



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 written permission from the IB.

Additionally, the license tied with this product prohibits commercial 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, is not permitted and is subject to the IB's prior written consent via a license. More information on how to request a license can be obtained from <http://www.ibo.org/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

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 de l'IB.

De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation commerciale 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, n'est pas autorisée et est soumise au consentement écrit préalable de l'IB par l'intermédiaire d'une licence. Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour demander une licence, rendez-vous à l'adresse <http://www.ibo.org/fr/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

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 que medie la autorización escrita del IB.

Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso con fines comerciales 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— no está permitido y estará sujeto al otorgamiento previo de una licencia escrita por parte del IB. En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una licencia: <http://www.ibo.org/es/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

Informatique

Niveau moyen

Épreuve 2

Mardi 21 mai 2019 (matin)

1 heure

Instructions destinées aux candidats

- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions d'une des options.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est de **[45 points]**.

Option	Questions
Option A — Bases de données	1 – 3
Option B — Modélisation et simulation	4 – 6
Option C — La science du Web	7 – 9
Option D — Programmation orientée objet	10 – 12

Option A — Bases de données

1. *Marble Reading Book Stores (MRBS)* est une chaîne de librairies à Londres. Les magasins souhaitent conserver les informations sur les livres qu'ils vendent, leurs auteurs et les maisons d'édition avec qui ils collaborent. À la création de la base de données, on a supposé que :
- une maison d'édition peut publier des livres d'un ou de plusieurs auteurs ;
 - un auteur peut écrire un ou plusieurs livres.

- (a) Construisez le diagramme entité-relation (ERD, *entity-relationship diagram* en anglais) de ce scénario. [2]

Trois des tables de la base de données *MRBS* sont illustrées ci-dessous :

MAISON_EDITION

<u>Nom_Editeur</u>	Ville	Pays	Téléphone
Orlando Crux	Melbourne	Australie	6187675423
Owen Troy	Taipei	Taiwan	8867843525
Philip Hall	Los Angeles	États-Unis	1546838382

AUTEUR

<u>Num_Auteur</u>	Nom_Auteur1	Nom_Auteur2	Date_Naissance	Nom_Editeur
OC80	David	Gully	05/06/1974	Orlando Crux
OC89	Clint	Donald	02/12/1957	Orlando Crux
OT66	Steve	Leking	11/07/1989	Owen Troy
PH54	Mary	West	23/12/1990	Philip Hall

LIVRE

<u>ISBN</u>	Titre_Livre	Genre	Num_Auteur	Année_Pub
0-12763-777-1	Recettes de l'Est	Non romanesque	PH54	2014
0-65432-187-1	Ken et sa vie	Littérature	OC89	2014
0-66655-916-2	Tout sur le Grand Canyon	Géographie	PH54	2012
0-76544-987-2	Les nouvelles	Littérature	OT66	2015
0-87022-176-0	Le prix juste de la vie	Littérature	OC80	2014
0-98124-612-2	À la recherche de la vérité	Non romanesque	OT66	2016

- (b) Résumez pourquoi la validation des données est difficile pour l'attribut Titre_Livre. [2]

(L'option A continue sur la page suivante)

(Option A, suite de la question 1)

- (c) Indiquez le résultat de la requête suivante : [1]

```
SELECT Titre_Livre
FROM LIVRE
WHERE Genre = "Non romanesque"
AND ISBN = '0-98124-612-2'
```

- (d) Construisez une requête qui trouve les titres des livres publiés par « Orlando Crux ». [4]

De nombreuses transactions sont effectuées dans la base de données *MRBS*.

- (e) Résumez pourquoi l'atomicité est importante dans une base de données. [2]

- (f) Résumez comment la cohérence des données peut être maintenue lors des transactions dans ce système. [2]

Certaines des données de la base *MRBS* sont redondantes.

- (g) Résumez **un** problème causé par les données redondantes. [2]

2. Une école tient une base de données des coordonnées des élèves et des ressources pédagogiques sur un serveur central. Ces données sont accessibles par tous les instituteurs de l'école.

Il est possible que les enseignants doivent modifier les ressources lorsqu'ils préparent leurs leçons.

- (a) Expliquez comment la base de données de l'école peut être utilisée simultanément dans cette situation. [3]

Lors du stockage des coordonnées des élèves, il est important de prendre en compte la sécurité des données.

- (b) Décrivez **deux** manières d'assurer la sécurité des données dans le système de gestion de base de données de cette école. [4]

L'école a engagé un administrateur de bases de données (DBA, *database administrator* en anglais).

Un DBA est chargé notamment de veiller à ce qu'une stratégie de récupération de la base de données soit en place en cas d'altération et au partage éthique des données.

- (c) (i) Décrivez **une** stratégie qui pourrait être utilisée pour assurer la récupération des données si la base de données est altérée. [2]

- (ii) Suggérez comment la confidentialité des données des élèves peut être assurée. [3]

(L'option A continue sur la page 5)

Page vierge

(Suite de l'option A)

3. L'entreprise *Armour Hardware Company* possède les données suivantes sur les vendeurs et les quantités d'articles vendus.

Un vendeur peut vendre un grand nombre de produits différents.

VENDEUR

Numéro_ Réf	Prix_ Unitaire	Nom_ Produit	Date_ Et_ Heure	Numéro_ Vendeur	Nom_ Vendeur	Numéro_ Resp	Nom_ Responsable
19440	12,50	Scie	03/07/2018 12:23:34	102	Owen	16	Benson
32456	14,50	Marteau	03/07/2018 12:56:23				
35647	35,00	Perceuse	03/07/2018 12:35:02	199	Dahl	45	Rogers
67895	13,25	Clé	03/07/2018 12:49:56				
98760	12,25	Pince	03/07/2018 13:23:34				
67896	9,25	Clé	03/07/2018 12:46:23	154	Fraser	16	Benson
32456	14,50	Marteau	03/07/2018 12:50:16				
35647	35,00	Perceuse	03/07/2018 12:55:09	234	Robert	16	Benson
32456	14,50	Marteau	03/07/2018 12:57:12				
67895	13,25	Clé	03/07/2018 13:25:36				

- (a) Résumez **deux** raisons pour lesquelles les bases de données sont normalisées. [4]
- (b) Résumez pourquoi la table **VENDEUR** n'est pas en 1re forme normale (1NF). [2]
- (c) Construisez la 3e forme normale (3NF) de la relation non normalisée illustrée ci-dessus. [8]
- (d) Résumez pourquoi il est nécessaire d'assurer l'intégrité référentielle dans les bases de données. [2]
- (e) Résumez pourquoi une clé primaire peut comporter plusieurs attributs. [2]

Fin de l'option A

Tournez la page

Option B — Modélisation et simulation

4. Le réchauffement climatique global a entraîné la fonte des glaces de mer dans les régions polaires. Les scientifiques ont développé plusieurs modèles informatiques pour prévoir la vitesse de fonte des glaces de mer dans ces régions et l'effet de la fonte sur les zones côtières du globe. Pour créer un modèle informatique, un certain nombre de variables sont identifiées.

Le modèle informatique des effets de la fonte des glaces de mer dans l'océan Arctique peut inclure les variables suivantes :

- température moyenne de surface de l'océan ($^{\circ}\text{C}$),
- albédo de l'océan (la fraction de lumière reflétée par la surface de l'océan),
- précipitations (mm),
- salinité de l'océan (grammes de sel par kilogramme d'eau),
- surface des glaces de mer (km^2).

- (a) Recopiez et remplissez le tableau ci-dessous avec le type de chaque variable et la plage de valeurs appropriée représentant les données mentionnées ci-dessus. [3]

Variable	Type de données	Plage de valeurs
Température de surface de l'océan		
Albédo		
Surface des glaces de mer		

Dans ce modèle les règles suivantes ont été déterminées :

- Pour chaque hausse de $0,01^{\circ}\text{C}$ de la température de surface, la surface des glaces de mer baisse de 1 %.
- Pour chaque baisse de 1 % de la surface des glaces de mer, le niveau de la mer augmente de 20 mm.

Les valeurs initiales sont :

- surface des glaces de mer = $1\,000\,000\text{ km}^2$
- température moyenne de surface de l'océan = $0,00^{\circ}\text{C}$.

- (b) En utilisant les règles et les valeurs initiales ci-dessus, construisez le pseudo-code qui permet de calculer la surface des glaces de mer et la montée du niveau de la mer en case de hausse de $0,04^{\circ}\text{C}$ de la température de surface de l'océan. [4]

- (c) Avec les informations ci-dessus, indiquez :

- (i) la surface des glaces de mer, [1]
- (ii) le changement de niveau de la mer. [1]

(L'option B continue sur la page suivante)

(Option B, suite de la question 4)

Lors de l'exécution maintes fois répétée du modèle avec des données historiques, les scientifiques ont remarqué des différences notables entre les résultats observés et ceux escomptés.

Un second modèle, qui inclut de nouvelles variables et règles, a été développé.

La surface de l'océan reflète la chaleur du soleil. Le rapport entre la surface recouverte par les glaces de mer et la surface sans glace (pleine mer) a une incidence sur la valeur moyenne de l'albédo. Moins l'albédo est élevé, plus la glace fond vite.

L'albédo moyen est calculé à l'aide de cette formule :

Albédo moyen =

$$\frac{(\text{surface des glaces de mer} \times \text{albédo des glaces de mer}) + (\text{surface de pleine mer} \times \text{albédo de pleine mer})}{(\text{surface des glaces de mer} + \text{surface de pleine mer})}$$

Remarque :

- surface des glaces de mer = 1 000 000 km²
- surface de pleine mer = 1 000 000 km²
- albédo des glaces de mer = 0,6
- albédo de pleine mer = 0,1.

L'albédo moyen change à chaque itération du modèle. Les itérations se suivent de 2 ans.

Les règles du modèle sont :

- L'albédo initial est de 0,35
- Le taux de disparition des glaces de mer tous les 2 ans est de $\frac{0,3}{\text{albédo moyen}^2}$
- L'année de début est 2019
- La fréquence d'échantillonnage est de 2 ans.

- (d) En utilisant la formule, les règles et les données initiales mentionnées ci-dessus, construisez le pseudo-code qui calcule l'année où la surface des glaces de mer sera inférieure à 10 000 km². [7]
- (e) Identifiez **deux** façons dont ce modèle pourrait être mis en œuvre. [2]
- (f) Expliquez pourquoi l'exactitude de la prédiction de la surface des glaces de mer par la simulation est essentielle. [3]

(L'option B continue sur la page suivante)

(Suite de l'option B)

5. De nombreux organismes de santé se servent des simulations pour essayer de comprendre comment utiliser leurs ressources à l'avenir. Étant donné que de nombreux pays ont une population vieillissante, les organismes de santé ont collaboré avec des informaticiens pour développer des simulations qui leur permettront de gérer leurs ressources plus efficacement.

L'une des fonctions principales de ces simulations est le développement de la modélisation hypothétique.

- (a) Décrivez les fonctions principales d'un modèle hypothétique (*what-if* en anglais). [4]

Les variables suivantes peuvent être considérées comme faisant partie d'un modèle qui sera utilisé pour simuler la gestion d'une population vieillissante :

- qualité de l'éducation sanitaire ;
- choix de style de vie, par exemple, tabagisme ;
- région d'habitation.

- (b) Identifiez **trois** autres variables qui pourraient être incluses dans ce modèle. [3]

- (c) Expliquez les enjeux éthiques qui peuvent découler de la collecte des informations pour ce modèle. [5]

- (d) Expliquez pourquoi le modèle serait converti en une simulation. [3]

6. On vient de découvrir des vieux dessins animés en 2D datant des années 1940. On décide de les transformer en 3D.

- (a) Définissez le terme *visualisation*. [1]

- (b) Résumez le besoin d'effectuer un rendu dans la création des caractères animés en 3D. [2]

- (c) Expliquez **deux** conséquences techniques de l'implémentation de l'animation 3D de la manière qui a été décrite. [6]

Fin de l'option B

Option C — La science du Web

7. Sestra.com est un site Web d'une entreprise qui vend des articles fabriqués par des artisans locaux.

Le site est compatible avec plusieurs tailles et formats d'écran allant des smartphones aux ordinateurs de bureau. Toutes les pages du site contiennent le fragment de code suivant :

```
<link rel = "stylesheet" href = "../css/default.css">
```

- (a) Identifiez **deux** manières d'utiliser une feuille de style en cascade (CSS, *cascading style sheet* en anglais) qui assurent la compatibilité des pages Web avec divers formats et tailles d'écran. [2]

Les visiteurs du site peuvent rechercher (« search » en anglais) des catégories de produits (par exemple « Jouets », « Sacs », « Robes » etc.) sélectionnées au moyen d'un menu déroulant. Le menu est rempli à partir des enregistrements stockés dans la table `CATEGORY` de la base de données du site.

Une partie du code contenu dans le fichier `search.php` est donné ci-dessous :

```
// Du code présent ici
<?php
    $categoryquerytext = 'SELECT 'category_id', 'category_name' FROM
    'CATEGORY' ORDER BY 'category_name';
    $categoryqueryresult = mysqli_query($con, $categoryquerytext);
?>
// Du code présent ici
<form action = "showresults.php" method = "post">
    <select name = "category">
        <?php
            while($row = mysqli_fetch_array($categoryqueryresult))
            {
                echo '<option value = "'. $row['category_id']. '">'.
                $row['category_name']. '</option>';
            }
        ?>
    </select>
    <button type = "submit">Search</button>
</form>

// Du code présent ici
```

- (b) Expliquez le traitement activé par ce code sur le serveur avant l'envoi de `search.php` au client. [3]

Les propriétaires de l'entreprise ont remarqué que Sestra.com ne figure pas en bonne place dans les résultats des moteurs de recherche.

- (c) Décrivez **deux** manières dont les développeurs pourraient utiliser l'optimisation White Hat pour améliorer le classement du site par les moteurs de recherche. [4]

(L'option C continue sur la page suivante)

(Option C, suite de la question 7)

Le site Sestra.com inclut :

- des images de chaque produit ;
- des documents PDF donnant des informations de base sur les artisans qui fabriquent les produits.

(d) Distinguez les différences entre la compression avec perte ou sans perte. [2]

(e) Expliquez pourquoi les développeurs de Sestra.com utiliseraient la compression sans perte pour les documents PDF. [3]

8. Le grand collisionneur de hadrons (LHC, *large hadron collider* en anglais) du CERN en Suisse produit en moyenne 15 pétaoctets (15 millions de gigaoctets) de données expérimentales par an. Des scientifiques du monde entier doivent accéder à ces données et procéder à leur analyse.

(a) Soit l'URL <https://home.cern/topics/large-hadron-collider>

(i) Indiquez le protocole utilisé. [1]

(ii) Identifiez les étapes suivies par le serveur de noms de domaine lorsqu'un scientifique saisit une URL comme <https://home.cern> dans un navigateur Web. [3]

Le CERN a établi la *Grille de calcul mondiale pour le LHC* (WLCG, *Worldwide LHC Computing Grid* en anglais).

(b) Expliquez **deux** raisons pour lesquelles le CERN utilise l'informatique en grille pour faciliter sa recherche. [6]

Au lieu de protéger ses résultats expérimentaux par le droit d'auteur, le CERN a décidé de les publier sous licence Creative Commons.

(c) Expliquez **deux** raisons pour lesquelles le CERN publie ses résultats expérimentaux sous licence Creative Commons. [6]

(L'option C continue sur la page suivante)

(Suite de l'option C)

9. *Le conseil municipal de Brownsville* gère plusieurs bibliothèques municipales dans différents secteurs de la ville. Ces bibliothèques utilisent un système intégré de gestion de bibliothèque (SIGB) pour gérer tous les articles (par exemple livres, DVD, etc.) des établissements. Les informations d'articles sont stockées dans une base de données sur un serveur central.

Vous trouverez ci-dessous une partie du code XML (*extensible markup language* en anglais) qui décrit un article.

```
<entree id = "97812">
  <categorie>Book</categorie>
  <auteur>Stark, Elizabeth</auteur>
  <titre>Handheld Device Usability</titre>
  <genre>Computer Science</genre>
  <editeur>Taylor & Orams Inc.</editeur>
</entree>
```

- (a) Définissez le terme *extensibilité*. [1]
- (b) Résumez **un** avantage d'XML concernant le partage des données sur le Web. [2]

XML se fonde sur des normes ouvertes.

- (c) Distinguez les différences entre les normes ouvertes et l'interopérabilité. [2]

Les usagers des bibliothèques accèdent au SIGB au moyen d'une page Web contenant un formulaire de recherche d'articles stockés dans la base de données.

- (d) Décrivez le rôle de l'interface de passerelle commune (CGI, *common gateway interface* en anglais) dans le traitement des demandes de recherche effectuées par le biais du formulaire Web. [2]

Les directeurs des bibliothèques ont décidé d'étendre les pages Web en incluant un blog et un forum, tous les deux gérés par le bibliothécaire en chef, afin d'accroître le dialogue avec les usagers.

- (e) Distinguez les différences entre un blog et un forum. [2]
- (f) Dans quelle mesure l'utilisation des médias sociaux, des blogs et des forums permet-elle au bibliothécaire en chef de prendre des décisions plus efficaces ? [6]

Fin de l'option C

Option D — Programmation orientée objet

Une école internationale organise une compétition de natation régionale pour les élèves de 10 établissements scolaires. Chaque école envoie une équipe de 5 à 15 compétiteurs.

Chacun des nageurs (« swimmer » en anglais) peut participer à 5 épreuves maximum (exemples d'épreuves : 50m nage libre, 100m papillon).

Chaque épreuve (« event » en anglais) comprend une ou plusieurs courses. Une course (« race » en anglais) est soit une série qualificative, soit une finale (« finals » en anglais). La finale rassemble les 8 meilleurs nageurs de toutes les séries qualificatives de l'épreuve.

Un maximum de 8 nageurs prennent part à une course.

Les représentations UML des classes `Swimmer` et `Race` sont données ci-dessous.

Swimmer	Race
<ul style="list-style-type: none"> - String name - String school - String[5] eventID - double[5] time 	<ul style="list-style-type: none"> - Swimmer[8] swimmer - double[8] time
<ul style="list-style-type: none"> + constructor + accessor and mutator methods + addTimes() 	<ul style="list-style-type: none"> + constructor + accessor and mutator methods + addSwimmers() + addTimes()

Remarque : « accessor and mutator methods » signifie « accesseurs et mutateurs »

10. (a) Définissez le terme *mutateur*. [1]
- (b) Indiquez **une** autre variable d'instance de type `boolean` qui pourrait être ajoutée à la classe `Race` décrite ci-dessus. [1]
- (c) En vous référant à la représentation UML des deux classes ci-dessus, distinguez une classe d'une instantiation. [3]

Dans ce scénario, les objets `Swimmer` sont agrégés dans un objet `Race`.

- (d) (i) Résumez **un** avantage de l'utilisation de l'agrégation dans ce contexte. [2]
- (ii) Résumez **un** inconvénient de l'utilisation de l'agrégation dans ce contexte. [2]
- (e) Construisez le code du constructeur de la classe `Swimmer` qui instancie un objet avec les arguments `name` et `school`. Les identifiants d'épreuves (`eventID`) doivent être « empty » (vides) et « time » (les temps) initialisés à 0.0 [4]

De nombreux compétiteurs ont des noms qui ne peuvent pas être représentés avec les jeux de caractères de base, par exemple ASCII.

- (f) Décrivez **une** fonction des langages de programmation modernes qui permet la représentation correcte d'un large éventail de noms d'élèves. [3]

(L'option D continue sur la page suivante)

(Suite de l'option D)

11. Soit la classe générique `Event` :

```
class Event
{
    private String eventID;
    private int numberOfRaces;
    private Race[] races;
    private Race finals;

    public Event(String ID, int numberOfRaces)
    {
        eventID = ID;
        races = new Race[numberOfRaces];
        for(int i = 0; i < numberOfRaces; i++)
        {
            races[i] = new Race();
        }
        finals = new Race();
    }

    public void addSwimmers()
    {
        // remplit les séries qualificatives avec des compétiteurs
    }

    public void fillFinals()
    {
        // remplit la finale avec les 8 meilleurs nageurs des séries
        qualificatives
    }

    // autres méthodes()
}
```

- (a) Le même identifiant de méthode `addSwimmers` est employé dans les classes `Race` et `Event`. Expliquez pourquoi ces deux méthodes ne sont pas conflictuelles. [3]

Il est supposé dans la classe `Event` ci-dessus que plus de 8 compétiteurs prennent part à l'épreuve et que des séries qualificatives ont lieu. Toutefois, une épreuve disputée par moins de 9 compétiteurs ne comporte pas de série. Par conséquent, la classe d'origine `Event` est héritée par nouvelle classe `FinalsOnlyEvent`.

- (b) Résumez **deux** avantages de la fonction d'héritage (*inheritance* en anglais) de la POO. [4]
- (c) Résumez comment la redéfinition d'une méthode peut faciliter la création de la nouvelle classe `FinalsOnlyEvent`. [2]

Remarque : `FinalsOnlyEvent` signifie « épreuve comportant uniquement une finale »

(L'option D continue sur la page suivante)

(Suite de l'option D)

12. Une épreuve `Event` a été instanciée avec 2 séries qualificatives et 11 compétiteurs.

```
Event free100 = new Event("100 m free style",2); // nage libre
```

Les compétiteurs ont été ajoutés à deux tableaux `Race`. Après les courses de l'épreuve, leurs temps ont été enregistrés (voir tableaux ci-dessous).

(Pour cette question, le nom représente l'ensemble de l'objet `swimmer`.)

`rates[0]`

<code>swimmer</code>	Andy	Bella	Chris	Duc	Eric	null	null	null
<code>time</code>	34.2	33.8	40.9	36.3	34.6	0	0	0
	<code>[0]</code>	<code>[1]</code>	<code>[2]</code>	<code>[3]</code>	<code>[4]</code>	<code>[5]</code>	<code>[6]</code>	<code>[7]</code>

`rates[1]`

<code>swimmer</code>	Fiona	George	Hetty	Idan	Jo	Karl	null	null
<code>time</code>	41.2	36.6	37.6	35.2	48.8	37.2	0	0
	<code>[0]</code>	<code>[1]</code>	<code>[2]</code>	<code>[3]</code>	<code>[4]</code>	<code>[5]</code>	<code>[6]</code>	<code>[7]</code>

La méthode `fillFinals()` sélectionne les 8 nageurs les plus rapides, par ordre croissant de temps, dans les deux tableaux `swimmer` et les copie dans le tableau `swimmer` de la course `finals`.

- (a) Esquissez le tableau `swimmer` de `finals`. [3]

Pour faciliter la sélection, tous les éléments de `rates[0]` et de `rates[1]` sont copiés dans deux nouveaux tableaux parallèles de longueur 16, le premier pour les nageurs et le second pour leurs temps.

- (b) Construisez le fragment de code se rapportant à la situation décrite qui copie les nageurs et les temps dans deux tableaux parallèles appelés `tempSwimmer` et `tempTime`. [6]

(L'option D continue sur la page suivante)

(Option D, suite de la question 12)

Les deux tableaux temporaires sont triés avec le code suivant.

```
int i, j;
Swimmer swapSwimmer; // permuter (swap en anglais)
double swapTime;
for(i = 0; i < 15; i++)
{
    for(j = 0; j < 15; j++)
    {
        if(tempTime[j] > tempTime[j + 1]) // si l'ordre est incorrect alors...
        {
            swapSwimmer = tempSwimmer[j]; // permuter le nageur et...
            tempSwimmer[j] = tempSwimmer[j + 1];
            tempSwimmer[j + 1] = swapSwimmer;
            swapTime = tempTime[j]; // permuter le temps
            tempTime[j] = tempTime[j + 1];
            tempTime[j + 1] = swapTime;
        }
    }
}
```

- (c) (i) Indiquez le nom de cet algorithme de tri. [1]
- (ii) Résumez **deux** améliorations de ce code qui rendraient cet algorithme plus efficace. [4]
- (d) Construisez le fragment de code qui copie les noms des 8 nageurs les plus rapides par ordre croissant de temps du tableau `tempSwimmer` au tableau `swimmers` de la course finals. [6]

Fin de l'option D
