AVRIL 2019 | VOLUME 2 | NUMÉRO 3

L'AXIOMATIQUE

LE JOURNAL DE L'ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS ET ÉTUDIANTES EN **MATHÉMATIQUES** ET **STATISTIQUE** À L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

UN ALGORITHME DE PATHFINDING

LA TROMPETTE DE GABRIEL

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE

CLUBMATH : MARS/AVRIL 2019

6 QUESTIONS À MARLÈNE FRIGON

GRATUIT


Le comité du journal, hiver 2019

◆ L'ÉQUIPE DE **L'AXIOMATIQUE**

RÉDACTRICE EN CHEF
LINDA AIDA

DIRECTEUR DE LA LOGISTIQUE
PHILIPPE ROBITAILLE-GROU

GRAPHISTE ET PHOTOGRAPHE
ALEXANDRA DURAND

RÉVISEURS ET RÉVISEURE
CATHERINE GAUTHIER
ALEXIS LANGLOIS-RÉMILLARD
TOMMY-XAVIER ROBILLARD

RESPONSABLE DU MONTAGE
LINDA AIDA

DIRECTEUR DE PUBLICITÉ
FÉLIX MA

CHRONIQUEURS ET CHRONIQUEUSES
TOMMY-XAVIER ROBILLARD
SAMUEL DESROCHES
SHOPHIKA SUNTHARESASARMA
ANTOINE BRUNET
PHILIPPE ROBITAILLE-GROU
ALEXIS LANGLOIS-RÉMILLARD
LINDA AIDA

REMERCIEMENTS
MARLÈNE FRIGON
SANDRINE DESFORGES

IMPRESSION
SIUM

◆ POUR NOUS JOINDRE

COURRIEL
LAXIOMATIQUE@GMAIL.COM

FACEBOOK
FACEBOOK.COM/LAXIOMATIQUE

LINKEDIN
LINKEDIN.COM/COMPANY/LAXIOMATIQUE

SOMMAIRE

3 ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE

3 PETIT TRAIN VA LOIN

4 6 QUESTIONS À MARLÈNE FRIGON

5 CLUBMATH : MARS/AVRIL 2019

6-8 UN ALGORITHME DE PATHFINDING

9 LA TROMPETTE DE GABRIEL

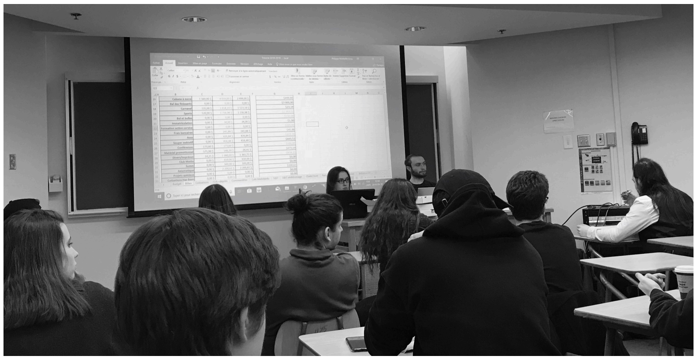
9 GALA 2019

10 MARS/AVRIL 2019 EN PHOTOS

11 JEUX MATHÉMATIQUES

FAÉCUM

CETTE ÉDITION EST RÉALISÉE GRÂCE À L'APPUI FINANCIER REÇU DE **LA FÉDÉRATION DES ASSOCIATIONS ÉTUDIANTES DU CAMPUS DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**



ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE

Le 11 avril dernier, près de 50 étudiant·e·s ont assisté à l'Assemblée générale annuelle de l'AEMSUM. Lors de la rencontre la plus notable de l'année, les points importants ont été soulevés par les membres de l'association, notamment les questions sur le bilan financier et la modification de la charte. Une des modifications remarquables fut la modification d'un poste du conseil exécutif : le poste du CVE sport est maintenant remplacé par le poste de CVE à la vie étudiante aux activités socioculturelles. L'incident le plus inattendu de l'assemblée est survenu lors du vote anonyme pour le poste de présidence de l'association lors du mandat 2019 - 2020. Après les présentations de candidatures de Vanessa Bigois, étudiante en première année en mathématiques et de Joseph Al-Chami, étudiant en deuxième année en actuariat, il s'est avéré que les deux candidats ont obtenu le même nombre de votes. Après quelques tergiversations, une nouvelle Assemblée générale prendra finalement place le **25 avril** prochain. Un seul vote peut faire une énorme différence sur le futur de notre association étudiante et pour cela, ne ratez pas la chance de supporter votre candidat qui va représenter notre communauté étudiante dès septembre 2019 !

« [...] Mes deux ans d'expérience en tant que président du Café Tore et Fraction seront une plus-value pour notre association. Mes réalisations au café parlent de moi. Ces projets montrent combien de temps je m'investis dans mon implication, ma capacité d'amélioration, ma capacité de leader, et surtout ma capacité à exécuter des projets de grande ampleur. »

- Joseph Al-Chami

« [...] Mes priorités pour le mandat 2019-2020 seraient, tout d'abord, de poursuivre les efforts mis de l'avant jusqu'à présent afin de diversifier les activités offertes par l'AEMSUM, particulièrement en réitérant les activités tels que les Ted Talks et les olympiades et en proposant plus d'activités dans le même genre, sans pour autant diminuer les activités festives. »

- Vanessa Bigois

◆ PAR **LINDA AIDA**, ÉTUDIANTE AU BACCALAURÉAT EN MATHÉMATIQUES ET STATISTIQUE

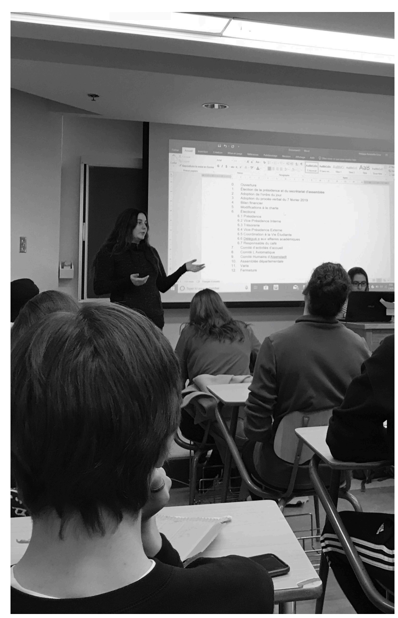
| LE MOT DU PRÉSIDENT

PETIT TRAIN VA LOIN

Tchou tchou sur les rails de la nostalgie. *L'Axiomatique* est né en un bel après-midi d'été, sous un soleil plombant et un ciel dégagé. Bon, je ne suis plus certain s'il faisait beau, ni même si c'était l'après-midi, mais je vais vous demander de me croire pour l'occasion. *L'Axiomatique* a pu faire son chemin sur les chemins de fer grâce aux efforts immesurables d'une personne un peu trop perfectionniste et beaucoup trop déterminée. Cette personne s'appelle Linda. C'est elle qui a conduit l'engin. C'est elle qui m'est arrivée avec un projet si solide et bien conçu que j'ai dû raccrocher ma mâchoire avant de dire que j'embarquais. C'est elle qui chaque mois travaille d'arrache-pied, d'arrache-mâchoire et d'arrache-la-partie-du-corps-que-vous-voudrez pour pondre une nouvelle édition. Puis, il y a toutes ces personnes qui ont pris le *Boréal Express* avec nous, sans trop en connaître la destination. Il y a Alex, graphiste et photographe par excellence de l'asso cette année, qui a concocté des petits bijoux de couvertures. Il y a Alexis, correcteur, chroniqueur, mentor et guide à travers les parcours sinueux et routes déroutantes. Il y a tous les incroyables autres membres du comité, les collaborateurs et collaboratrices, les profs ayant participé… Et surtout, il y a vous. Merci de nous avoir lu en si grand nombre. Merci pour votre entrain à la sortie de chaque édition. Merci de nous avoir fait avancer à vitesse « grand V », avec une fougue digne d'Hermione « grand G ». Voilà déjà mon dernier mot du président. Prochain arrêt, les cycles supérieurs. Je suis entré au bac il y a trois ans, jeune, naïf et incertain quant à mon futur. J'en ressors aujourd'hui, jeune, naïf et incertain quant à mon futur. Or, une chose est sure : ce fut un sacré beau bout de chemin que j'ai partagé avec vous.

◆ PAR **PHILIPPE ROBITAILLE-GROU**, PRÉSIDENT DE L'AEMSUM

Joseph Al-Chami



Vanessa Bigois

6 QUESTIONS À MARLÈNE FRIGON

Marlène Frigon a obtenu son doctorat en mathématiques de l'Université de Montréal en 1987. Elle a co-écrit « Topological methods in differential equations and inclusions ». Elle est professeure titulaire et directrice du département de mathématiques et statistique de l'Université de Montréal.

D'où vient votre passion pour les mathématiques ?

D'aussi loin que je me rappelle, mes cours préférés ont toujours été les mathématiques. Mon intérêt s'est accentué, en secondaire 5, lorsque nous avons appris la trigonométrie ! Au début, je ne pensais pas aux études plus avancées en mathématiques. J'habitais dans un village et l'université la plus proche était à deux heures de route. Étant jeune, je ne savais pas qu'on pouvait gagner sa vie en faisant des mathématiques. À l'époque, les carrières scientifiques n'étaient pas vraiment valorisées et encore moins pour les femmes. Pour ma part, lorsque j'étais allée voir le conseiller d'orientation et que je lui ai dit que je pensais aller en mathématiques, il m'a fortement recommandé de ne pas suivre cette voie, puisque c'était trop difficile. J'ai poursuivi mes études en sciences de la nature au CÉGEP en ayant beaucoup de plaisir dans mes cours de mathématiques et sans trop penser au futur.

Quel est votre parcours académique et professionnel ? Quels sont les défis que vous avez dû relever ?

À la suite de mes études collégiales, j'ai commencé mon baccalauréat en mathématiques sans trop penser à la suite. Je crois avoir été très chanceuse. Après mon baccalauréat, je n'étais pas certaine de poursuivre à la maîtrise. Un professeur m'a encouragée à continuer et à candidater pour une bourse du CRSNG. Je m'étais dit que si j'avais la bourse, j'allais continuer, sinon je verrais pour la suite. J'y suis allée étape par étape. De la même manière, pendant ma maîtrise, je n'étais pas certaine de pouvoir poursuivre au doctorat. Je travaillais sur la rédaction de mon mémoire. Mon superviseur trouvait que le tout avançait bien et il m'a fortement incitée à faire le passage accéléré au doctorat. En fait, si je n'avais pas accepté cette proposition, il me demandait de changer de projet. Comme j'avais beaucoup travaillé sur ma recherche, ça ne me tentait pas particulièrement de changer de projet. Je n'ai donc pas écrit de mémoire et je suis passée au doctorat sous la supervision de Andrzej Granas, professeur émérite de l'UdeM. Je considère avoir été très chanceuse. Après mon doctorat, j'ai appliqué pour une bourse postdoctorale, en me disant que j'allais continuer si je l'avais et je l'ai eue ! Chaque étape est une chance ! J'ai pu faire une année à Pise en Italie et l'autre à UBC. J'ai fini mon post-doc au moment où le programme de chercheur-boursier du CRSNG existait encore. Ce programme avait pour but d'intégrer les chercheurs canadiens dans le milieu universitaire. Encore la chance, j'ai eu la bourse et j'ai débuté ma carrière à l'Université de Montréal ! Entre temps, j'ai aussi eu le bonheur d'être mère de trois enfants. Alors, il ne faut jamais penser qu'une carrière en mathématiques ou en sciences va limiter nos projets de vie familiale. Depuis juin 2017, je suis aussi directrice du département. Bien que j'aie beaucoup moins de temps pour ma recherche, ce nouveau poste est intéressant. Je vois mon rôle comme la personne qui doit défendre le département pour qu'il se développe le plus possible.

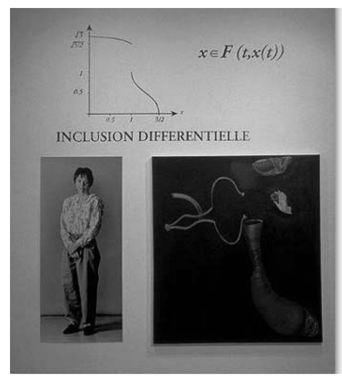
Comment conciliez-vous vos champs d'intérêt diversifiés dans votre domaine de recherche (Vos champs d'intérêts varient dans des domaines plus purs comme l'analyse et les équations différentielles, un domaine plus appliqué) ?

En fait, je ne résous pas d'équations différentielles. En général, on ne sait même pas si un problème avec une équation différentielle non linéaire possède une solution. Je m'intéresse à savoir s'il y a des solutions aux équations non linéaires sans chercher à les résoudre. C'est une branche de l'analyse non linéaire. J'utilise deux approches différentes, soit des méthodes topologiques ou des méthodes variationnelles. Avec ces dernières, l'existence d'un point critique d'une fonctionnelle appropriée correspond à l'existence d'une solution de l'équation différentielle étudiée. Bref, je ne peux pas être considérée comme faisant des mathématiques appliquées.

Quels sont les parcours de vos étudiants ? Que pensez-vous du milieu académique ?

J'ai plus eu des étudiants à la maîtrise qu'au doctorat. J'ai eu de bons étudiants autant au doctorat qu'à la maîtrise. La plupart sont allés enseigner au cégep et ils sont bien appréciés ! Certains continuent à faire de la recherche. Il y a des fonds de recherche disponibles pour les chercheurs qui enseignent au CÉGEP. Même si la majorité des doctorants aspirent à une carrière universitaire, il n'y a malheureusement pas assez de postes. Les étudiants aux cycles supérieurs en mathématiques doivent aussi considérer la possibilité de travailler en entreprise privée à la suite des études en mathématiques. C'est dans l'intérêt des entreprises d'engager des mathématiciens. Ces derniers ont une grande capacité à apprendre rapidement et à être créatifs. Dans diverses rencontres, des chefs d'entreprises nous partagent leur intérêt à avoir des mathématiciens au sein de leur équipe. Ils reconnaissent que les mathématiciens apprennent facilement, comprennent ce qu'il faut faire et sont prêts à innover et à aller plus loin. Il faut voir les autres débouchés possibles. C'est lent comme processus, mais ça commence !

En 1996, vous avez participé à un projet de l'artiste Lynn Hughes qui tentait d'illustrer une équation de votre domaine de recherche. Pourriez-vous nous parler davantage de ce projet ?

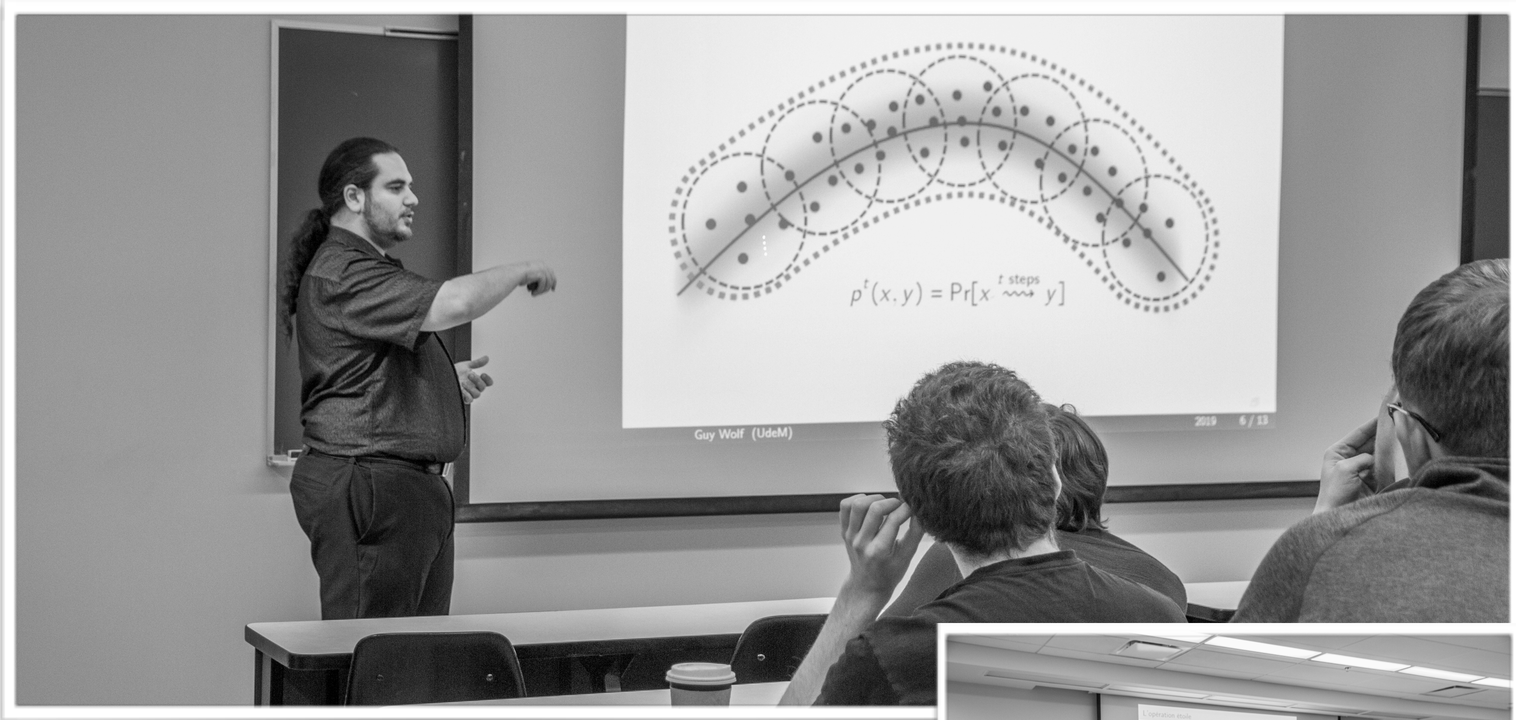


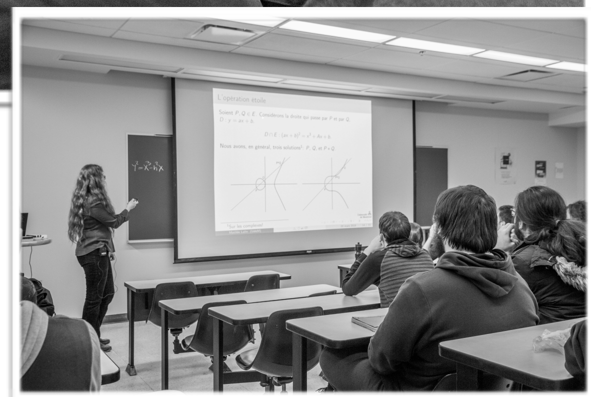
L'artiste, Lynn Hughes, avaient choisi des femmes en mathématiques pour son projet de recherche en art. Elle s'inspirait d'une discussion avec ces femmes pour ses tableaux dans lesquels elle variait les techniques de peinture. Elle m'avait demandé de lui parler d'un problème sur lequel je travaillais (Il manque le x' dans la photo.). À ce moment, mes recherches portaient sur les inclusions différentielles. À un moment, j'ai dû écrire une accolade. J'ai constaté plus tard que son tableau représentait une accolade déformée. C'était intéressant de constater l'écart entre nos deux univers abstraits.

Quelles sont les circonstances de l'écriture de votre ouvrage « Topological methods in differential equations and inclusions » avec Andrzej Granas ?

Au département, nous avons une école d'été prestigieuse. C'est une des plus anciennes en Amérique du Nord. Elle a plus de 50 ans, aujourd'hui. C'est le Séminaire de mathématiques supérieures ! C'est une école d'été qui dure 2 semaines. Des chercheurs renommés y donnent des mini-cours. Le Séminaire de mathématiques supérieures attire une centaine de participants venant de partout dans le monde. Ce séminaire a contribué à faire connaître l'UdeM, particulièrement le département de mathématiques et statistique. Et ça continue toujours ! Ce livre est le compte-rendu des mini-cours qui ont été donnés lors de ce Séminaire à l'été 1994. Il a été fait en collaboration avec Andrzej Granas, mon superviseur au doctorat. Il est décédé en mars dernier. C'était vraiment un homme exceptionnel. Nous étions tout un groupe à travailler sous sa supervision. Malgré les années, nous sommes restés liés. Je garde de très bons souvenirs de mes années doctorales au sein de ce groupe !

◆ PAR **SHOPHIKA SUNTHARESASARMA**,
ÉTUDIANTE AU BACCALAURÉAT EN MATHÉMATIQUES

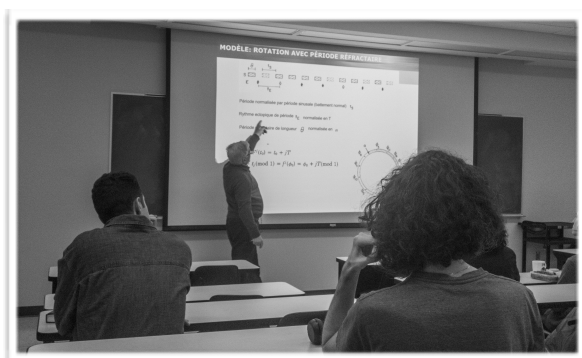




| CLUB MATHÉMATIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

dms.umontreal.ca/~clubmath/ www.facebook.com/clubmath.dms/

CLUBMATH : MARS/AVRIL 2019



À l'approche des examens finaux, le stress se fait sentir dans la communauté *aisenstadtienne*. Heureusement, le Clubmath est là pour vous aider à relaxer en dégustant de délicieuses viennoiseries et en buvant un bon café. En l'attente de notre prochaine conférence, nous vous proposons un résumé de celles qui ont eu lieu les semaines précédentes.

En mars, nous recevions Matilde Lalín, professeure titulaire au département de mathématiques et de statistique, dont la conférence portait sur les nombres congruents et les courbes elliptiques. Ces nombres sont un très bon exemple d'objets mathématiques dont la définition est élémentaire, mais dont l'étude s'avère extrêmement technique. Malgré tout, la conférence est restée plutôt accessible et a permis aux étudiants étrangers à ce sujet d'en apprécier chaque minute.

La conférence suivante, donnée par le professeur Guy Wolf, faisait le lien entre l'analyse harmonique et la science des données. À travers des constructions ingénieuses, le conférencier a su exprimer des problèmes d'analyse de données dans un langage beaucoup plus géométrique. Cette reformulation permettant l'usage des outils de l'analyse harmonique, il devient beaucoup plus aisé d'attaquer ce genre de problèmes.

Le mois d'avril a débuté en force avec une conférence du professeur Yvan Saint-Aubin sur la percolation. Ayant lui-même formulé des hypothèses qui ont mené à des découvertes importantes dans ce domaine, le conférencier nous a présenté les récents développements du sujet comme une histoire. Cette approche a rendu la conférence encore plus captivante et a très bien illustré une des multiples façons dont une question peut évoluer dans la communauté scientifique.

L'arrivée de la fin de la session est malheureusement annonciatrice d'une pause pour le Clubmath. Il nous reste toutefois une dernière conférence avant les examens. Celle-ci sera donnée par la professeure Christiane Rousseau et portera sur les séries divergentes. Nous espérons vous y voir en grand nombre !

◆ **SAMUEL DESROCHES**,
au nom du comité organisateur du Clubmath

UN ALGORITHME DE PATHFINDING

LE *PATHFINDING*, QU'EST-CE QUE C'EST ?

Soit un graphe tel que présenté dans la figure ci-dessous. On pourrait se demander quel est le chemin le plus court entre les noeuds A et D.

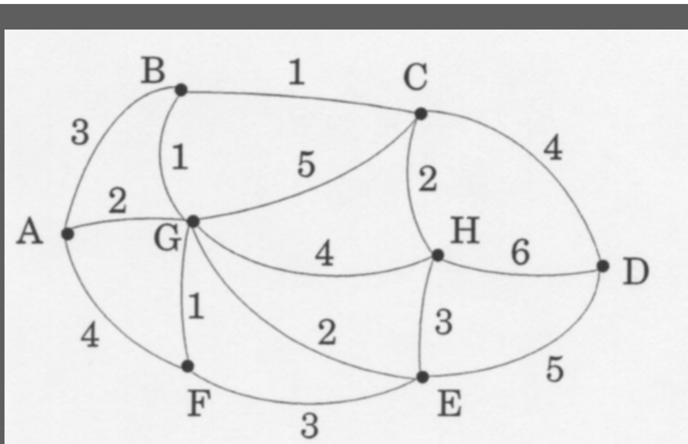


Figure 1 : Un graphe non-orienté

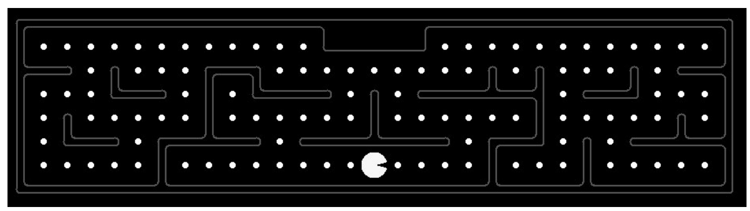
Le pathfinding, c'est exactement ça. On part d'un graphe (on verra plus tard que les graphes peuvent prendre des formes différentes de celui-ci) contenant des noeuds ainsi que des arcs, qui peuvent être unidirectionnels aussi. Dans l'exemple montré plus haut, chaque arc est bidirectionnel, et donc le graphe est non orienté, et on cherche le chemin le plus court entre deux arcs. Il est possible d'en apprendre d'avantage sur les graphes dans les cours IFT1065, IFT1575, IFT2015, IFT3545, MAT1500, MAT2717 et autres.

MAIS À QUOI ÇA SERT ?

Il est impossible de donner la liste de tous les domaines où on utilise les algorithmes de pathfinding. Pour donner quelques exemples, il faut premièrement comprendre qu'il en existe deux utilisations principales. La première cherche un chemin entre deux noeuds d'un graphe, tandis que l'autre cherche le chemin le plus court entre ces deux noeuds.

La première version est utile dans des cas où on ne sait pas s'il est possible de se rendre du point A au point B. Par exemple, lorsqu'on veut connecter deux ordinateurs via l'internet, on doit trouver un « chemin » entre eux.

L'autre version est utile dans des cas où l'on veut optimiser notre chemin. Par exemple, lorsque l'on va sur Google Maps et qu'on veut se rendre à un endroit, c'est en réalité un problème de pathfinding que l'on cherche à résoudre, où les noeuds sont les intersections entre les routes et les arcs sont les routes. Un autre exemple est dans les jeux vidéos. Si on veut coder le jeu *PacMan*, les fantômes doivent savoir comment se rendre à *PacMan* le plus efficacement possible s'ils veulent savoir où tourner !



L'ALGORITHME A*

Dans cet article, nous allons implémenter une version simpliste d'un algorithme de pathfinding très populaire, l'algorithme A*. Le langage que j'ai choisi est Python, car il nous permettra de nous concentrer sur comment l'algorithme fonctionne plutôt que de s'enfarger dans les détails techniques de langages plus bas-niveau comme C++. Plutôt que d'utiliser un graphe, nous allons utiliser un tableau en 2D. Chaque case du tableau sera reliée à ses voisines, diagonales incluses.

Avant de commencer, il serait intéressant de faire un survol rapide de comment notre algorithme va fonctionner. Chaque noeud contiendra plusieurs données : sa position, évidemment, mais aussi trois nombres f, g et h. Pour un noeud n, la fonction $g(n)$ encode la distance minimale trouvée à présent entre le noeud de départ et n. La fonction $h(n)$, elle, est une heuristique, ou encore une estimation, de la distance entre n et la fin. Dans notre cas, puisque l'on peut se déplacer en diagonale, le choix le plus naturel pour notre fonction h est la distance euclidienne.[1] Une propriété importante de notre heuristique est qu'elle ne doit jamais surestimer la distance réelle. Ça tombe bien, car la distance euclidienne entre deux points est toujours la distance minimale. Finalement, la fonction $f(n)$ est simplement la distance du départ à la fin en passant par n, et donc notre meilleure estimation de f est

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

Pour pouvoir travailler avec notre « graphe », il faut créer la structure qui nous servira de noeud. On créé donc une classe *Node* pour notre programme.

[1] Si on ne pouvait pas se déplacer en diagonale, il aurait probablement été plus optimal d'utiliser la distance *taxicab* = |*dy*| + |*dx*|.

```
class Node:
        def  init (self ,x,y):
                self.x=x
                self.y=y
                self.f = math.inf
                self.g = math.inf
                self.parent = None
```

f et g sont initialisées à l'infini, car on cherche le minimum, donc il est évident qu'il faut commencer par surestimer.

h, quant à elle, sera implémentée comme étant une fonction, et on pourra directement calculer f en faisant self.f = self.g + h(self).

```
def h(noeud, end) :
        return math. sqrt ((noeud.x − end.x)**2 +
        (noeud.y − end.y)**2)
```

Finalement, *parent* est le noeud parent de notre noeud dans le chemin optimal trouvé. À chaque itération, parent risque de changer si l'algorithme trouve un meilleur chemin.

On peut maintenant commencer à créer quelques variables, dont notre carte !

```
ncols = 30 nrows = 30
grid = [[Node(j, i) for j in range(ncols)] for i in
range(nrows)]
start = grid [0 ,0]
end = grid [ nrows −1][ ncols −1]
openSet = [start ,]
closedSet = []
```

On initialise le départ dans le coin supérieur gauche et l'arrivée dans le coin supérieur droit pour l'instant, mais on pourra toujours venir le modifier.

Il est maintenant temps d'introduire *openSet* et *closedSet*. En gros, à chaque fois que nous allons croiser un nouveau noeud, il va falloir l'ajouter dans *openSet*, l'ensemble des noeuds en cours de vérification. Après avoir vérifié un noeud, on l'ajoute à *closedSet* pour ne pas le revérifier pour rien.

On initialise notre noeud *start*, car on connait plus d'information sur lui que sur les autres. Ce sera le point de départ de notre programme. C'est d'ailleurs pourquoi on l'a directement ajouté à *openSet*.

```
start .g = 0 # la distance parcourue est 0
start . f = h(start ,end) # la distance restant à parcourir estimée
```

Avant de commencer l'algorithme, il va falloir définir quelques fonctions qui vont nous être très utiles pour la suite. Premièrement, lorsque l'on va itérer dans notre algorithme, il va falloir choisir quel noeud prendre dans *openSet*. La beauté de A* est que grâce à notre estimation f, on va pouvoir choisir le candidat qui nous semble le meilleur en choisissant celui qui possède la plus petite valeur de f. Pour ce faire, la meilleure méthode serait de définir *openSet* comme étant une queue prioritaire basée sur la valeur de f, mais ici nous allons simplement définir une fonction qui retrouve la valeur pour nous.

```
def minFScore ( nodesSet ) :
return min( nodesSet , key = lambda node : node . f )
```

Ensuite, on va vouloir retrouver les noeuds voisins du noeud courant à chaque itération, donc créons une fonction.

```
def neighbors(node):
        neighbors = []
        posX = node.x
        posY = node.y
        for j in range(−1,2) :
            for i in range(−1,2) :
                if (i == 0) and (j == 0) : continue
                if (posY+j>=0)and(posX+i>=0) and (posX + i
                < ncols) and (posY + j < nrows):
                   neighbors.append(grid[posY + j][posX +
                     i])
        return neighbors
```

Finalement, on va vouloir une fonction qui nous ramène de la fin au début lorsque notre algorithme sera complété. On ajoute le noeud parent de chaque noeud jusqu'à remonter au départ.

```
def pathToStart ( node ) :
        current = node
        path = [node,]
        if current == start :
                return path
        while current . previous != start :
                path . append( current . previous )
                current = current.previous
        path . append( start )
        return path
```

Et voilà ! On a maintenant tous les outils nécessaires pour créer notre algorithme.

```
def Astar():
  while openSet: # tant que openSet est non−vide
  current = minFScore(openSet)
  if current == end:
    return pathToStart ( current )
        closedSet . append( current )
        openSet . remove( current )
        if neighbors(current ): # si le noeud courant possede des
        voisins
          for neighbor in neighbors(current ):
            if neighbor in closedSet :
                continue
            testG = current . g + h( current , neighbor )
            if neighbor not in openSet:
                openSet . append ( neighbor )
            elif testG >= neighbor.g:
                continue
            neighbor.previous = current
            neighbor.g = testG
            neighbor.f = testG + h(neighbor, end)
```

Pour comprendre ce qui se passe, voyons voir la première itération : on commence avec *start*. On l'ajoute au *closedSet* et on le retire de l'*openSet*. Ensuite, on prend une liste de ses voisins. Pour chacun d'entre eux qui n'a pas encore été vérifié, on teste son g courant contre celui du chemin que l'on est en train de tester et on l'ajoute à *openSet*. Si la nouvelle valeur de g est plus petite que l'ancienne, on modifie g et f, et on change son parent comme étant le noeud que l'on est en train de vérifier. On retourne au début et on itère sur le noeud de *openSet* qui a la distance estimée la plus courte de la sortie. Voyons voir à quoi cela ressemble :

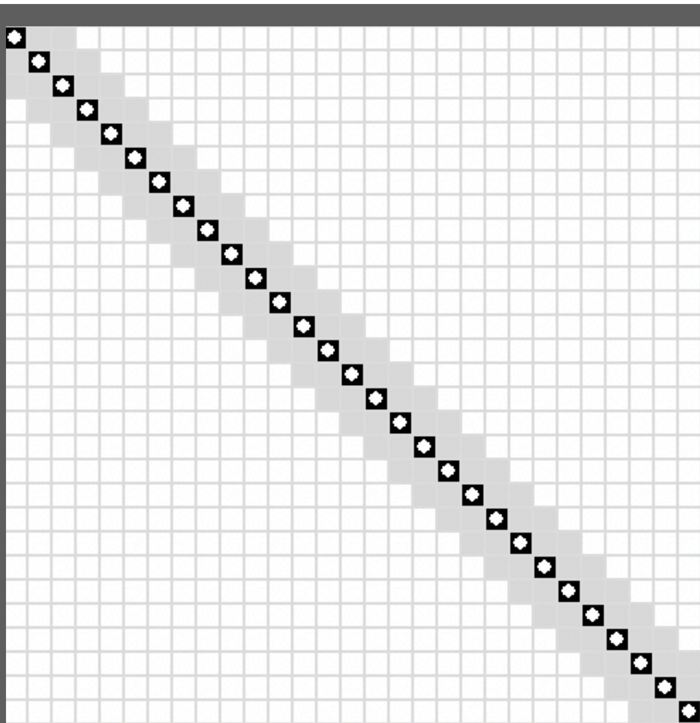


Figure 2 : Les cases avec un cercle sont le chemin, et les pâles sont l'openSet

Sans obstacles, notre algorithme ne sert pas à grand chose... Mais les ajouter n'est pas très difficile. On va simplement ajouter un attribut dans le constructeur de notre noeud et faire en sorte que 35% des cases soient bloquées !

```
class Node:
        def init :
            ...
            self.available = True if random.randint(1,100)
            <= 65 else False ...
```

Puis, lorsque l'on récupère les voisins (donc dans notre fonction *neighbors*), on ignore les cases où le noeud n'est pas disponible)

```
def neighbors(node)
        ...
        if (... and neighbor.available):
            …
```

Notre algorithme est maintenant fonctionnel et nous permet de trouver le chemin le plus optimal entre deux points d'une carte 2D.

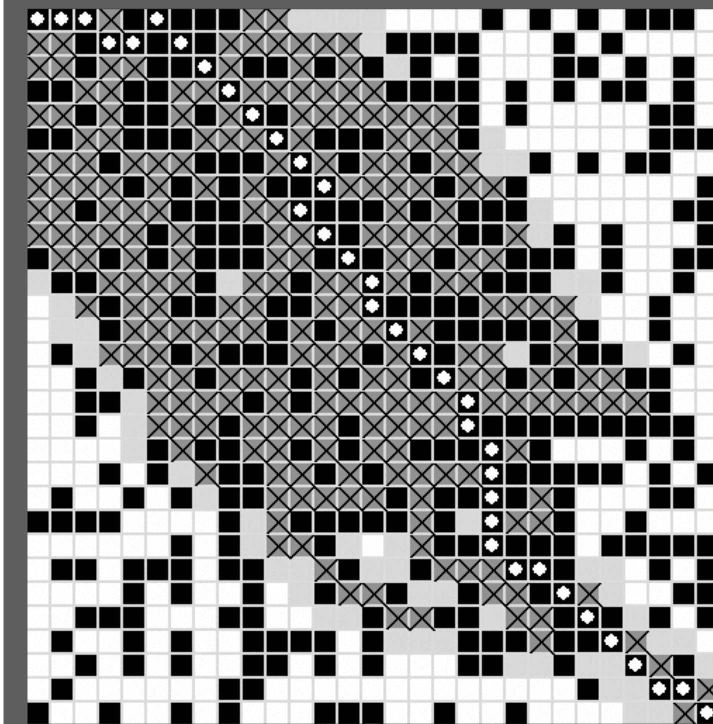


Figure 3 : On ajoute les cases munies d'un « x » qui sont les cases dans le closedSet

ET MAINTENANT ?

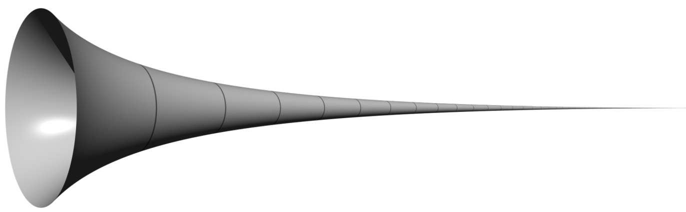
Bien que la logique générale de l'algorithme A* soit implantée ici, plusieurs optimisations pourraient être faites. On pourrait, par exemple, implanter *openSet* comme étant une queue prioritaire pour ne pas avoir à trouver le minimum de f à chaque itération. On pourrait aussi tenter de trouver une meilleure heuristique que la distance euclidienne. Pourquoi ne pas la pondérer, par exemple, selon si on se déplace en direction de la sortie ? Les possibilités sont infinies.

◆ PAR **TOMMY-XAVIER ROBILLARD**, ÉTUDIANT AU BACCALAURÉAT EN MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE

LA TROMPETTE DE GABRIEL

La Trompette de Gabriel est un solide tridimensionnel inventé par Evangelista Torricelli et dont le nom fait référence à l'archange Gabriel qui souffle dans la trompette pour annoncer le Jour du jugement [Wik19b]. Ce dernier, selon les religions abrahamiques — principalement le judaïsme, le christianisme et l'islam —, est le jour lors duquel le jugement de Dieu sur les actes et les pensées des humains serait affirmé [Wik19a].

Ce solide est créé par la rotation autour de l'axe des abscisses de $1/x$ où $x \geq 1$ [Wol] et a l'apparence suivante :



[Rok08]

L'aire de la Trompette de Gabriel est infinie, mais son volume est fini. En effet,

$$A \geq \int_{\{x:x\geq 1\}} \frac{dx}{x} = +\infty$$

$$V = \int_{\{x:x\geq 1\}} \pi \left(\frac{1}{x}\right)^2 dx = \lim_{t\to+\infty} \left[-\frac{1}{x}\right]_{x=1}^{t} = \pi < +\infty \quad \text{[Wol]}$$

D'ailleurs, ce solide fait aussi référence à l'archange Gabriel puisque l'infini est associé à la divinité [Wik19b]. De manière imaginative, pour remplir la Trompette de Gabriel, il ne faut qu'une quantité finie de peinture, mais pour peinturer l'extérieur du solide, il faut une quantité infinie de peinture.

◆ PAR **ANTOINE BRUNET**, ÉTUDIANT AU BACCALAURÉAT EN MATHÉMATIQUES ET STATISTIQUE

Références :

[Rok08] RokerHRO. *3D illustration of Gabriel's horn.* 2008. url : https://en.wikipedia. org/wiki/ File:Atomic_force_microscope_block_diagram.svg.

[Wik19a] Wikipedia, «Jour du jugement », https://fr.wikipedia.org/wiki/Jour_du_jugement acc. mar. 2019**[Wik19b]** Wikipedia, « Trompette de Gabriel », https://fr.wikipedia.org/wiki/ Trompette_de_Gabriel, acc. jan 2019

[Wol] WolframMathworld. *Gabriel's Horn.* Sous la dir. de http://mathworld.wolfram.com. url : %5Curl%7Bhttp://mathworld.wolfram.com/GabrielsHorn.html%7D.

GALA 2019

Félicitations à tou·te·s les gagnant·e·s !

La découverte de l'année : **Louis-Philippe Dumas**

La personne la plus intelligente : **Philippe Robitaille-Grou**

La personne la plus susceptible de devenir influenceuse : **Mouad Bahi**

La personne la plus humble : **Charles Senécal**

La citation de l'année : **Benjamin Sigman**

La personne la plus présente à ses cours : **Héloïse Vaillancourt**

La personne la plus perdue : **Francis Morin**

La personne la plus susceptible de finir son bac en 7 ans : **Francis Morin**

Le hasbeen de l'année : **Cedrick Mathieu**

La personne la plus susceptible de finir à l'UQAM : **Gabriel Poulin**

La personne la plus joviale : **Valérie Sirois**

La personne la plus susceptible de devenir pauvre : **Jean-Philip Bélec**

La plus belle personnalité : **Charles Senécal**

Le meilleur TPiste : **Antoine Giard**

La personne la plus geek : **Philip Higgins**

La personne la plus gourmande : **Laurent Alsère-Racicot**

La personne qu'on voudrait voir le plus souvent : **Marc-Antoine Trahan**

La personne la moins présente à ses cours : **Gabriel Poulin**

La personne la plus sportive : **Alex Froment**

La personne la plus susceptible de devenir riche : **Jean-Daniel Saint-Gérard**

La recrue de l'année : **Gabriel Poulin**

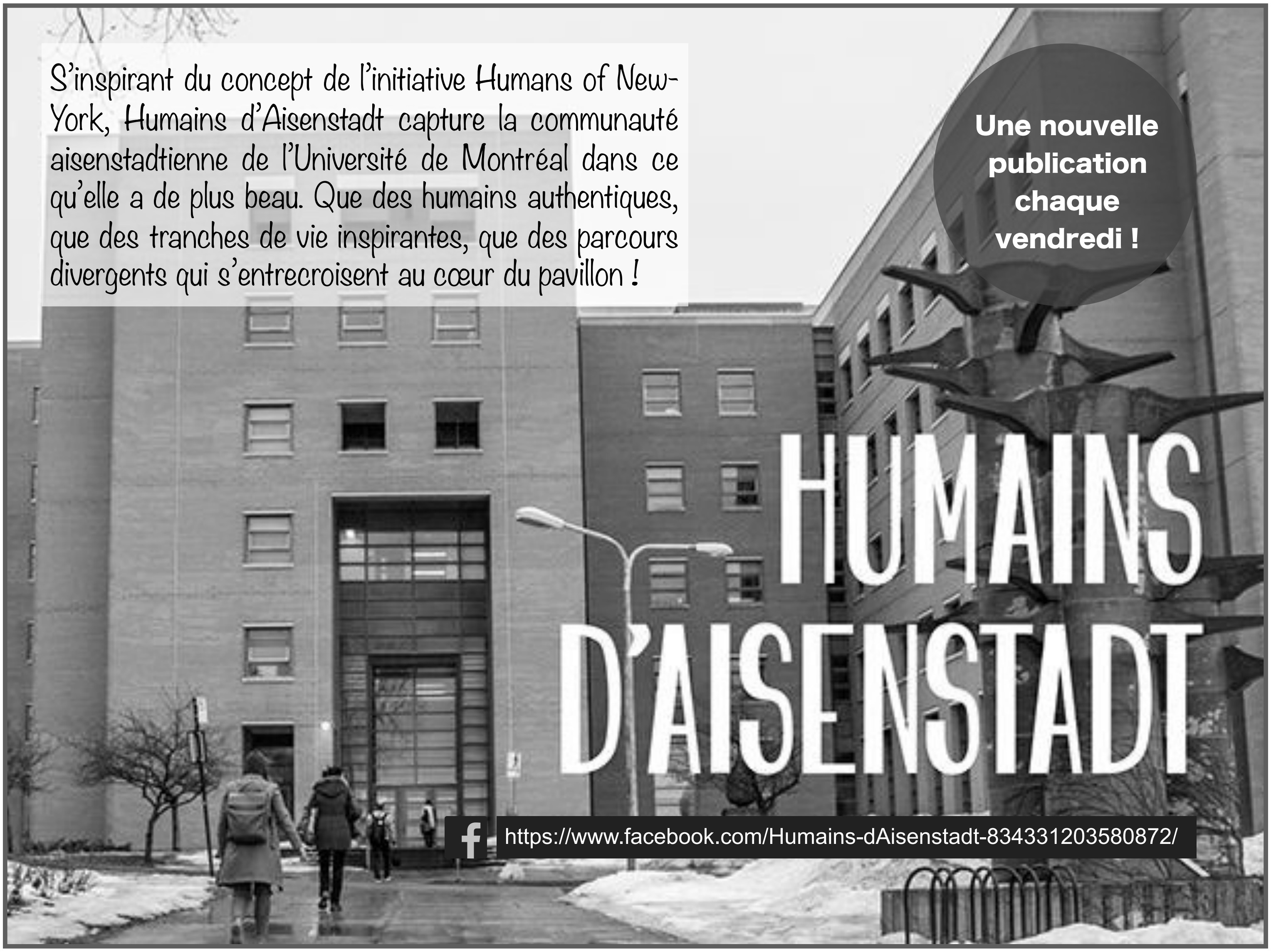
La talent caché de l'année : **Vanessa Bigois**

MARS/AVRIL 2019 EN PHOTOS

5@9 CASINO

TAPAS ET CONFÉRENCES

CABANE À SUCRE



Suivez « L'Axiomatique » sur Facebook et sur LinkedIn pour ne pas manquer les nouvelles du journal !

facebook.com/laxiomatique

linkedin.com/company/laxiomatique

JEUX MATHÉMATIQUES

En parcourant les livres de la bibliothèque libre service de l'AEMSUM, je suis tombé sur le livre *Récréations arithmétiques* de E. Fourrey. Je vous propose un petit problème simple qui en est tiré :

Trouver les nombres égaux au cube de la somme de leurs chiffres.

Voici quelques indices :

- $1 - n^3 \equiv \bmod 9,\ j \in \{-1,0,1\}$
- Borner la somme des chiffres vous donnera une borne sur les nombres à considérer.

◆ **ALEXIS LANGLOIS-RÉMILLARD**, ÉTUDIANT AU DOCTORAT EN MATHÉMATIQUES

Source : FOURREY, E. Récréations arithmétiques. Librairie Vuibert, Paris 1947 problème 124

Réponses : 1, 8, 17, 18, 26, 27