trois conditions sont nécessaires à la formation de la neige : atmosphère suffisamment humide, température suffisamment basse, présence de particules solides dans l'air. Un flocon naît d'une gouttelette d'eau (~10 µm de rayon) qui se solidifie autour d'un noyau de condensation, puis croît jusqu'à atteindre ~1 mm. Les flocons possèdent 6 branches en raison de la structure cristalline hexagonale des molécules d'eau dans la glace.*

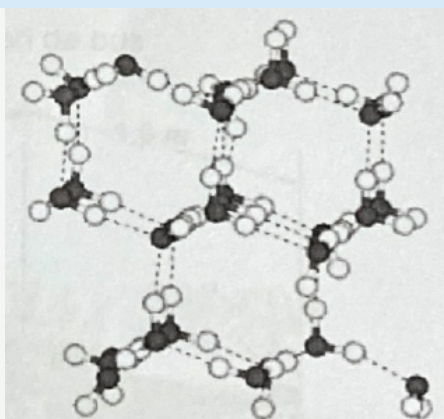
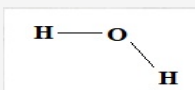


Figure 1 — Flocon de neige avec ses 6 branches

Question 1 — Formule chimique de la molécule d'eau et description de sa composition

Figure 2 — Modèle moléculaire de l'eau



Formule chimique : H₂O **Composition :** La molécule d'eau est composée de **2 atomes d'hydrogène (H)** liés à **1 atome d'oxygène (O)**. Les deux liaisons O—H forment un angle d'environ 104,5°, ce qui donne à la molécule d'eau une forme coudée (non linéaire) et lui confère ses propriétés polaires.

Question 2 — Classer par ordre de taille croissante : flocon de neige, molécule d'eau, atome d'oxygène

Rang	Objet	Ordre de grandeur	Unité
1 (le plus petit)	Atome d'oxygène	$\sim 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$	Ångström (Å)
2	Molécule d'eau (H ₂ O)	$\sim 3 \times 10^{-10} \text{ m} = 0,3 \text{ nm}$	Nanomètre (nm)
3 (le plus grand)	Flocon de neige	$\sim 1 \text{ à quelques mm} = 10^{-3} \text{ m}$	Millimètre (mm)

atome d'oxygène < molécule d'eau < flocon de neige

Question 3 — Hypothèse expliquant pourquoi il neige plus en ville qu'à la campagne

Les quatre propositions :

A	Les températures sont plus élevées en ville qu'à la campagne.	X FAUX — des températures plus
---	---	--------------------------------

		élevées réduiraient la neige, pas l'inverse
B	L'air atmosphérique est plus chargé en humidité à la campagne.	✗ FAUX — ne correspond pas à l'observation (plus de neige en ville)
C	L'air atmosphérique des villes est plus pollué, notamment en particules solides.	✓ VRAI — les particules solides (pollution) servent de noyaux de condensation qui déclenchent la formation des flocons
D	L'air atmosphérique des villes est plus riche en dioxyde de carbone.	✗ FAUX — le CO ₂ gazeux ne sert pas de noyau de condensation

Réponse : Proposition C ✓ L'air des villes contient davantage de **particules solides** (poussières, suies, particules fines dues à la circulation, l'industrie...). Ces particules constituent des **noyaux de condensation** supplémentaires autour desquels les gouttelettes d'eau se solidifient pour former des flocons → plus de neige en ville.

Question 4 — Le toit de l'abri de bus peut-il résister à 50 cm de neige fraîche ?

Le toit ne peut supporter un poids supérieur à **2 000 N**. Il faut calculer le poids d'une couche de neige fraîche de **50 cm d'épaisseur** sur ce toit.

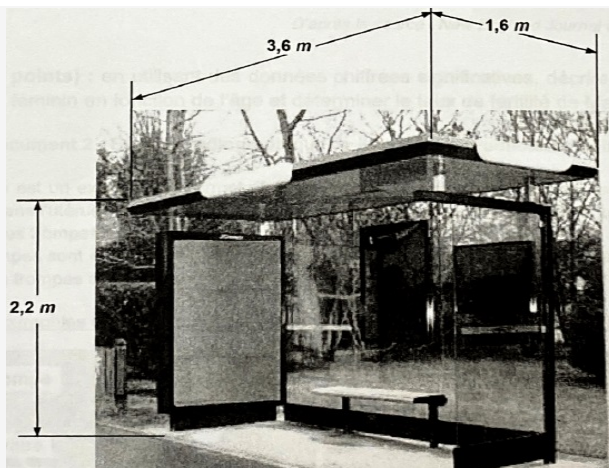


Figure 3 — Abri de bus avec dimensions du toit

Étape 1 — Calcul de la surface du toit rectangulaire

Dimensions du toit : longueur = 3,6 m ; largeur = 1,6 m

$$S = \text{longueur} \times \text{largeur} = 3,6 \times 1,6 = 5,76 \text{ m}^2$$

Étape 2 — Calcul du volume de neige

Épaisseur de neige : 50 cm = 0,50 m

$$V = S \times \text{épaisseur} = 5,76 \times 0,50 = 2,88 \text{ m}^3$$

Étape 3 — Calcul de la masse de neige

Masse volumique de la neige fraîche : $\rho = 40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$$m = V \times \rho = 2,88 \times 40 = 115,2 \text{ kg}$$

Étape 4 — Calcul du poids de la neige

$g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

$$P = m \times g = 115,2 \times 10 = 1\,152 \text{ N}$$

Conclusion

Comparaison : Poids calculé = **1 152 N** < Résistance maximale du toit = **2 000 N** → **Le toit NE S'EFFONDRE PAS.** ✓ Le poids de la neige (1 152 N) est inférieur à la charge maximale supportable (2 000 N) d'environ 848 N de marge.

Partie SVT (25 points) — Fertilité féminine & Procréation Médicalement Assistée (PMA)

Ce sujet aborde la **fertilité féminine** selon l'âge, les causes d'infertilité, et les différentes **techniques de PMA** (Procréation Médicalement Assistée) disponibles pour y remédier.

Question 1 — Décrire l'évolution du taux de fertilité féminin en fonction de l'âge

Tranche d'âge	Taux de fertilité	Observation
20–24 ans	≈ 48 %	Taux le plus élevé — pic de fertilité féminine
30 ans et plus	Diminution rapide	Déclin progressif mais accéléré à partir de 30 ans
40–44 ans	≈ 18 %	Fertilité considérablement réduite (–62 % par rapport au pic)
≥ 45 ans	< 5 %	Quasi-infertilité naturelle — ménopause proche

Conclusion : Le taux de fertilité féminine est maximal entre 20 et 24 ans (~48 %), puis diminue progressivement. À partir de 30 ans, le déclin s'accélère pour atteindre ~18 % entre 40 et 44 ans, et moins de 5 % après 45 ans.

Question 2 — Expliquer l'origine de l'infertilité de Madame X (42 ans)

L'infertilité de Madame X est due à **deux causes combinées** :

- ① **Son âge (42 ans) :** À 42 ans, le taux de fertilité naturelle est déjà très bas (~18 %), ce qui réduit considérablement les chances de grossesse spontanée.
- ② **Trompes bouchées (obstruction tubaire) :** L'hystérogrophie (examen radiologique de l'utérus et des trompes) révèle que les **trompes de Fallope sont bouchées** (les trompes et les ovaires ne sont pas visibles sur l'image). Les trompes obstruées empêchent la rencontre des spermatozoïdes et de l'ovule, rendant la fécondation naturelle **impossible**.

Bilan : Double obstacle — âge avancé réduisant la réserve ovarienne **ET** obstruction tubaire rendant le transport des gamètes impossible → infertilité confirmée nécessitant une assistance médicale.

Question 3 — QCM sur les techniques de PMA (cocher la bonne réponse)

N°	Question	Réponse correcte ✓
1.1	Lors d'une INSÉMINATION ARTIFICIELLE, la fécondation a lieu :	Au niveau des TROMPES, proche de l'ovaire ✓ (Les spermatozoïdes sont déposés dans l'utérus, puis remontent dans les trompes pour rejoindre l'ovule — la fécondation reste in vivo)
1.2	Lors d'une FÉCONDATION IN VITRO (FIV), l'embryon obtenu est ensuite placé :	Dans l'UTÉRUS ✓ (L'embryon obtenu en laboratoire est transféré dans l'utérus de la mère pour nidation et développement)
1.3	Lors d'une FÉCONDATION IN VITRO, la fécondation a lieu :	À L'EXTÉRIEUR de l'organisme féminin ✓ (Fécondation réalisée en laboratoire, dans une boîte de Petri — d'où le terme « in vitro »)
1.4	En 2015, le pourcentage d'enfants nés	3,1 % ✓

	en France grâce à la PMA est de :	(Ni 0,31 % qui est trop faible, ni 31 % qui serait énorme — 3,1 % correspond à environ 1 enfant sur 30)
--	-----------------------------------	---

Question 4 — Quelle technique de PMA proposer à Madame X ? Justification

Analyse des deux techniques disponibles

Technique	Principe	Convient à Mme X ?
Insémination artificielle (IA)	Dépôt de spermatozoïdes dans l'utérus → fécondation naturelle dans les trompes	X NON — IMPOSSIBLE Les trompes sont bouchées → les spermatozoïdes ne peuvent pas atteindre l'ovule
Fécondation in vitro (FIV)	Fécondation en laboratoire (hors du corps) → transfert de l'embryon directement dans l'utérus	✓ OUI — RECOMMANDÉE Contourne le problème des trompes bouchées → embryon transféré directement dans l'utérus

Conclusion : La technique recommandée pour Madame X est la **Fécondation In Vitro (FIV)**.
Justification : L'insémination artificielle est **impossible** car les **trompes de Fallope sont bouchées** — les spermatozoïdes ne pourraient pas atteindre l'ovule. La FIV contourne ce problème en réalisant la fécondation **en laboratoire** (en dehors de l'organisme), puis en transférant l'embryon directement dans l'utérus, sans passer par les trompes.