BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

NUMÉRIQUE ET SCIENCES INFORMATIQUES

JOUR 2

Durée de l'épreuve : **3 heures 30**

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.

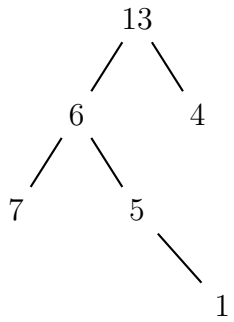
Le candidat traite les trois exercices proposés.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

Exercice 1 — 4 points

Cet exercice porte sur les arbres binaires, les arbres binaires de recherche, la programmation orientée objet et la récursivité.

1. On considère l'arbre ci-dessous :



a) Justifier que cet arbre est un arbre binaire.

Cet arbre est un arbre binaire car chaque nœud possède au plus deux fils.

b) Indiquer si l'arbre ci-dessus est un arbre binaire de recherche (ABR). Justifier votre réponse.

L'arbre ci-dessus n'est pas un arbre binaire de recherche car par exemple la valeur du nœud 4 est le fils droit de la racine dont la valeur est 13.

Dans un arbre binaire de recherche chaque nœud du sous-arbre gauche a une valeur inférieure ou égale à celle du nœud considéré et chaque nœud du sous-arbre droit à une valeur supérieure ou égale à celle du nœud considéré.

2. On considère la classe `Noeud`, nous permettant de définir les arbres binaires, définie de la manière suivante en Python :

```
class Noeud:
    def __init__(self, g, v, d):
        """crée un noeud d'un arbre binaire"""
        self.gauche = g
        self.valeur = v
        self.droit = d
```

On considère également la fonction `construire` ci-dessous qui prend en paramètre deux entiers `mini` et `maxi` et qui renvoie un arbre.

```
def construire(mini, maxi):
    """mini, maxi : entiers respectant mini <= maxi"""
    assert isinstance(mini, int) and isinstance(..., ....) and ...
    if maxi - mini == 1 or maxi - mini == 0:
        return Noeud(None, mini, None)
    elif maxi - mini == 2:
        return Noeud(None, (mini+maxi)//2, None)
    else:
        sag = construire(mini, (mini/maxi)//2)
        sad = construire((mini+maxi)//2, maxi)
        return Noeud(sag, (mini+maxi)//2, sad)
```

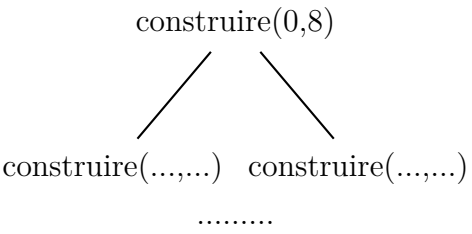
La fonction `isinstance(obj, t)` renvoie `True` si l'objet `obj` est du type `t`, sinon `False`.

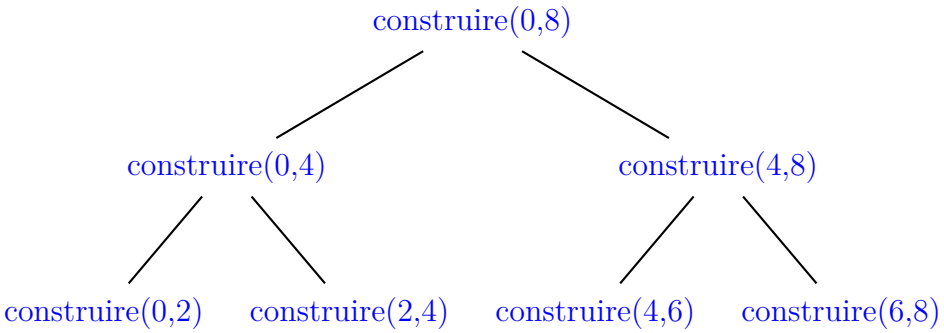
a) Recopier et compléter sur votre copie la ligne 3 de l'assertion de la fonction `construire` de manière à vérifier les conditions sur les paramètres `mini` et `maxi`.

Correction :

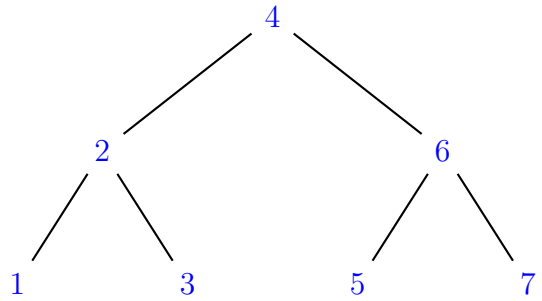
```
3  assert isinstance(mini, int) and isinstance(maxi, int) and mini <= maxi
```

b) On exécute l'instruction `construire(0, 8)`. Déterminer quels sont les différents appels récursifs de la fonction `construire` exécutés. On représentera ces appels sous forme d'une arborescence, par exemple :

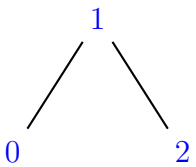




c) Dessiner l'arbre renvoyé par l'instruction `construire(0, 8)`.



d) Dessiner l'arbre renvoyé par l'instruction `construire(0, 3)`.



e) Donner le résultat d'un parcours infixe sur l'arbre obtenu à la question 2.c.

Expliquer pourquoi ce parcours permet d'affirmer que l'arbre est un arbre binaire de recherche.

Le parcours infixe de l'arbre binaire obtenu dans la question **2.c** est :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

C'est un arbre binaire de recherche car le parcours infixe trie les valeurs des nœuds dans l'ordre croissant.

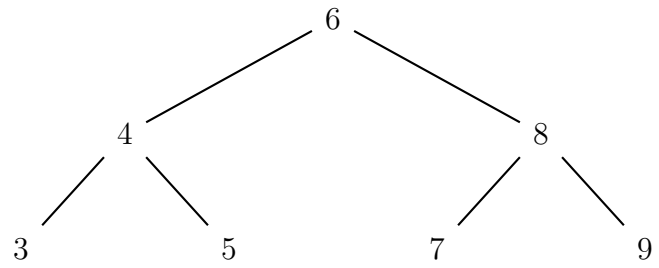
f) La fonction récursive `maximum` ci-dessous prend en paramètre un arbre binaire de recherche `abr` et renvoie la valeur maximale de ses nœuds. Recopier et compléter les lignes 5 et 7 de cette fonction.

```
1 def maximum(abr):
2     if abr is None:
3         return None
4     elif abr.droit is None:
5         return ...................
6     else:
7         return ...................
```

Correction :

```
5         return abr.valeur
6     else:
7         return maximum(abr.droit)
```

3. On donne l'arbre binaire de recherche `abr_7_noeuds` suivant :



On donne également ci-dessous la fonction `mystere` qui prend en paramètres un arbre binaire de recherche `abr`, un entier `x` et une liste `liste`.

```
1  def mystere(abr, x, liste):
2      """
3      abr -- arbre binaire de recherche
4      x -- int
5      liste -- list
6      Renvoie -- list"""
7      if abr is None:
8          return []
9      else:
10         liste.append(abr.valeur)
11         if x == abr.valeur:
12             return liste
13         elif x < abr.valeur:
14             return mystere(abr.gauche, x, liste)
15         else:
16             return mystere(abr.droit, x, liste)
```

a) Donner les résultats obtenus lorsque l'on exécute les instructions `mystere(abr_7_noeuds, 5, [])`, puis `mystere(abr_7_noeuds, 6, [])` puis `mystere(abr_7_noeuds, 2, [])`.

Correction :

```
>>> mystere(abr_7_noeuds, 5, [])
[6, 4, 5]
>>> mystere(abr_7_noeuds, 6, [])
[6]
>>> mystere(abr_7_noeuds, 2, [])
[]
```

b) Décrire quel peut être le rôle de la fonction `mystere`.

La fonction `mystere` permet de déterminer le chemin vers la valeur `x` entrée en paramètre en partant de la racine de l'arbre si elle existe. Si la valeur `x` n'est pas dans l'arbre binaire de cherche, cette fonction renvoie une liste vide.

Exercice 2 — 4 points

Cet exercice traite du thème base de données, et principalement du modèle relationnel et du langage SQL.

L'énoncé de cet exercice peut utiliser les mots du langage SQL suivants :

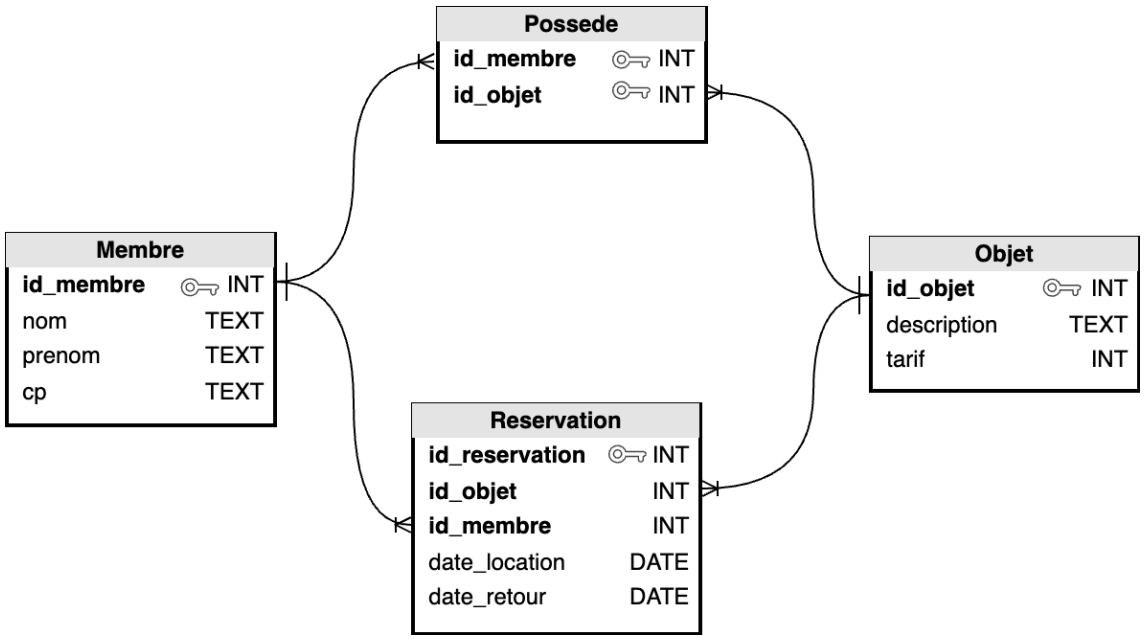
`SELECT`, `FROM`, `WHERE`, `JOIN ON`, `INSERT INTO`, `VALUES`, `UPDATE`, `SET`, `DELETE`, `COUNT`, `AND`, `OR`

Un site permet à ses membres de proposer à la location du matériel et de louer du matériel. Ceci permet de mutualiser du matériel entre membres et au propriétaire de rentabiliser cet achat. Le temps d'utilisation du matériel s'en trouve ainsi augmenté et le nombre d'appareils diminué.

Le modèle relationnel est donné par le schéma ci-dessous.

La table `Membre` contient les informations de chaque utilisateur du site (nom, prénom et code postal). La table `Objet` décrit le type d'objet à la location ainsi que son tarif de location journalier.

La table `Reservation` répertorie toutes les réservation effectuées par les membres du site avec notamment leur date de début et de fin de location. La table `Possede` permet de lier les tables `Membre` et `Objet`.



Convention utilisées pour le schéma :

- Les clés primaires et étrangères sont mises en gras ;

- un symbole 🔑 identifie une clé primaire ;
- un symbole ⊣——⋘ entre deux attributs indique qu'ils doivent partager les mêmes valeurs et qu'ils sont reliés de la manière suivante : le côté ⊣ indique la clé primaire et le côté ⋘ indique la clé étrangère.

On donne ci-dessous le contenu de ces tables à un instant donné :

Membre

id_membre	nom	prenom	cp
1	"Ali"	"Mohamed"	"69110"
2	"Alonso"	"Fernando"	"69005"
3	"Dupont"	"Antoine"	"69003"
4	"Ferrand"	"Pauline"	"69160"
5	"Kane"	Harry"	"69003"

Possede

id_membre	id_objet
1	4
1	6
2	4
3	3
3	5
4	1
4	2

Objet

id_objet	description	tarif
1	"Nettoyeur haute pression"	20
2	"Taille-haie"	15
3	"Perforatrice"	15
4	"Appareil à raclette"	10
5	"Scie circulaire"	15
6	"Appareil à gauffre"	10

Reservation

id_reservation	id_objet	id_membre	date_location	date_retour
1	4	5	2022-02-18	2022-02-19
2	1	2	2022-05-05	2022-05-06
3	3	1	2022-07-10	2022-07-12
4	3	1	2022-08-12	2022-08-14
5	2	2	2022-10-20	2022-10-22
6	2	2	2022-10-20	2022-10-22

1. Dans cette partie, on ne demande pas de requête SQL. En étudiant le contenu des tables ci-dessus :

a) Indiquer quels sont les prénoms et noms du ou des membres du site qui proposent la location d'un appareil à raclette ;

L'appareil à raclette a pour id `4`. Dans la table `Possede`, les membres d'id `1` et `2`, c'est-à-dire Ali Mohamed et Alonso Fernando, proposent à la location un appareil à raclette.

b) Donner le prénom et le nom du membre qui ne propose pas d'objet à la location.

Dans la table `Possede`, le membre d'id `5` n'est pas présent. Cela signifie qu'il ne propose pas d'objet à la location. Ce membre est Kane Harry.

2. a) Donner le résultat de la requête suivante :

```
SELECT nom, prenom FROM Membre WHERE cp = "69003" ;
```

Cette requête renvoie :

```
Dupont Antoine
Kane Harry
```

b) Écrire une requête permettant de connaître le tarif de location d'une scie circulaire.
Correction :

```
SELECT tarif FROM Objet WHERE description = "Scie circulaire" ;
```

c) Écrire une requête permettant de modifier le tarif de location d'un nettoyeur à haute pression pour le passer à 15 € par jour au lieu de 20 € par jour.
Correction :

```
UPDATE Objet
SET tarif = 15
WHERE description =  "Nettoyeur haute pression" ;
```

d) Écrire une requête SQL permettant d'ajouter Wendie Renard habitant à Villeurbanne (code postal 69100) dans la table `Membre`, avec un `id_membre` de 6.
Correction :

```
INSERT INTO Membre
VALUES (6, "Renard", "Wendie", "69100");
```

3. a) Expliquer la limitation importante d'utilisation du service offert par le site si l'on utilisait le couple de clés étrangères (`id_objet`, `id_membre`) en tant que clé primaire de la relation `Reservation`.
Si ce couple était utilisé comme clé primaire, un membre ne pourrait réserver qu'une seul fois un même objet.

b) Mohamed Ali décide de ne plus être membre du site. Il faut donc le supprimer de la table `Membre` à l'aide de la requête :

```
DELETE FROM Membre
WHERE nom = "Ali" AND prenom = "Mohamed" ;
```

Expliquer pourquoi cette requête produit une erreur.
Ce membre est également présent dans les tables `Possede` et `Reservation`. Son attribut `id_membre` est clé étrangère de ces tables. Il faut donc d'abord supprimer ces entités des tables `Possede` et `Reservation` avant de pouvoir le supprimer de la table `Membre`.

c) Proposer une suite de requêtes utilisant le mot clé `DELETE`, précédant la requête ci-dessus pour supprimer correctement Mohamed Ali, dont l'`id_membre` est 1, de la base de donnée.

Rappel : la relation `Objet` décrit le type d'objet à la location. Il n'y a pas d'objet à supprimer dans cette table lors du départ d'un membre.
Correction :

```
DELETE FROM Possede WHERE id_membre = 1;
DELETE FROM Reservation WHERE id_membre = 1;
```

4. Dans cette partie, les requêtes utilisent des jointures entre tables. On supposera donc les numéros `id_membre` et `id_objet` non connus.

a) Écrire une requête permettant de compter le nombre de réservations réalisées par Fernando Alonso.
Correction :

```sql
SELECT COUNT(*) FROM Reservation
JOIN Membre ON Membre.id_membre = Reservation.id_membre
WHERE Membre.nom = "Alfonso" AND Membre.prenom = "Fernando";
```

b) Écrire une requête permettant de connaître les noms et prénoms des membres possédant un appareil à raclette.

Correction :

```sql
SELECT nom, prenom FROM Membre
JOIN Possede ON Possede.id_membre = Objet.id_membre
JOIN Objet ON Objet.id_objet = Possede.id_objet
WHERE Objet.description = "Appareil à raclette";
```

Exercice 3 — 4 points

Cet exercice traite du thème architecture matérielle, et plus particulièrement des processus et leur ordonnancement.

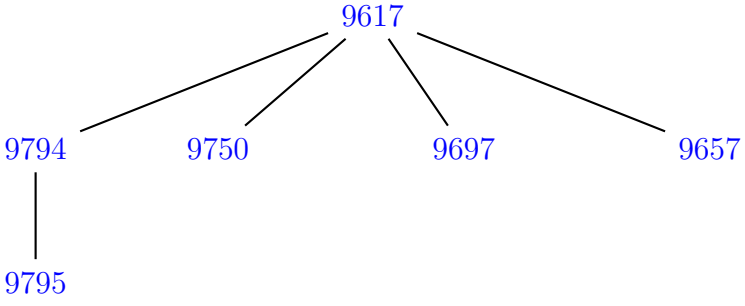
1. Avec la commande `ps -aef` on obtient l'affichage suivant :

PID	PPID	C	STIME	TTY	TIME	CMD
8600	2	0	17 :38	?	00 :00 :00	[kworker/u2 :0-fl]
8859	2	0	17 :40	?	00 :00 :00	[kworker/0 :1-eve]
8866	2	0	17 :40	?	00 :00 :00	[kworker/0 :10-ev]
8867	2	0	17 :40	?	00 :00 :00	[kworker/0 :11-ev]
8887	6217	0	17 :40	pts/0	00 :00 :00	bash
9562	2	0	17 :45	?	00 :00 :00	[kworker/u2 :1-ev]
9594	2	0	17 :45	?	00 :00 :00	[kworker/0 :0-eve]
9617	8887	21	17 :46	pts/0	00 :00 :06	/usr/lib/firefox/firefox
9657	9617	17	17 :46	pts/0	00 :00 :04	/usr/lib/firefox/firefox - contentproc -childID
9697	9617	4	17 :46	pts/0	00 :00 :01	/usr/lib/firefox/firefox - contentproc -childID
9750	9617	3	17 :46	pts/0	00 :00 :00	/usr/lib/firefox/firefox - contentproc -childID
9794	9617	11	17 :46	pts/0	00 :00 :00	/usr/lib/firefox/firefox - contentproc -childID
9795	9794	0	17 :46	pts/0	00 :00 :00	/usr/lib/firefox/firefox
9802	7441	0	17 :46	pts/2	00 :00 :00	ps -aef

On rappelle que :

- PID = Identifiant d'un processus (Process Identification)
- PPID = Identifiant du processus parent d'un processus (Parent Process Identification)

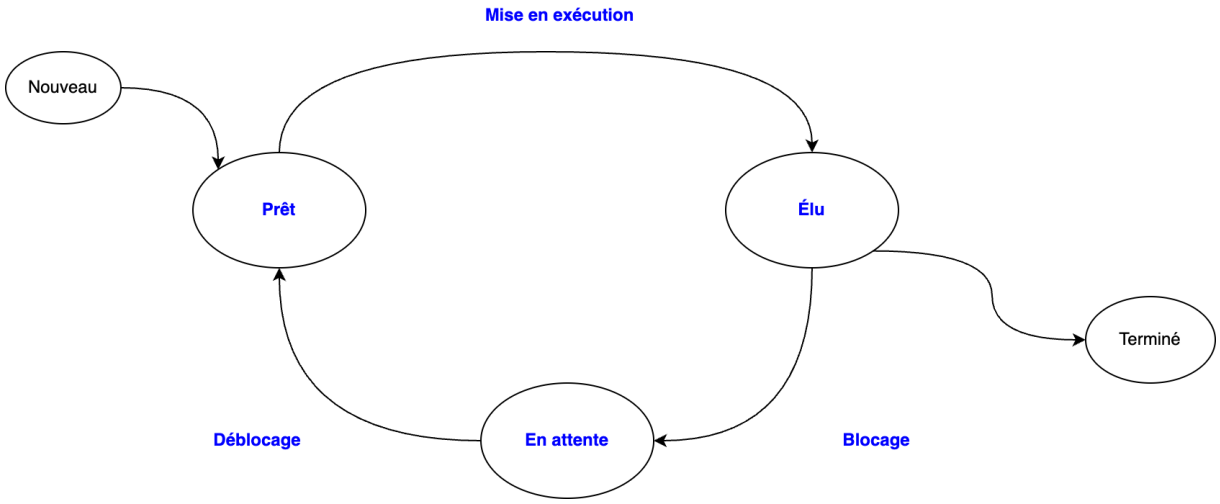
a) Donner sous forme d'un arbre de PID la hiérarchie des processus liés à `firefox`.



b) Indiquer la commande qui a lancé le premier processus de `firefox`.
La commande qui a lancé le premier processus de `firefox` est `bash`.

c) La commande `kill` permet de supprimer un processus à l'aide de son PID (par exemple `kill 8600`). Indiquer la commande qui permettra de supprimer tous les processus liés à `firefox` et uniquement cela.
La commande permettant de supprimer tous les processus liés à `firefox` est `kill 9617`.

2. a) Recopier et compléter le schéma ci-dessous avec les termes suivants concernant l'ordonnancement des processus. *Élu*, *En attente*, *Prêt*, *Blocage*, *Déblocage*, *Mise en exécution*.



On donne dans le tableau ci-dessous quatre processus qui doivent être exécutés par un processeur. Chaque processus a un instant d'arrivé et une durée, donnés en nombre de cycles du processeur.

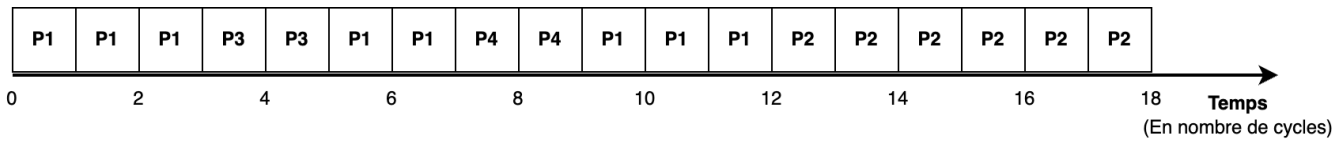
Processus	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
Instant d'arrivée	0	2	3	7
Durée	8	6	2	2

Les processus sont placés dans une file d'attente en fonction de leur instant d'arrivée.

On se propose d'ordonnancer ces quatre processus avec la méthode suivante :

- Parmi les processus présents en liste d'attente, l'ordonnanceur choisit celui dont la durée **restante** est la plus courte ;
- Le processeur exécute un cycle de ce processus puis l'ordonnanceur désigne de nouveau le processus dont la durée restante est la plus courte :
- En cas d'égalité de temps restant entre plusieurs processus, celui choisi sera celui dont l'instant d'arrivée est le plus ancien ;
- Tout ceci jusqu'à épuisement des processus en liste d'attente.

On donne en exemple ci-dessous, l'ordonnancement des quatre processus de l'exemple précédent suivant l'algorithme ci-dessus.



On définit le temps d'exécution d'un processus comme la différence entre son instant de terminaison et son instant d'arrivée.

b) Calculer la moyenne des temps d'exécution des quatre processus.
Les temps d'exécution des quatre processus sont :

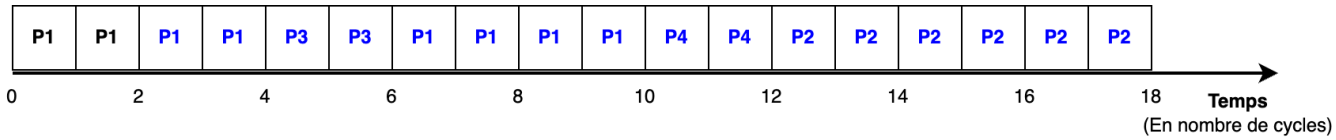
Processus	Instant d'arrivé	Instant de terminaison	Temps d'exécution
1	0	12	$12-0=12$
2	2	18	$18-2=16$
3	3	5	$5-3=2$
4	7	9	$9-7=2$

On obtient le temps d'exécution moyen :

$$\frac{12+16+2+2}{4}=\frac{32}{4}=8$$

On se propose de modifier l'ordonnancement des processus. L'algorithme reste identique à celui présenté précédemment mais au lieu d'exécuter un seul cycle, le processeur exécutera à chaque fois deux cycles du processus choisi. En cas d'égalité de temps restant, l'ordonnanceur départagera toujours en fonction de l'instant d'arrivée.

c) Recopier et compléter le schéma ci-dessous donnant le nouvel ordonnancement des quatre processus.



d) Calculer la nouvelle moyenne des temps d'exécution des quatre processus et indiquer si cet ordonnancement est plus performant que le précédent.

Les temps d'exécution des quatre processus sont :

Processus	Instant d'arrivé	Instant de terminaison	Temps d'exécution
1	0	10	$10-0=10$
2	2	18	$18-2=16$
3	3	6	$6-3=3$
4	7	12	$12-7=5$

On obtient le temps d'exécution moyen :

$$\frac{10+16+3+5}{4}=\frac{34}{4}=8{,}5$$

Cet ordonnancement est moins performant que le précédent.

3. On se propose de programmer l'algorithme du premier ordonnanceur. Chaque processus sera représenté par une liste comportant autant d'éléments que de durées (en nombre de cycles). Pour simuler la date de création de chaque processus, on ajoutera en fin de liste de chaque processus autant de chaînes de caractères vides que la valeur de leur date de création.

```
p1 = ['1.8', '1.7', '1.6', '1.5', '1.4', '1.3', '1.2', '1.1']
p2 = ['2.6', '2.5', '2.4', '2.3', '2.2', '2.1', '', '']
p3 = ['3.2', '3.1', '', '', '']
p4 = ['4.2', '4.1', '', '', '', '', '', '', '']
```

La fonction `choix_processus` est chargée de sélectionner le processus dont le temps restant d'exécution est le plus court parmi les processus en liste d'attente.

a) Recopier sans les commentaires et compléter la fonction `choix_processus` ci-dessous. Le code peut contenir plusieurs lignes.

```
def choix_processus(liste_attente):
    """Renvoie l'indice du processus le plus court parmi
    ceux présents en liste d'attente liste_attente"""
    if liste_attente != []:
        mini = len(liste_attente[0])
        indice = 0
        ...
        return indice
```

Correction :

```
def choix_processus(liste_attente):
    """Renvoie l'indice du processus le plus court parmi
    ceux présents en liste d'attente liste_attente"""
    if liste_attente != []:
        mini = len(liste_attente[0])
        indice = 0
        # On parcourt les processus dans la liste d'attente
        for i in range(1, len(liste_attente):
            # Si on trouve un processus court
            if len(liste_attente[i]) < mini:
                indice = i  # On retient son indice
        return indice
```

Une fonction `scrutation` (non étudiée) est chargée de parcourir la liste `liste_proc` de tous les processus et de renvoyer la liste d'attente des processus en fonction de leur arrivée. À chaque exécution de `scrutation`, les processus présents (sans chaines de caractères vides en fin de liste) sont ajoutés à la liste d'attente. La fonction supprime pour les autres un élément de chaîne de caractères vides.

b) Recopier et compléter les différentes instructions de la fonction `ordonnancement` pour réaliser le fonctionnement désiré.

```
def ordonnancement(liste_proc):
    """Exécute l'algorithme d'ordonnancement
    liste_proc -- liste des processus
    Renvoie la liste d'exécution des processus"""
    execution = []
    attente = scrutation(liste_proc, [])
    while attente != []:
        indice = choix_processus(attente)
        ...  # A FAIRE (plusieurs lignes de code) ...
        attente = scrutation(liste_proc, attente)
    return execution
```

Correction :

```
def ordonnancement(liste_proc):
    """Exécute l'algorithme d'ordonnancement
    liste_proc -- liste des processus
    Renvoie la liste d'exécution des processus"""
    execution = []
```

```
    attente = scrutation(liste_proc, [])
    while attente != []:
        indice = choix_processus(attente)
        # Retrait de la liste d'attente du dernier élément du
        # processus le plus court
        process_execute = attente[indice].pop()
        # Le processus est entièrement fini, il est enlevé de la
        # liste d'attente
        if attente[indice] == []:
            attente.pop(indice)
        # On ajoute l'élément du processus choisi à la liste
        # d'exécution
        execution.append(process_execute)
        attente = scrutation(liste_proc, attente)
    return execution
```