



Concours national d'informatique
EPITA, Paris

2 février 2025

MOLECULES

Préambule

Bienvenue à **Prologin**. Ce sujet est l'épreuve écrite d'algorithmique et constitue la première des trois parties de votre épreuve régionale, sa durée est de 3 heures. Pendant cette épreuve, vous passerez un entretien (10 minutes) avec un organisateur. Ensuite, vous aurez une épreuve de programmation sur machine (3 heures et 30 minutes) l'après-midi.

Conseils

- Lisez bien tout le sujet avant de commencer.
- **Soignez la présentation** de votre copie.
- N'hésitez pas à poser des questions.
- Si vous avez fini en avance, relisez bien.
- N'oubliez pas de passer une bonne journée.

Remarques

- Le barème est donné à titre indicatif uniquement.
- Indiquez lisiblement vos nom et prénom, la ville où vous passez l'épreuve et la date en haut de votre copie.
- Lorsqu'un algorithme est demandé, vous pouvez le décrire avec suffisamment de précision, le pseudo-coder ou l'implémenter dans le langage de votre choix. Dans le dernier cas, veuillez néanmoins préciser le langage que vous utilisez.
- Ce sont des humains qui lisent vos copies : laissez une marge, aérez votre code, ajoutez des commentaires (**seulement** lorsqu'ils sont nécessaires) et évitez au maximum les fautes d'orthographe.
- L'avant-dernier bonus est en réalité un piège. Pour obtenir le point, apportez une réponse constructive à la question existentielle suivante : *Lequel est venu en premier, l'œuf, ou la coquille ?*
- Le barème récompense les algorithmes les plus efficaces : écrivez des fonctions qui trouvent la solution le plus rapidement possible.
- Si vous trouvez le sujet trop simple, relisez-le, réfléchissez bien, puis dites-le-nous, nous pouvons ajouter des questions plus difficiles.

Introduction

Joseph Marchand se met à la chimie !¹

Le sujet est composé de 4 parties indépendantes :

1. Modélisation de molécules (20 points)
2. Molécules 2D (25 points)
3. Des graphes d'atomes (25 points)
4. Des molécules planaire (40 points)

Dans ce sujet, on notera $|L|$ la longueur de la liste L , comme on notera $|S|$ le cardinal (nombre d'éléments) dans l'ensemble S .

Pour A, B deux ensembles, on note $A \times B$ l'ensemble des couples (a, b) avec $a \in A$ et $b \in B$. Par exemple, si $A = \{1, 2, 5\}$ et $B = \{2, 7\}$ on aura $A \times B = \{(1, 2), (1, 7), (2, 2), (2, 7), (5, 2), (5, 7)\}$

¹Notez que Joseph débute tout juste. Veuillez le pardonner pour l'irrespect total des concepts basiques de chimie qui va suivre.

1 Modélisation de molécules

1.1 Des atomes en ligne

Une molécule est un assemblage d'atomes. On représente ici notre molécule par un tableau T d'atomes (indexé de 1 à N). On notera $T[i]$ la i -ème case de T . Chaque case du tableau peut soit contenir un atome (représenté par un entier strictement positif), soit être vide (représenté par un 0). L'entier indique le *nombre d'électron de valence* de l'atome, ce qui permet de définir son type :

- 0 représente l'absence d'atome
- 1 représente alors l'hydrogène (H)
- 2 représente l'oxygène (O)
- 3 représente l'azote (N)
- 4 représente le carbone (C)
- ...

Par exemple, $T = [1, 4, 2]$ représente la molécule contenant $|T| = 3$ atomes, les 3 atomes étant respectivement un atome d'hydrogène ($T[1] = 1$), un atome de carbone ($T[2] = 4$), et un atome d'oxygène ($T[3] = 2$).

On peut décrire une molécule en utilisant directement les lettres correspondant aux atomes de gauche à droite. L'élément 0, séparant deux molécules, peut être représenté par une barre verticale ($|$).

Par exemple, la molécule $HO O$ sera encodée par le tableau $[1, 2, 2]$, et le tableau $[2, 0, 1, 3]$ peut être représenté comme $O | H N$

Question 0⁵

1 point

Pour les molécules suivantes, indiquer leur représentation sous forme de tableau :

- HOH
- CO
- HHH
- $HCCOH$

Une molécule étant un assemblage d'atomes, il n'y aura jamais de 0 dans la représentation sous forme de tableau d'une molécule. Au contraire, lorsqu'un tableau contient un ou plusieurs 0, le tableau décrit en réalité *plusieurs* molécules. Par exemple, le tableau $[1, 3, 0, 0, 2]$, représenté comme $H N | | O$, décrit en fait deux molécules, $H N$ et O ⁶.

²Sauf indication contraire, les tableaux sont indexés à partir de 1.³

³En revanche, sauf indication contraire, les notes de bas de page sont indexés à 0.⁴

⁴Ceci est une indication contraire. Les notes de bas de page sont en fait indexés à 1.

⁵Sauf indication contraire, les questions sont quand à elles indexées à partir de 0.

⁶Bien qu'étant le principal agent actif dans certains médicaments placebo, la molécule vide n'est ici pas considérée comme une molécule à proprement parler.

Question 1

3 points

On considère le code suivant, qui compte le nombre de molécules depuis un tableau T :

COMPTEMOLECULES(T le tableau d'entrée, de taille N):

```
1  soit  $c \leftarrow 1$ 
2  pour  $i$  de 1 (inclus) à  $N$  (exclu) faire
3      si  $T[i] \neq 0$  et  $T[i + 1] = 0$  alors
4           $c \leftarrow c + 1$ 
5      fin si
6  fin pour
7  renvoyer  $c$ 
```

Cet algorithme est-il correct ? Si non, indiquez l'erreur à l'aide d'un contre-exemple, et proposer un correctif en apportant un nombre minimal de changements.

1.2 Équilibrage et stabilité

On dit qu'une molécule est *équilibrée* si aucun de ses atomes ne possède plus d'électrons de valence que ses voisins immédiats.

Par exemple, la molécule NCH est équilibrée car chaque atome respecte la condition : $3 \leq 4$ pour N , $4 \leq 3 + 1$ pour C et $1 \leq 4$ pour H .

Question 2

1 point

■ Indiquer parmi les molécules de la Question 0 lesquelles sont équilibrées.

Question 3

5 points

Proposer un algorithme efficace qui, étant donné la représentation sous forme de tableau T de taille N d'une molécule, détermine si la molécule est équilibrée.

Comptez le nombre exact de comparaisons effectuées dans le pire des cas par votre algorithme en fonction de N . On considère qu'une boucle « pour i allant de 1 à N » effectue N comparaisons entre i et N pour déterminer la condition d'arrêt de la boucle.

Il est autorisé d'effectuer des modifications au tableau donné en argument, comme altérer des entrées du tableau ou ajouter/supprimer des éléments à la fin du tableau en temps constant, tant que celui-ci est rendu à son état initial à la fin de l'algorithme.

Question 4

3 points

Proposer un algorithme qui, étant donné un tableau T de taille N représentant une ou plusieurs molécules, détermine si toutes les molécules présentes dans le tableau sont équilibrées.

Pour obtenir la totalité des points, veillez à ce que votre algorithme fonctionne en place, sans créer de tableau supplémentaire.

Au sein d'une molécule, les atomes côte à côte essayent de se connecter par paire. Lorsque deux atomes se connectent, ils forment une liaison, et leur nombre d'électrons de valence réduit mutuellement de 1. Ce procédé continue jusqu'à ce qu'il ne reste éventuellement aucun électron de valence dans la molécule, où si aucune connexion ne peut désormais se faire. S'il est possible de former des liaisons de sorte qu'il ne reste plus aucun électron de valence, on dit que la molécule est *stable*.

Lorsqu'une molécule est stable, on représente un *couplage de stabilité* de la molécule en reliant les atomes avec un nombre de traits correspondant aux nombres de liaisons qui se sont formées entre les atomes.

Par exemple, la molécule ONH est stable car N peut se connecter deux fois à O , et une fois à H . On notera donc son couplage $O = N - H$.

En revanche, la molécule OH n'est pas stable, car une fois que O se lie à H une première fois, H perd son unique électron de valence, et aucune liaison ne permettrait à O de se débarrasser de son second électron de valence.

Question 5

1 point

Pour chacune des molécules suivante, donner **si possible** un couplage de stabilité:

- OO
- HOH
- $HCCO$
- $OCNH$

Question 6

1 point

- Décrire une molécule équilibrée mais non stable.

Question 7

2 points

- Justifier le fait qu'une molécule stable est forcément équilibrée.

Question 8

3 points

On considère l'algorithme suivant qui prend en argument une molécule et qui renvoie si la molécule est stable ou non :

```
ESTSTABLE( $T$  le tableau d'entrée):  
1  pour  $i$  de 1 (inclus) à  $N$  (exclu) faire  
2      si  $T[i] > T[i + 1]$  alors  
3          renvoyer FAUX  
4       $T[i + 1] \leftarrow T[i + 1] - T[i]$   
5  fin pour  
6  renvoyer VRAI
```

Cet algorithme est-il correct ? Si non, indiquez l'erreur à l'aide d'un contre-exemple, et proposer un correctif en apportant un nombre minimal de changements.

2 Molécules 2D

On s'intéresse maintenant à un récipient rectangulaire où les atomes sont répartis dans une grille. On représente les atomes à l'aide d'une matrice T d'entiers. Cette matrice possède N lignes et M colonnes (elle est de taille $N \times M$). $T[i][j]$ représente l'atome à la i -ème ligne en partant du haut et à la j -ème colonne en partant de la gauche.

Par exemple, $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ représente la molécule $\begin{pmatrix} H & O \\ H & N \end{pmatrix}$.

Dans la matrice, chaque atome peut être relié à l'atome immédiatement à sa droite, sa gauche, au dessus ou en dessous. Deux atomes ne peuvent pas être reliés en diagonale. Par exemple, la matrice

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

représente trois atomes.

Question 9

1 point

Comptez le nombre de molécules représentées par la matrice suivante :

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 2 \\ 8 & 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 2 \\ 6 & 3 & 0 & 3 & 0 \\ 9 & 0 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

Question 10

3 points

Voici un algorithme qui compte le nombre d'atomes dans un récipient T de taille $N \times M$.

NOMBREATOMES(T la matrice d'entrée):

```
1   $R \leftarrow 1$ 
2  pour  $i$  de 1 (inclus) à  $N$  (inclus) faire
3      pour  $j$  de 1 (inclus) à  $M$  (inclus) faire
4          si  $T[i][j] \neq 0$ 
5              alors  $R \leftarrow R + 1$ 
6          fin si
7      fin pour
8  fin pour
9  renvoyer  $R$ 
```

Cet algorithme est-il correct ? Si non, indiquez l'erreur à l'aide d'un contre-exemple, et proposer un correctif en apportant un nombre minimal de changements.

Question 11

4 points

Décrivez un algorithme qui compte le nombre de molécules dans un récipient T de taille $N \times M$.

Question 12

4 points

■ Décrivez un algorithme qui affiche la taille de la plus grande molécule dans un récipient T de taille $N \times M$.

Un *voisin* de l'atome (i, j) correspond à un atome soit une case au dessus, une case en dessous, une case à gauche ou une case à droite.

Question 13

3 points

■ Proposer un algorithme qui prend en entrée un récipient T de taille $N \times M$, et renvoie une matrice V de taille $N \times M$ où $V[y][x]$ indique le nombre de voisins de l'atome $T[y][x]$. Si $T[y][x]$ n'est pas un atome, alors on souhaite que $V[y][x] = -1$

2.1 Aplatissage d'une molécule

On souhaite « aplatir » une molécule. Pour cela, on part d'une molécule stockée dans un récipient rectangulaire R^7 de taille $N \times M$ pour arriver à un tableau T à une dimension. Cependant, les atomes voisins dans R doivent le rester dans T .

Par exemple, la molécule $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ peut être aplatie en $[1, 2, 3]$ ou $[3, 2, 1]$.

Mais la molécule $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ ne peut quand à elle pas être aplatie ($[1, 1, 2, 3]$ n'est pas un bon aplatissage de la molécule car 1 et 3 ne sont plus voisins).

On considère dans cette partie que les récipients R donnés ne contiennent qu'une seule molécule.

Question 14

2 points

Montrer que si le récipient R possède un atome avec strictement plus de 2 voisins alors on ne peut pas aplatir la molécule sous la forme d'un tableau ligne.

Question 15

3 points

Si une molécule ne peut pas être aplatie, possède-t-elle forcément un atome avec plus de 2 voisins ? Sinon, trouver une condition supplémentaire telle que si une molécule vérifie la condition et que tous ses atomes possèdent au plus 2 voisins, alors elle peut être aplatie.

Question 16

2 points

On considère l'algorithme suivant, où « CompteVoisins » fait référence à l'algorithme de la question 13. Ce nouvel algorithme prend en entrée une représentation d'une molécule dans un récipient R et renvoie si cette molécule peut être aplatie (VRAI si elle peut être aplatie et FAUX sinon).

Cet algorithme est-il correct ? Si non, indiquez l'erreur à l'aide d'un contre-exemple, et proposer un correctif en apportant un nombre minimal de changements.

ESTRAPLAPLATISSABLE(R la matrice d'entrée de taille $N \times M$):

```
1   $V = \text{CompteVoisins}(R)$ ;  
2  si  $V$  contient un élément supérieur à 2 alors  
3      renvoyer FAUX  
4  sinon si  $V$  contient 2 occurrences de 1 alors  
5      renvoyer VRAI  
6  sinon  
7      renvoyer FAUX  
8  fin si
```

Question 17

3 points

Décrivez un algorithme qui, depuis la description d'un récipient R de taille $N \times M$ contenant une molécule aplatisable, donne la version aplatie de la molécule.

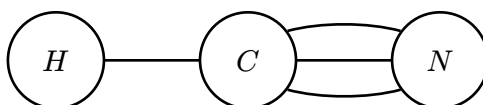
⁷Les lettres T comme Tableau et M comme Matrice étant déjà prises, on prendra R comme Récipient, Rectangle ou Rholalala

3 Des graphes d'atomes

Insatisfait de la représentation en récipient des molécules, Joseph Marchand décide de prestement modéliser ses molécules par un *multigraphe* : un ensemble d'atomes reliés ou non entre eux, par une ou plusieurs liaisons. Chaque atome est représenté par un cercle avec au centre la lettre de l'atome. On appelle *arête* une liaison entre deux atomes. Un atome ne peut pas être lié à lui-même. Un multigraphes n'est pas nécessairement connexe⁸, et peut donc représenter *plusieurs* molécules.

Un multigraphe peut-être représenté par un couple (S, E) avec S la liste des atomes. E est une liste de couples telle que chaque couple (i, j) représente une nouvelle liaison entre les atomes i et j . Le degré d'un sommet, noté $\deg(s)$ représente le nombre de liaisons faisant intervenir s .

Par exemple, dans le multigraphe suivant de la molécule d'atomes CNH , l'atome N d'azote est de degré 3, tandis que l'atome d'hydrogène est de degré 1. L'ordre des atomes n'importe plus maintenant : on s'intéresse seulement à leurs connexions.



On dit dans cette partie qu'une molécule (resp, un multigraphe) est *stable* si le degré de chaque atome correspond à son nombre d'électrons de valence. Par exemple, la molécule précédente est stable.

Question 18

2 points

Pour chaque liste d'atomes, proposer un multigraphe stable utilisant précisément les atomes demandés :

- CCC
- NON
- $HHHH$

⁸C'est à dire, « en un seul morceau ».

Question 19

5 points

On considère cet algorithme qui prend en argument un multigraphe $G = (S, E)$ représentant une molécule et renvoie si cette molécule est stable (VRAI pour stable et FAUX pour instable).

ESTGRAPHESTABLE((S, E) le multigraphe d'une molécule):

```
1  pour  $i$  allant de 1 (inclus) à  $|S|$  (inclus) faire
2       $\text{deg} \leftarrow 0$ 
3      pour  $(x, y)$  dans  $E$  faire
4          si  $i = x$  ou  $i = y$  alors  $\text{deg} \leftarrow \text{deg} + 1$ 
5      fin pour
6      si  $\text{deg} \neq S[i]$ 
7          alors renvoyer FAUX
8      fin si
9  renvoyer VRAI
```

Quel est la complexité temporelle⁹ de l'algorithme ? Proposer une version plus rapide.

Question 20

3 points

Justifier le fait que, pour une molécule stable, la somme des nombres d'électrons de valence doit nécessairement être paire.

⁹La complexité ou « coût » dans le programme de NSI est une approximation du nombre d'opérations du programme en fonction de la taille de l'entrée. On dit qu'un algorithme a une complexité temporelle de $O(f(N))$ si, lorsque l'algorithme est lancé avec une entrée de taille N , l'algorithme exécute un nombre d'opérations *au plus* proportionnel à $f(N)$. Par exemple, deux boucles **pour** imbriquées allant de 1 à N représente une complexité temporelle de $O(N^2)$. Vous pouvez demander à un examinateur pour plus d'information sur cette notion.

3.1 Construire des graphes

On s'intéresse maintenant à savoir s'il est possible de construire une molécule stable avec des atomes donnés. On considère L une liste d'atomes, que l'on suppose triée dans l'ordre décroissant d'électrons de valence.

Question 21

2 points

Montrer que si $L[1] > \sum_{i=2}^{|L|} L[i]$, c'est-à-dire que l'atome ayant le plus d'électrons de valence en a plus que tous les autres atomes réunis, alors on ne peut pas arranger les atomes pour créer une molécule stable.

Question 22

5 points

Montrer par récurrence sur la somme du nombre d'électrons que si la somme du nombre d'électrons de la liste est paire, et que pour tout i on a $L[i] \leq \sum_{j \neq i}^{|L|} L[j]$ (c'est-à-dire, aucun atome n'a plus d'électrons de valence que tous les autres réunis), alors il est possible de construire un multigraphe stable.

Indice : considérez le fait de rajouter une liaison entre les deux atomes ayant le plus grand nombre de valence.

Question 23

2 points

En déduire que l'on peut créer un multigraphe stable à partir d'une liste d'atomes L si et seulement si la somme des électrons de L est paire et $L[1] \leq \sum_{i=2}^{|L|} L[i]$.

Question 24

6 points

En déduire un algorithme qui prend en argument une liste L (on suppose que L vérifie les hypothèses de la question précédente) et qui renvoie un multigraphe G stable construite avec L . Quelle est la complexité temporelle de votre algorithme ?

4 Des molécules planaires

Dans le but de pouvoir dessiner toutes ses molécules, Joseph Marchand cherche à savoir si ses molécules sont planaires.

On dit qu'un graphe (ou un multigraphe) est *connexe* s'il est d'un seul tenant.

On dit qu'un graphe est *planaire* si on peut le dessiner sur une feuille de papier sans qu'aucune paire d'arêtes ne se croise¹⁰. Les arêtes ne sont pas forcément des segments droits mais peuvent être courbées. Une molécule est planaire s'il existe un multigraphe planaire la représentant (qui doit donc être connexe).

Dans cette section, on ne considérera pas de graphes possédant des boucles (des arêtes reliant un sommet à lui-même), et on considérera qu'il y a au plus qu'une seule arête reliant deux sommets (il est donc interdit d'effectuer une liaison double entre deux atomes).

Question 25

2 points

Parmi les molécules suivantes, dessiner **si possible** un graphe planaire¹¹ qui la représente.

- HHO
- $NNNNNN$
- $NOOH$
- $CCNOH$

Un graphe $G = (S, E)$ est dit *complet* si toutes les paires de sommets sont reliées entre elles. Soit $n \in \mathbb{N}$, on dénote par K_n le graphe complet à n sommets. On dénote par $K_{a,b}$ le graphe contenant $a + b$ sommets, tel que tous les sommets de 1 à a soient reliés à tous les sommets de $a + 1$ à $a + b$.

Question 26

1 point

■ Dessiner une version planaire de K_4 et de $K_{3,2}$.

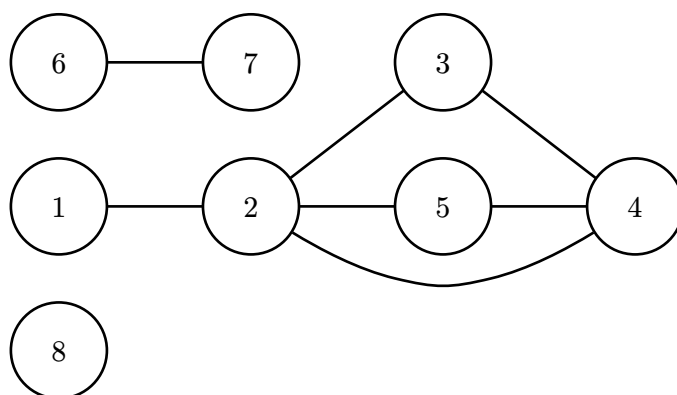
Une composante connexe d'un graphe est un sous-ensemble de sommets qui est connexe (d'un seul tenant). Visuellement, si l'on tire un sommet, toute sa composante connexe vient avec.

Pour G un graphe planaire, on note a son nombre d'arêtes, n son nombre de sommets, c son nombre de composantes connexes et f son nombre de faces (zones de coloriage).

¹⁰Interdiction de plier ou de découper la feuille de papier ^^'. Gardez la bien à plat et éloignez votre paire de ciseaux.

¹¹On dessinera la version qui est visuellement planaire du graphe, pas juste le graphe en disant qu'il en existe une version planaire.

La face extérieure (en dehors du graphe) est comptée comme une face. Par exemple, le graphe suivant possède 3 faces (la face $2 - 3 - 4 - 5 - 2$, la face $2 - 5 - 4 - 2$ et la face extérieure), 7 arêtes, 3 composantes connexes (la composante $\{8\}$, la composante $\{6, 7\}$ et la composante $\{1, 2, 3, 4, 5\}$) et 8 sommets :



Question 27

3 points

Montrer que dans tout graphe planaire, $f + n = a + c + 1$. On pourra le faire par récurrence sur a ou en « triangularisant » le graphe.

Question 28

3 points

Montrer que dans tout graphe planaire, $3f \leq 2a$. En déduire que $a \leq 3(n - 2)$ dans un graphe connexe et que donc K_5 n'est pas planaire.

Question 29

3 points

Montrer que si le graphe ne possède pas de triangle (pas 3 sommets reliés entre eux) alors $a \leq 2(n - 2)$. En déduire que $K_{3,3}$ n'est pas planaire.

4.1 Théorème de Kuratowski

On dit que $H = (S', E')$ est un *sous-graphe* de $G = (S, E)$ si $S' \subseteq S$ et que $E' \subseteq E \cap (S' \times S')$. C'est un sous-graphe *propre* si $E' \neq E$. On dit que H est une *extension* de G si on peut obtenir H en transformant des arêtes (x, y) par des chemins $(x, a_1), (a_1, a_2) \dots (a_{n-1}, a_n)(a_n, y)$.

On veut montrer que G est planaire si et seulement si G ne contient pas de sous-graphe qui est une extension de K_5 ou $K_{3,3}$ (Le théorème de Kuratowski¹²).

Question 30

3 points

Justifier que tout sous-graphe d'un graphe planaire est planaire, et que si H est une extension de G , H est planaire si et seulement si G l'est.

En déduire que si G possède une extension de K_5 ou $K_{3,3}$ en sous-graphe alors G n'est pas planaire.

On s'intéresse maintenant à la réciproque. Un graphe non planaire est dit *minimal* si chaque sous-graphe propre est planaire. Le graphe *induit* par $S' \subseteq S$ est le sous-graphe $(S', E \cap (S' \times S'))$.

Question 31

3 points

Montrer que tout graphe non planaire contient un graphe non planaire minimal comme graphe induit.

On note $\kappa(G)$ le cardinal minimum d'un $S' \subseteq S$ tel que le graphe induit par $S \setminus S'$ ne soit plus connexe. Autrement dit, c'est le nombre minimum de sommets à retirer pour que le graphe ne soit plus connexe. Un graphe est appelé *k-connecté* si $k \leq \kappa(G)$.

Question 32

3 points

Montrer que tout graphe non planaire minimal est 1-connecté, puis montrer qu'il est aussi 2-connecté.

On pourra utiliser le fait que si G est un graphe planaire et v un sommet de G , il existe une manière de dessiner planairement G avec v dans la face extérieure.

¹²Malgré tout l'héritage que Kuratowski légua aux Mathématiques (définition axiomatique d'un couple, planarité de graphe, lemme de Zorn), il sera connu aussi car Bourbaki nommera « l'espace polonais » comme tel en son hommage.

4.2 Réciproque

Question 33

3 points

- Montrer que tout graphe non planaire minimal est une extension d'un graphe non planaire minimal qui ne possède pas de sommet de degré 2.

Question 34

5 points

- Montrer le théorème de Whitney : Si G est un graphe 2-connecté à plus de 2 sommets, alors pour tout $u, v \in S$, il existe deux chemins de u à v disjoint (il existe un cycle passant par u et v).
On pourra le montrer par récurrence forte sur la distance entre u et v

On s'intéresse maintenant à un graphe G 2-connecté non planaire minimal qui n'a que des sommets de degré ≥ 3 .

Question 35

5 points

- Montrer que G est tel qu'il existe une arête (u, v) tel que $(S, E \setminus \{(u, v)\})$ est 2-connecté.¹³

Question 36

6 points

- Montrer le théorème de Kuratowski.

¹³Ces deux dernières questions sont infâmes, préférez vous relire avant de les tenter.

5 Questions bonus

N'abordez ces questions que si vous vous êtes relu¹⁴ 42 fois.

Question Bonus 37

1 point

■ Écrire un programme C valide qui affiche 1 000 000 fois la chaîne de caractère « Bonjour Prologin ! ».

■ Indication : Il est interdit d'utiliser le mot-clé `while`.

■ Indication : Il est interdit d'utiliser une boucle `for`.

■ Indication : Il est interdit d'utiliser le mot-clé `goto`.

■ Indication : Il est interdit d'effectuer un appel récursif.

■ Indication : Il est interdit d'inclure, ni d'ouvrir un fichier dans le programme.

■ Indication : Le code source complet du programme doit être indiqué sur votre copie.

Question Bonus 38

1 point

■ Inventer la Prologuine. Vous serez en partie noté sur le respect des lois de valence ainsi que l'esthétique de votre molécule.

Question Bonus 39

1 point

■ Si je veux un maximum de blâhajs, mieux vaut-il avoir 2024²⁰²⁵ ou 2025²⁰²⁴ ?

Question Bonus 40

1 point

■ Qui a écrit ce sujet ? (*Indication: utiliser la question précédente*)

Question Bonus 41

1 point

■ Qu'est-ce que la prologologie ? (*Indication: cette science n'existe pas.*)

¹⁴Après longues contestations, il a été décidé par l'assemblée de relecture de Prologin à 5 voix contre 3 de ne pas mettre de < s > à la fin du mot.