

© International Baccalaureate Organization 2026

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2026

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2026

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

Informatique

Niveau supérieur

Épreuve 2

4 mai 2026

Zone A matin | **Zone B** matin | **Zone C** matin

1 heure 20 minutes

Instructions destinées aux élèves

- N'ouvrez pas cette épreuve d'examen avant d'avoir reçu l'autorisation de le faire.
- Répondez à toutes les questions d'une des options.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est de **[65 points]**.

Option	Questions
Option A — Bases de données	1 – 4
Option B — Modélisation et simulation	5 – 8
Option C — La science du Web	9 – 13
Option D — Programmation orientée objet	14 – 19

Page vierge

Option A — Bases de données

1. Une entreprise de services numériques (ESN) emploie des programmeur·es et des gestionnaires.

- Chaque programmeur·e travaille sur un seul projet ;
- Chaque projet compte plusieurs programmeur·es ;
- Chaque gestionnaire supervise plusieurs projets ;
- Chaque projet a un·e seul·e gestionnaire.

(a) Construisez un diagramme entité-relation (DER) qui illustre les relations entre un·e programmeur·e, un·e gestionnaire et un projet. [2]

Lorsqu'un·e programmeur·e modifie le code source, les modifications sont horodatées et enregistrées automatiquement dans une base de données.

(b) Résumez **un** avantage de l'utilisation d'une base de données pour effectuer le suivi des modifications du code source. [2]

(c) Résumez le rôle que joue l'horodatage pour garantir la cohérence des données. [2]

Plusieurs programmeur·es peuvent travailler simultanément sur le même code source.

(d) Expliquez **une** façon permettant de gérer la simultanéité dans une base de données, lorsque deux programmeur·es mettent à jour simultanément la même ligne de code. [5]

(e) En cas de détérioration des données, les bases de données doivent être restaurées dans un état cohérent.

(i) Résumez ce que veut dire la cohérence d'une base de données. [2]

(ii) Décrivez **une** méthode de reprise possible pour restaurer une base de données. [3]

(L'option A continue sur la page suivante)

(Suite de l'option A)

2. Une entreprise de services numériques (ESN) dispose d'un gestionnaire qui supervise plusieurs projets. Chaque projet est développé pour un client spécifique.

La table PROJECT contient les enregistrements de projet :

```
PROJECT [PROJET] (ManagerID [IDGestionnaire], ClientID [IDClient],
ProjectID [IDProjet], ProjectName [NomProjet], StartDate [DateDebut],
EndDate [DateFin], Priority [Priorite])
```

- (a) Suggérez une clé primaire pour la table PROJECT. [2]

Le champ Priority stocke uniquement deux données : Élevée ou Faible.

- (b) Résumez un type de données approprié pour le champ Priority. [2]

La table PROJECT est illustrée à la **figure 1**, la table MANAGER [GESTIONNAIRE] à la **figure 2**, et la table CLIENT à la **figure 3**.

Figure 1 : Table PROJECT

ManagerID	ClientID	ProjectID	ProjectName	StartDate	EndDate	Priority
M123	C001	1	Bot d'IA	2024-01-01	2025-12-31	Élevée
M456	C002	2	Site Web	2024-02-01	2025-08-31	Faible
M123	C003	3	Analyse des données	2024-03-01	2025-11-30	Faible
M789	C004	4	Cybersécurité	2024-04-01	2025-09-30	Élevée

Figure 2 : Table MANAGER

ManagerID	ManagerName [NomGestionnaire]	PhoneNumber [NumTelephone]	EmploymentDate [DateEmploi]
M123	Sehee Choi	0107930361	2023-04-12
M456	Errol Blake	0105940577	2022-01-29
M789	Faye Yang	0109839399	2023-12-18

(L'option A continue sur la page suivante)

(Option A, suite de la question 2)

Figure 3 : Table CLIENT

ClientID	ClientName [NomClient]	ContactNumber [NumContact]	Industry [Secteur]
C001	Tech Innovators	0123456789	Technology
C002	Web Solutions	0987654321	Web development
C003	Data Insights	0234567890	Data analysis
C004	Secure Corp	0345678901	Cybersecurity

- (c) Construisez une requête permettant d'extraire le nom du client ClientName et le ContactNumber des projets gérés par Sehee Choi dont la priorité est Élevée. [5]

La table de base de données (**figure 4**) comporte les informations de développement professionnel des programmeur-es.

Figure 4 : Table de base de données montrant les informations de développement professionnel des programmeur-es

ID	Programmer [Programmeur-e]	Level [Niveau]	Qualification	Company [Société]	CourseDate [DateFormation]	Complete [Effectuée]	Cost [Coût]
1	Jana Jain	Senior	Oracle-certified, Java	CyberSafe	2024-01-29	Oui	2000
2	Kev McClure	Senior	Azure AI engineer	UniCode	2024-02-05	Oui	3000
3	Colin Sinclair	Junior	Certified data scientist	DataCamp	2024-03-11	Non	2500
4	Dave Lees	Junior	CISSP certification	CyberSafe	2024-04-21	Oui	2200
1	Jana Jain	Senior	Azure AI engineer	UniCode	2024-05-28	Non	3200
2	Kev McClure	Senior	Oracle-certified, Java	DataCamp	2024-06-01	Non	2000

- (d) Construisez la base de données en 3e forme normale (3FN) pour les entités illustrées à la **figure 4**.

Vous devez utiliser la notation suivante :

TABLE (Key, Field1, Field2,...) [5]

(L'option A continue sur la page suivante)

(Suite de l'option A)

3. Une entreprise développe une base de données afin d'effectuer le suivi des employés qui travaillent à distance. On élabore cette base de données à l'aide d'un modèle conceptuel et d'un dictionnaire de données.

- (a) Résumez le rôle du modèle conceptuel. [2]
- (b) Résumez la raison d'être d'un dictionnaire de données. [2]
- (c) Décrivez le rôle que joue un langage de définition des données dans l'implémentation d'un modèle de données. [3]

Le télétravail exige un niveau de sécurité des données plus élevé.

- (d) Enumérez **trois** tâches qu'une personne administratrice de base de données effectue pour assurer la sécurité des données. [3]

L'entreprise prévoit d'autoriser les organismes de réglementation externes à consulter la base de données.

- (e) Expliquez les avantages liés à l'autorisation d'accès à la base de données en faveur des organismes de réglementation externes. [5]

(L'option A continue sur la page suivante)

(Suite de l'option A)

4. Une entreprise a implémenté un modèle de bases des données multidimensionnelles, ce qui présente des avantages pour l'exploration des données.

- (a) Enumérez **trois** avantages de l'utilisation d'un modèle de bases de données multidimensionnelles dans le cadre de l'exploration des données. [3]

On a utilisé le processus ETL (acronyme anglais de *extract-transform-load*, en français Extraire, transformer, charger) pour extraire les données d'une base de données, les transformer et les charger dans un entrepôt de données.

- (b) Définissez le terme *entrepôt de données*. [1]

- (c) Expliquez la nécessité de la transformation des données dans le processus ETL. [5]

Des erreurs de programmation courantes sont intégrées dans un arbre de décision pour prédire les erreurs de programmation possibles.

- (d) Décrivez comment la modélisation prédictive au moyen d'arbres de décision peut contribuer à prédire les erreurs de programmation. [4]

L'entreprise souhaite empêcher l'utilisation du code protégé par droit d'auteur dans ses projets. On applique la détection des erreurs à un ensemble de données de code historique afin d'établir les modèles de base.

- (e) Décrivez comment la détection des erreurs pourrait être utilisée pour identifier le code protégé par droit d'auteur. [2]

L'entreprise utilise l'analyse typologique et la classification pour mieux comprendre les pratiques de programmation et identifier les points à améliorer.

- (f) Comparez l'analyse typologique et les techniques de classification utilisées dans ce scénario. [5]

Fin de l'option A

Option B — Modélisation et simulation

5. L'extrait de la feuille de calcul présenté dans la **figure 5** montre les notes de cinq élèves de la City Walk School sur deux semestres (Sem 1 et Sem 2).

Figure 5 : Feuille de calcul montrant les notes de cinq élèves sur deux semestres

	A	B	C	D	E
1	Student name [Nom de l'élève]	Sem 1	Sem 2	Final % [Note finale en %]	Student grade [Mention de l'élève]
2	Elaine Anaya Khan	20	30	50,0	
3	Angel Chanchikova	32	54	87,5	
4	Isabella	26	45	72,5	
5	Sarah Naveneethan	32	38	67,5	
6	Scott Abou Khalil	16	24	40,0	

- Les notes du Sem 1 (colonne B) sont sur 40 ;
- Les notes du Sem 2 (colonne C) sont sur 60 ;
- Final (colonne D) regroupe les notes des deux semestres, pondérées à 25 % pour le semestre 1 (Sem 1) et 75 % pour le semestre 2 (Sem 2).

(a) (i) Indiquez le pourcentage d'Elaine Anaya Khan au semestre 1. [1]

(ii) Construisez la formule qui calcule le pourcentage de la cellule D2. [2]

La City Walk School établit la mention des élèves de la plus basse à la plus élevée (E à A) comme suit :

- une note comprise entre 35 et 46 inclus correspond à la mention E ;
- une note comprise entre 47 et 59 inclus correspond à la mention D ;
- une note comprise entre 60 et 69 inclus correspond à la mention C ;
- une note comprise entre 69 et 84 inclus correspond à la mention B ;
- une note supérieure ou égale à 85 correspond à la mention A.

(L'option B continue sur la page suivante)

(Option B, suite de la question 5)

Les données de ces notes sont stockées dans les colonnes H et I (voir **figure 6**).

Figure 6

	A	...	D	E	...	H	I
1	Student name [Nom de l'élève]		Final [Note finale]	Student grade [Mention de l'élève]		School score [Note établissement]	Grade [Mention]
2	Elaine Anaya Khan		50,0			35	E
3	Angel Chanchikova		87,5			47	D
4	Isabella		72,5			60	C
5	Sarah Naveneethan		67,5			70	B
6	Scott Abou Khalil		40,0			85	A

- (b) Construisez une formule qui ajoute automatiquement la mention d'Elaine Anaya Khan (voir colonne I) à la cellule E2.

[3]

La formule `=FIND(A2, " ")` est ajoutée à la cellule F2 et reproduite dans le reste de la colonne (voir **figure 7**).

Figure 7

	A	...	F
1	Student name [Nom de l'élève]		FIND
2	Elaine Anaya Khan		7
3	Angel Chanchikova		6
4	Isabella		#VALUE!
5	Sarah Naveneethan		6
6	Scott Abou Khalil		6

La ligne 4 génère une erreur.

- (c) Résumez pourquoi la cellule F4 a généré une erreur.

[2]

(L'option B continue sur la page 11)

Page vierge

(Option B, suite de la question 5)

La fonction `=ISNUMBER(value)` renvoie `TRUE` si la valeur est un nombre, et `FALSE` si la valeur n'est pas un nombre.

Par exemple, la valeur de F2 doit être 7 parce que 7 est un nombre entier. La valeur de F4 doit être `FALSE` parce que `#VALUE!` n'est pas un nombre entier.

(d) Construisez la formule de la cellule F4 comme décrit. [3]

Pour corriger l'erreur à la ligne 4, on rajoute le nom de famille d'Isabella. On ajoute également deux colonnes supplémentaires : Last name [Nom de famille] et First name [Prénom] (voir **figure 8**).

Figure 8

	A	B	C	D
1	Student name [Nom de l'élève]	Last name	First name	Sem 1
2	Elaine Anaya Khan	Khan	Elaine	20
3	Angel Chanchikova	Chanchikova	Angel	32
4	Isabella Hodroge	Hodroge	Isabella	26
5	Sarah Naveneethan	Naveneethan	Sarah	32
6	Scott Abou Khalil	Khalil	Scott	16

Le prénom contenu dans la cellule C2 est extrait du nom complet dans la cellule A2 à l'aide des fonctions `MID` et `FIND` :

`=MID(A2,1,FIND(" ",A2)-1)`

Les noms de famille extraits des noms d'élèves contenus dans la colonne A sont placés dans la colonne B. On n'a pas tenu compte des seconds prénoms.

(e) Expliquez comment il est possible d'extraire les noms de famille sans tenir compte des seconds prénoms. [4]

(L'option B continue sur la page suivante)

(Suite de l'option B)

6. Les établissements scolaires de la région sont tenus de renseigner les noms des élèves et leurs notes pour chaque matière dans le portail du Ministère de l'Éducation (un organisme public qui veille au respect des normes des notes obtenues aux examens).

Les fourchettes de mention* de la City Walk School sont plus basses que celles du Ministère de l'Éducation, comme le montre la **figure 9**.

Figure 9 : Fourchettes de mention de la City Walk School et du Ministère de l'Éducation

	H	I	J	K
1	School score [Note établissement scolaire]	Grade [Mention]	Ministry score [Note ministère]	Grade [Mention]
2	35–46	E	40–51	E
3	47–59	D	52–65	D
4	60–69	C	66–75	C
5	70–84	B	76–90	B
6	85–100	A	91–100	A

Soit la formule où :

$$KS = \left(\frac{SSS - MinSS}{MaxSS - MinSS} \right) \times (91 - 40) + 40$$

quand :

- SSS est la note de l'élève attribuée par l'établissement scolaire ;
- MinSS est 35, ce qui correspond à la note la plus basse dans la plage de données de l'établissement scolaire ;
- MaxSS est 85, la note minimale requise pour obtenir la mention A dans la plage de données de l'établissement scolaire ;
- 40 est la note minimale dans la plage de données du Ministère de l'Éducation ;
- 91 est la note minimale requise pour obtenir la mention A dans la plage de données du Ministère de l'Éducation.

On utilise cette formule pour convertir les données d'une plage (par exemple, note de l'établissement scolaire : 35–85) en une autre plage (par exemple, note du ministère : 40–91).

- (a) Calculez *KS* à une décimale près, où *SSS* = 60.

Vous devez démontrer votre raisonnement.

[2]

* fourchettes de mention : plage des notes exigées pour obtenir une mention particulière

(L'option B continue sur la page suivante)

(Option B, suite de la question 6)

On importe l'extrait de la feuille de calcul illustré à la **figure 9** dans un programme.

- Le tableau STUDENTS [ÉLÈVES] stocke les noms de famille des élèves.
- Le tableau SCORES [NOTES] stocke les notes des élèves attribuées par l'établissement scolaire arrondies au nombre entier le plus proche.
- Le tableau MINISTRY [MINISTÈRE] contient cinq 0 (nombres entiers).

STUDENTS = [Khan, Chanchikova, Hodroge, Naveneethan, Khalil]
 SCORES = [50, 88, 73, 68, 40]
 MINISTRY = [0, 0, 0, 0, 0]

Un algorithme en pseudo-code prend chacune des valeurs du tableau SCORES et applique la formule de calcul des notes du Ministère. Le résultat de ce calcul est arrondi au nombre entier le plus proche et stocké dans le tableau MINISTRY.

- (b) Construisez l'algorithme en pseudo-code comme décrit. [3]

Lorsque les établissements scolaires téléchargent les noms et les notes des élèves, le portail n'accepte la saisie que de nombres entiers compris entre 40 et 100. Le Ministère de l'Éducation effectue plusieurs vérifications automatisées sur les données.

- (c) Décrivez **une** autre vérification automatisée que le Ministère pourrait utiliser pour assurer l'exactitude des données. [3]

Pour qu'un·e élève obtienne la mention A, il ou elle doit avoir une note comprise entre 91 et 100.

Un algorithme en pseudo-code compte le nombre d'élèves ayant obtenu la mention A et enregistre le résultat sous forme d'un pourcentage du nombre total d'élèves.

- (d) Construisez l'algorithme en pseudo-code comme décrit. [4]

(L'option B continue sur la page suivante)

(Suite de l'option B)

7. Le Ministère de l'Éducation développe un modèle de simulation en temps réel pour effectuer le suivi et l'analyse de l'impact de la présence des élèves sur les résultats scolaires dans tous les établissements de la région confondus.

- (a) Résumez ce que veut dire une simulation en temps réel. [2]

Le taux de présence est une variable utilisée dans la simulation.

- (b) Identifiez **trois** autres variables qui seraient nécessaires pour modéliser efficacement cette simulation. [3]

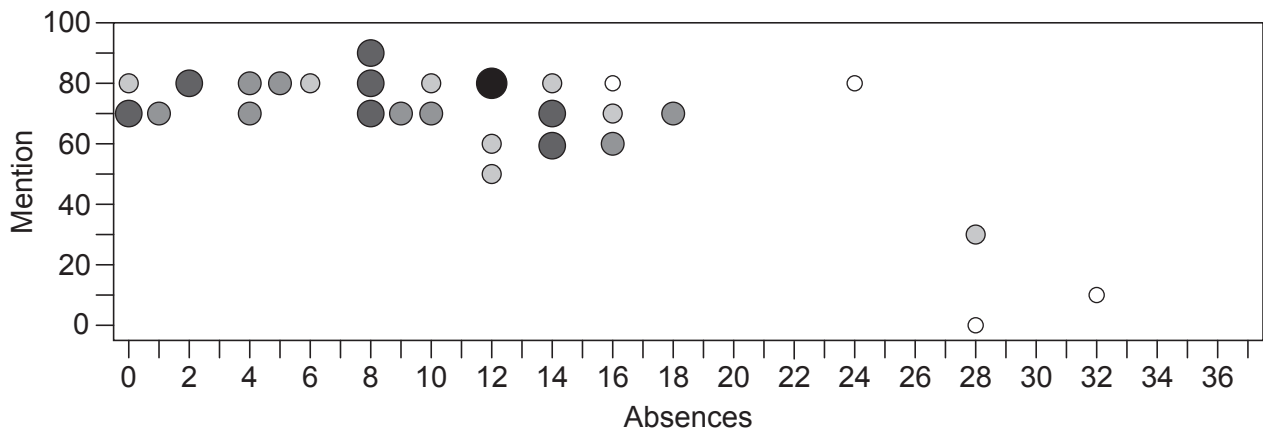
- (c) Résumez **deux** catégories de matériel nécessaires pour cette simulation. [4]

Le Ministère de l'Éducation a décidé de prendre le cas de test de la City Walk School, pour évaluer la précision du modèle de simulation dans la prédiction des notes des élèves en fonction de la présence.

- (d) Discutez **un** facteur qui pourrait être utilisé pour déterminer l'efficacité de ce cas de test afin d'évaluer la précision du modèle de simulation. [5]

À l'issue du cas de test, le Ministère de l'Éducation a appliqué la simulation à tous les établissements scolaires de la région. On a utilisé comme visualisation la carte thermique pour représenter la corrélation entre les absences et les mentions (voir **figure 10**).

Figure 10 : Visualisation sous forme de carte thermique montrant la corrélation entre les absences et les mentions dans les établissements scolaires de la région



- (e) Résumez **deux** facteurs susceptibles d'influencer les besoins en mémoire d'une visualisation 2D telle que la carte thermique illustrée à la **figure 10**. [4]

(L'option B continue sur la page suivante)

(Suite de l'option B)

8. Le Ministère de l'Éducation utilise un algorithme génétique pour déterminer les emplacements les plus adéquats pour de nouveaux établissements scolaires.

On ajoute une population initiale d'emplacements aléatoires à un bassin de population. On exécute alors l'algorithme de manière itérative jusqu'à ce qu'une condition d'arrêt soit satisfaite.

- (a) Résumez **deux** étapes, **différentes** de celles déjà mentionnées, qui doivent être suivies pour que l'algorithme génétique trouve les emplacements les plus appropriés pour les nouveaux établissements scolaires. [4]

Le Ministère de l'Éducation implémente un agent de dialogue sur son site Web pour conseiller les établissements scolaires.

- (b) (i) Résumez **un** avantage lié à l'utilisation d'un agent de dialogue. [2]
(ii) Résumez **un** inconvénient lié à l'utilisation d'un agent de dialogue. [2]

Le Ministère de l'Éducation envisage d'utiliser un réseau de neurones pour le traitement du langage naturel afin d'analyser de grands volumes de dissertations manuscrites rédigées par des élèves.

- (c) Identifiez **deux** structures principales du langage naturel. [2]
(d) Évaluez l'efficacité du traitement du langage naturel pour l'analyse des dissertations des élèves. [4]

Le Ministère de l'Éducation développe un outil pédagogique conçu pour améliorer les compétences linguistiques des élèves en incorporant la recherche à visée cognitive sur la manière dont les êtres humains apprennent les langues.

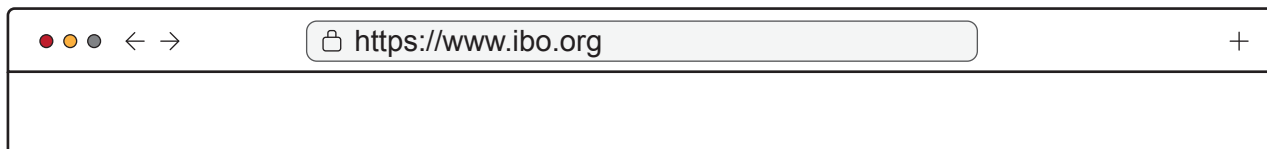
- (e) Expliquez **deux** principes de l'apprentissage des langues qui devraient être appliqués dans cet outil pédagogique. [6]

Fin de l'option B

Option C — La science du Web

9. Callum ouvre un navigateur Web et saisit l'URL (acronyme anglais de *universal resource locator*, en français localisateur universel de ressource) de l'Organisation du Baccalauréat International (voir **figure 11**).

Figure 11 : Navigateur Web montrant l'URL de l'Organisation du Baccalauréat International



- (a) Indiquez **deux** caractéristiques d'une URL. [2]
- (b) Résumez **deux** fonctions d'un navigateur Web. [2]
- (c) Le protocole de transfert hypertexte sécurisé (HTTPS, acronyme anglais de *hypertext transfer protocol secure*) est un exemple de protocole. Expliquez l'importance des protocoles. [3]
- (d) Identifiez **deux** caractéristiques du langage de balisage extensible XML (acronyme anglais de *eXtensible Mark-up Language*). [2]

Un site Web contient une page qui énumère les élèves d'une classe. La page utilise deux fichiers pour créer la liste, comme montré.

Class.xml

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="class_style.xsl"?>
<class>
  <student>
    <firstname>John</firstname>
    <surname>Doe</surname>
    <classname>Mathematics</classname>
  </student>
  <student>
    <firstname>Jane</firstname>
    <surname>Smith</surname>
    <classname>Physics</classname>
  </student>
  <student>
    ...
  </class>
```

(L'option C continue sur la page suivante)

(Option C, suite de la question 9)

Class_style.xsl

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/
Transform">
<xsl:template match="/">
  <html>
    <body>
      <h1>Class Members</h1>
      <table>
        <tr>
          <th>First Name</th>
          <th>Surname</th>
          <th>Class</th>
        </tr>
        <xsl:for-each select="class/student">
          <tr>
            <td><xsl:value-of select="firstname"/></td>
            <td><xsl:value-of select="surname"/></td>
            <td><xsl:value-of select="classname"/></td>
          </tr>
        </xsl:for-each>
      </table>
    </body>
  </html>
</xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

- (e) En vous référant aux fichiers Class.xml et Class_style.xsl, décrivez la manière dont une page accède à la source de données sous-jacente. [2]
- (f) Identifiez **trois** caractéristiques du protocole TCP (acronyme anglais de *transmission control protocol*). [3]

10. On estime que le Web profond est 500 fois plus gros que le Web de surface.

- (a) Résumez **une** différence entre le Web profond et le Web de surface. [2]
- (b) Définissez le terme *robot d'indexation*. [1]
- (c) Résumez le processus d'exploration du Web. [3]
- (d) Décrivez **deux** avantages de l'exploration parallèle du Web. [4]

Les développeur·es cherchent à améliorer le classement de leur site dans les résultats des moteurs de recherche.

- (e) Évaluez **deux** techniques *white hat* qui peuvent être utilisées dans le domaine du référencement naturel SEO (acronyme anglais de *search engine optimization*). [5]

(L'option C continue sur la page suivante)

(Suite de l'option C)

11. (a) Distinguez entre l'informatique ubiquitaire et l'informatique mobile. [4]

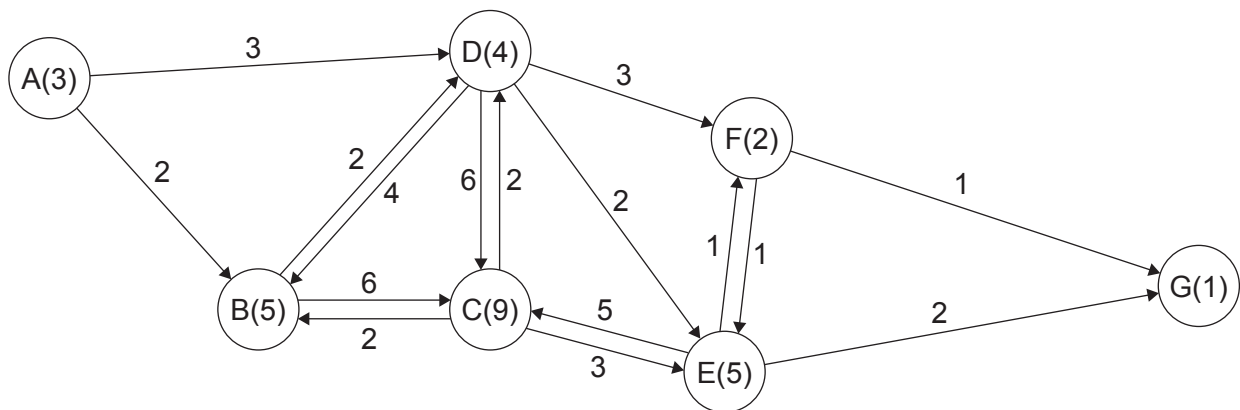
Violet est une photographie qui possède des profils sur de nombreuses plateformes de réseaux sociaux.

La plateforme qu'elle utilise est une communauté de sites personnels et indépendants qui partagent des standards ouverts comme ActivityPub. On peut la décrire comme un réseau social distribué.

- (b) Décrivez comment les standards ouverts favorisent l'interopérabilité. [2]
- (c) Expliquez comment les réseaux sociaux distribués contribuent à la décentralisation du Web. [6]
- (d) Discutez les défis rencontrés par les réseaux sociaux distribués en matière de la propriété intellectuelle. [4]

12. Le sous-graphe de la **figure 12** représente une partie du Web comportant des nœuds et des arêtes pondérés. Le poids de chaque nœud représente le niveau d'activité au sein de ce nœud.

Figure 12 : Sous-graphe représentant une partie du Web



- (a) Résumez pourquoi la **figure 12** est qualifiée de graphe orienté pondéré. [2]
- (b) Expliquez pourquoi certains nœuds de la **figure 12** sont décrits comme faiblement connectés et d'autres comme fortement connectés. [4]
- (c) Expliquez les **trois** nœuds de la **figure 12** qui seraient les mieux classés par l'algorithme PageRank. [4]

(L'option C continue sur la page suivante)

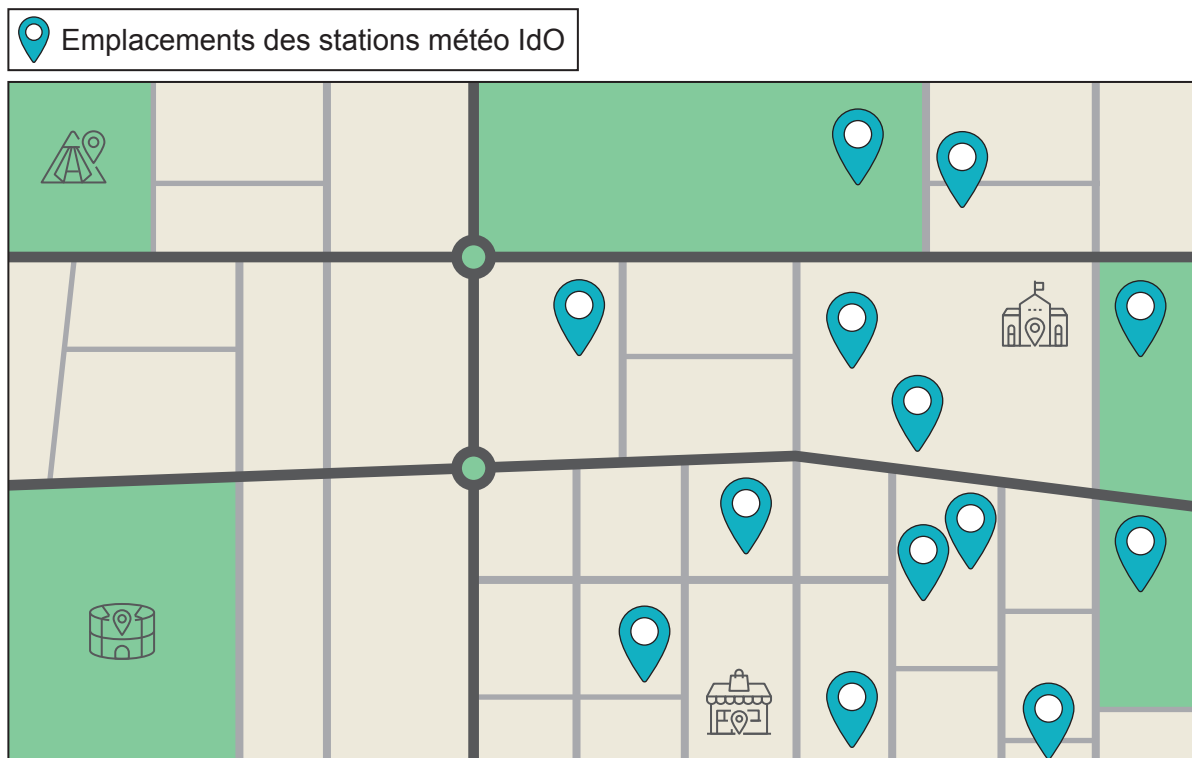
(Suite de l'option C)

13. Une station météo dotée d'Internet des Objects (IdO) utilise un réseau d'appareils et de capteurs pour recueillir, analyser et transmettre les données météorologiques en temps réel.

Il s'agit d'un exemple d'intelligence ambiante.

La **figure 13** montre la distribution de stations météo dotées de l'IdO dans une ville. Les 13 marqueurs en forme de goutte représentant les appareils.

Figure 13 : Carte montrant la distribution des stations météo IdO dans une ville



- (a) Décrivez **une** différence entre l'intelligence ambiante et l'intelligence collective. [2]
- (b) Discutez **un** avantage **et** **une** limitation des stations météo dotées de l'IdO mettant à disposition des données météorologiques précises. [6]

Les stations météo IdO situées à domicile utilisent généralement des balises méta pour décrire et classer les données. On ne considère pas ces métadonnées comme une ontologie.

- (c) Résumez pourquoi ces métadonnées ne sont pas considérées comme une ontologie. [2]

Fin de l'option C

Option D — Programmation orientée objet

- 14.** On développe un nouveau jeu vidéo dans lequel la personne qui joue constitue un parc de divers vaisseaux spatiaux (commerciaux, de reconnaissance et des croiseurs) équipés de deux types de moteurs : standard et à hyperpropulsion. Les vaisseaux explorent la galaxie du jeu et permettent la découverte d'autres civilisations, ainsi que la réalisation de transactions commerciales avec elles.

Une description partielle de la classe `Ship` [Vaisseau] est illustrée.

```
public class Ship
{
    private String type; // "trade" [commerce], "scout" [reconnaissance]
                        // ou "cruiser" [croiseur]
    private int level;   // niveau actuel du vaisseau
    private int speed;   // vitesse du vaisseau
    private boolean hyperdrive; // le vaisseau est-il à hyperpropulsion
    private int size;    // taille relative du vaisseau

    public Ship(String t, int l, int s, boolean h, int size)
    {
        this.type = t;
        this.level = l;
        this.speed = s;
        this.hyperdrive = h;
        this.size = size;
    }

    public int getSize()
    {
        return this.size;
    }

    // d'autres accesseurs et mutateurs sont implémentés mais ne sont
    // pas illustrés
}
```

À la **figure 14**, vous trouverez des exemples de données stockées dans les objets `Ship`.

Figure 14

<pre>type: "scout" level: 4 speed: 50 hyperdrive: true size: 1</pre>	<pre>type: "trade" level: 3 speed: 12 hyperdrive: false size: 5</pre>	<pre>type: "cruiser" level: 1 speed: 20 hyperdrive: true size: 20</pre>
--	---	---

(L'option D continue sur la page suivante)

(Option D, suite de la question 14)

- (a) Distinguez entre une classe et un objet en termes de l'utilisation de la mémoire pendant l'exécution. [2]
- (b) Indiquez **un** accesseur, autre que **différent de** `getSize()`, à inclure dans la classe `Ship`. [1]
- (c) Résumez **un** but d'un mutateur. [2]
- (d) Construisez le code du mutateur `setType()`. [3]

À partir de la classe `Ship`, le ou la programmeur·e définit la sous-classe `PowerShip` [Vaisseau haute performance]. Cette sous-classe possède un attribut supplémentaire de type `boolean`, `stealth` [furtivité], dont la valeur initiale est `false`.

- (e) Construisez le code de la sous-classe `PowerShip` sans dupliquer tous les attributs et les méthodes de la classe `Ship`. Le code doit inclure la nouvelle variable, le constructeur de la classe, et les accesseurs et mutateurs de la nouvelle variable. [4]

On introduit un nouveau moteur, le Xdrive, est présenté en complément des moteurs standards et des moteurs à hyperpropulsion.

- (f) Résumez **une** modification à apporter à la variable `hyperdrive` pour inclure ce nouveau moteur. [2]

- 15.**
- (a) Identifiez **deux** caractéristiques de la programmation orientée objet (POO). [2]
 - (b) Identifiez la caractéristique POO indiquée par le modificateur `private` utilisée dans `private String type;` [1]
 - (c) Décrivez **un** avantage d'une des caractéristiques POO identifiées dans la partie (a) **ou** dans la partie (b). [2]
 - (d) Décrivez **un** inconvénient d'une des caractéristiques POO identifiées dans la partie (a) **ou** dans la partie (b). [2]

(L'option D continue sur la page suivante)

(Suite de l'option D)

16. Dans le jeu vidéo, les vaisseaux ont besoin d'être ravitaillés en carburant. On ajoute les vaisseaux en attente de ravitaillement au tableau `refuel` [ravitaillement], qui est instancié comme suit :

```
Ship[] refuel = new Ship[100];
```

Le tableau `refuel` peut stocker n'importe quels combinaisons d'objets `Ship`, mais la quantité de carburant totale de tous les vaisseaux ne doit pas dépasser 80 unités (la limite quotidienne). Les divers types de vaisseaux ont des besoins en carburant différents selon leur taille :

- un vaisseau de reconnaissance est de `size` (taille) 1 et a besoin d'une unité de carburant ;
- un vaisseau commercial est de `size` 5 et a besoin de 5 unités de carburant ;
- un croiseur est de `size` 20 et a besoin de 20 unités de carburant.

- (a) Construisez le code de la méthode `totalFuel()` [carburant total] qui renvoie la somme des valeurs `size` pour tous les objets `Ship` stockés dans le tableau `refuel`.

Vous pouvez supposer que la méthode `totalFuel()` peut accéder au tableau `refuel`. [6]

Le jeu vidéo a besoin d'une méthode pour ajouter un nouvel objet `Ship` au tableau `refuel`, tant que cela n'augmente pas la quantité totale de carburant requise à plus de 80 unités.

- (b) Construisez le code de la méthode `addRefuelShip(Ship aShip)` qui vérifiera s'il reste suffisamment d'unités de carburant pour ravitailler l'objet `aShip`. Si c'est le cas, elle doit ajouter l'objet `aShip` au prochain emplacement vide du tableau `refuel`. Autrement, elle doit afficher le message d'erreur « Limite maximale de ravitaillement atteinte »

Vous pouvez supposer que la méthode `addRefuelShip` peut accéder au tableau `refuel`.

Veuillez noter que vous pouvez utiliser toutes les méthodes précédemment développées. [5]

- (c) Décrivez **deux** avantages de l'utilisation de bibliothèques d'objets comme Swing ou Collections lors du développement de programmes de jeux vidéo. [4]

17. Le jeu vidéo est doté d'une zone de discussion et d'une option permettant aux joueurs et joueuses de donner un nom à leur compte.

- (a) En vous référant au jeu vidéo, résumez **deux** caractéristiques des langages de programmation modernes qui permettent l'internationalisation. [4]

Les parents et les tuteurs et tutrices sont parfois préoccupé·es par les effets que peuvent avoir les jeux vidéo sur leurs enfants.

- (b) Discutez les obligations morales et éthiques des développeurs de jeux vidéo. [5]

(L'option D continue sur la page suivante)

(Suite de l'option D)

18. Dans le jeu vidéo, il arrive que les vaisseaux soient détruits. Le joueur ou la joueuse doit alors en construire de nouveaux.

On instancie une liste chaînée `newShips` [nouveaux vaisseaux] comme suit :

```
LinkedList<Ship> newShips = new LinkedList<Ship>();
```

Le joueur ou la joueuse sélectionne les nouveaux vaisseaux à construire. Ils sont instanciés comme objets de la classe `Ship`, et ajoutés séquentiellement à `newShips`.

- (a) Définissez le terme *référence d'objet*. [2]
- (b) Décrivez les avantages **et** les inconvénients des listes chaînées par rapport aux tableaux statiques. [4]

Dans la question suivante, vous devez utiliser la classe de listes chaînées du Java Examination Tool Subset (JETS) possédant les méthodes suivantes :

<code>.addFirst(E element)</code>	<code>.addLast(E element)</code>	<code>.add(int index, E element)</code>
<code>.size()</code>	<code>.getFirst()</code>	<code>.getLast()</code>
<code>.get(int index)</code>	<code>.getNext()</code>	<code>.removeFirst()</code>
<code>.removeLast()</code>	<code>.remove(int index)</code>	<code>.isEmpty()</code>

Soit trois listes chaînées appelées `scouts`, `traders`, **et** `cruisers`. Chaque objet `Ship` doit être déplacé de `newShips` vers la bonne liste chaînée en fonction de son `type`.

- (c) Construisez le code de la méthode `separate()` qui déplacera chaque objet `Ship` de `newShips` vers la liste chaînée appropriée.

Vous pouvez supposer que la méthode `separate()` peut accéder aux quatre listes chaînées `newShips`, `scouts`, `traders` **et** `cruisers`.

[5]

19. (a) Décrivez l'application des algorithmes récursifs. [3]

On a besoin d'une méthode qui inverse le contenu de la liste chaînée `newShips`.

Par exemple, la liste chaînée

`newShips` → ship1 → ship2 → ship3 → ship4 → null

devient

`newShips` → ship4 → ship3 → ship2 → ship1 → null

- (b) Expliquez les étapes d'un algorithme récursif qui inverse l'ordre des objets `Ship` de la liste chaînée `newShips`. [6]

Fin de l'option D

Avertissement :

Le contenu utilisé dans les évaluations de l'IB est souvent extrait de sources authentiques issues de tierces parties. Les avis qui y sont exprimés appartiennent aux personnes à l'origine de leur création et/ou de leur publication, et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'IB. Parfois, des entreprises, produits ou individus fictionnels sont inclus dans les évaluations. Toute ressemblance avec des entités réelles serait purement fortuite. Toutes les marques commerciales™ ou déposées® incluses sont utilisées à des fins d'illustration uniquement, et leur utilisation n'implique aucune affiliation avec le Baccalauréat International ni aucune promotion de sa part.

Références :

- Figure 10** Etemadpour, R., Zhu, Y., Zhao, Q., Hu, Y., Chen, B., Sharier, M. A., Zheng, S. et Paiva, J. G. S., 2020. Role of absence in academic success: an analysis using visualization tools. *Smart Learning Environments*, [revue électronique] 7(2). Disponible sur Internet : <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-019-0112-3> [Référence du 18 juin 2025]. Source adaptée.
- Figure 13** StudioU, 2022. *Navigation Editable Stroke Line Icons - stock illustration*. [image en ligne] Disponible sur Internet : <http://www.gettyimages.com/detail/1410898169> [Référence du 24 juillet 2025]. Source adaptée.