L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés

Actes du colloque emf 2006

Quand les bonnes méthodes ne marchent pas

Nadia Azrou, *Centre universitaire Yahia Farès, Médéa, Algérie*

Résumé

Depuis quelques années, la transition secondaire/post-secondaire se fait de plus en plus difficile pour les bacheliers et devient plus pénible aux enseignants universitaires. Les efforts d'enseignement en première année universitaire pour remédier à cette situation ne donnent pas toujours de bons résultats. Quant aux étudiants, plusieurs parmi ceux qui échouent, plusieurs n'auraient pu réussir, vu leur niveau et leurs efforts. Ces indices révèlent un dysfonctionnement entre les deux cycles secondaire et universitaire. À la fin de chaque année, même après plusieurs essais d'approches pour prendre en compte ces difficultés, un si faible taux de réussite est cause de frustration pour les enseignants et décourage énormément les étudiants qui, de leur côté, ont tout fait pour réussir leur année. Ainsi, le fossé se creuse entre enseignants et étudiants, mais aussi entre les étudiants et les mathématiques. Cette situation crée alors une tension, un malaise, des préjugés envers les mathématiques, et la perte de plusieurs étudiants qui pourraient réussir en mathématiques. Avec du recul, les causes principales d'une telle situation d'échec pourraient s'avérer être :

- *Une absence de préparation des élèves pour l'université sur les plans mathématique, social et scientifique, de la part du lycée et de l'université.*
- *Une différence importante entre l'enseignement des mathématiques au secondaire et à l'université.*
- *Une absence d'éducation mathématique (ensemble de techniques, de méthodes et de connaissances de base) chez les bacheliers, sans laquelle on ne peut faire des mathématiques universitaires.*

Nous allons présenter, à travers cette communication, une analyse de ces facteurs basée sur notre expérience comme enseignante (avec des étudiants de première année du tronc commun technologie) et quelques-unes de nos réflexions en proposant, quand cela est possible, certaines recommandations, dont l'application a donné des résultats positifs avec ces étudiants.

Introduction

Nous reviendrons dans ce texte sur quelques-unes des composantes qui nous semblent des éléments clés relatifs à l'éducation mathématique pour aborder l'enseignement des mathématiques à l'université. Ces réflexions sont issues de ma pratique de formatrice en milieu universitaire.

1 Sur la question de la clarté et de la compréhension

Le mot « comprendre » est un problème pour l'étudiant et un leurre pour l'enseignant.

« Avez-vous compris ? » À cette question, les étudiants ne savent souvent pas répondre, car ils ne savent pas à quel point ils ont compris et à quel point ils doivent comprendre. Est-ce à 100 % ? Ce qui a été rare durant leur apprentissage des mathématiques. Ou à 50 % ? Car en mathématiques, on ne comprend jamais complètement, croient-ils. Ou à 30 % ? Car les concepts mathématiques sont ainsi faits : flous, bizarres et souvent compliqués.

L'enseignant est alors persuadé que ses étudiants ont compris parfaitement, une fois que ceux-ci ont répondu positivement. Mais il ne découvre la vérité qu'après les examens, ce qui est trop tard.

Quelques recommandations issues de ma pratique

- Ce qui est dit par l'enseignant est important mais ce qui est saisi par l'étudiant est plus important encore. C'est à l'enseignant d'expliquer à l'étudiant ce qu'il doit comprendre, comment et à quel degré. Il devrait être capable de faire le tri, pour les étudiants, entre ce qui est plus important et ce qui l'est moins.

  À titre d'exemple, l'application injective est souvent donnée par :

  Pour tous x, y dans E, si $f(x) = f(y)$, alors $x = y$.

  Si on n'explique pas que c'est une application qui « n'associe pas à deux éléments différents la même image » et si on ne fait pas le lien entre la définition et la notion d'injecter, l'étudiant ne comprendra jamais, et n'aura pas le réflexe de réagir rapidement à une application non injective ; comme x^2 ou $|x|$.

- Les concepts devraient être représentés avec une clarté irréprochable (ne jamais laisser d'ambiguïté).

  À titre d'exemple : la définition de la limite L d'une suite U_n.

  Pour tout $\varepsilon > 0$, il existe N dans IN tel que si $n > N$, alors $|U_n - L| < \varepsilon$.

  Si on n'explique pas bien cette définition dès le début, l'étudiant ne sera pas conscient de ses implications par la suite. Cette définition est fondamentale ; s'assurer que les points suivants sont clairs :

  Pour tout ε, il y a un N qui dépend de cet ε.

  Le but est de chercher le N.

  Comment le chercher ? On peut faire remarquer que c'est une implication et non une équivalence.

  Expliquer pourquoi on prend toujours partie entière +1 (ce n'est pas juste comme ça !), utiliser les propriétés de la partie entière.

- Inculquer aux étudiants l'habitude d'être exigeant, de refuser tout ce qui est flou et peu clair pour eux et d'insister jusqu'à ce que les choses soient parfaitement claires, en demandant des exemples pour avoir des repères.

  À titre d'exemple :

  Maîtriser une définition en mathématique consiste non seulement à la comprendre, mais aussi à savoir l'appliquer et à reconnaître quand elle n'est pas vérifiée.

  Que veut dire « concrètement » une application surjective et comment reconnaît-on une application non surjective ; ou une fonction dérivable ; comment voir à partir de son graphe qu'une fonction n'est pas dérivable ou n'est pas continue…

- Encourager les étudiants à poser des questions, même les plus bêtes. Car pour poser des questions, il faut avoir compris quelque chose : ne pas comprendre quelque chose d'autre, c'est déjà un début de compréhension.
- Utiliser un langage et un lexique naturel, avec des exemples, des dessins et des comparaisons, en relation avec des situations et des informations connues. Ceci facilite la compréhension et encourage à poser des questions.

  À titre d'exemples :

  – Les dessins sont très conseillés pour les ensembles et les applications, ainsi que pour les fonctions (graphique).

  – La démonstration par l'absurde, qui paraît nouvelle et mystérieuse pour l'étudiant, est très utilisée dans la vie quotidienne : prendre l'exemple de quelqu'un qui n'arrive pas à ouvrir une porte avec une clé et affirme donc que cette clé n'est pas bonne. Car si c'était la bonne clé, elle aurait ouvert la porte ; or elle n'a pas ouvert, contradiction, donc la clé n'est pas bonne !

  – La continuité veut dire que je peux dessiner sans lever le crayon. Cependant, c'est une conception pragmatique de la continuité qui ne peut en aucun cas outiller pour l'utilisation de la définition formelle.

  – Les structures algébriques sont appelées ainsi car il s'agit de « construire quelque chose sur une construction déjà présente » ; un groupe est un ensemble muni d'une loi de composition interne auquel on ajoute d'autres conditions, un anneau est un groupe plus d'autres conditions, etc.

  – La classe d'équivalence est parmi les notions que les étudiants n'aiment pas et ils considèrent qu'elle est difficile à comprendre et à imaginer. Pour mieux illustrer, prendre l'exemple suivant : soit E l'ensemble des étudiants de la section. On définit la relation $\mathfrak{R}$ sur E par $x\mathfrak{R}y \Leftrightarrow x$ et y sont dans le même groupe. Les classes d'équivalence seront alors les groupes de la section. On peut varier en donnant encore : x et y habitent dans la même ville, ou x et y sont nés la même année…

Conséquences

- L'enseignant peut ainsi construire des outils de prise d'information dans la classe : il perçoit quand les étudiants suivent et quand ils ne suivent pas.
- Cette clarté va se transférer petit à petit au travail de l'étudiant lors des examens, et il admettra son erreur si on lui retire des points pour non clarté.

  À titre d'exemple :

  L'étudiant se verra par exemple pénalisé s'il n'explique pas sa méthode en cours de résolution d'un exercice ; s'il ne dit pas ce qui lui a permis de faire telle ou telle étape ; s'il ne suit pas la question de l'exercice…

À propos de l'analyse logique

Cette analyse devrait être acquise par tout étudiant en mathématique. C'est la composante principale d'un raisonnement logique efficace, qui fera de l'apprenant un bon étudiant.

Quelques recommandations

- Avant de résoudre un exercice, faire constamment une analyse où l'on explique ce qu'on a, ce qu'on doit chercher, comment et pourquoi.

  À titre d'exemple :

  Soit f une application de IR dans IR, telle $f(x) = x/(x+1)^{1/2}$. Montrer que f est surjective.

  Comment montrer que : $\forall y \in$ IR, $\exists x \in$ IR tel que $f(x) = y$.

  Il faut prendre un élément quelconque de IR, l'ensemble d'arrivée. On le notera y et non x (car en mathématiques, on ne note pas de la même façon deux variables différentes dans le même problème). Montrer que x existe (c'est l'antécédent de y) revient à trouver la valeur de x en fonction de y, dans l'équation $f(x) = y$, donc y est connu et x est l'inconnue recherchée.

  Une fois les calculs faits, on trouve $x = \pm\sqrt{((y^2/(1-y))}$. On cherche alors pour quelles valeurs de y, x n'existe pas, et il est clair dans l'exemple que pour $y = 1$, x n'existe pas, donc 1 n'a pas d'antécédent. L'application n'est pas surjective. Si par contre, on avait trouvé que x existe pour toute valeur de y, alors f serait surjective.

Conséquences

- On aura de bons analystes, ce qui est nécessaire pour former des mathématiciens.

À propos de l'erreur en mathématiques

Elle est inévitable en mathématiques, elle est même indispensable ! C'est l'erreur qui, en grande partie, fait découvrir à l'apprenant l'information et l'aide à retenir cette information, en corrigeant les erreurs commises à chaque fois.

Souvent, l'erreur est représentée comme une « faute » que seul l'apprenant commet, il s'en trouve pénalisé à chaque fois (retrait de points, intimidation, etc.). L'apprenant refuse cette situation (puisqu'il y a des erreurs fréquentes et inévitables, surtout au début, et en cours de construction des concepts) et sent une injustice à son égard de la part d'un enseignant qui, lui, ne fait jamais d'erreurs.

Conséquences

- L'apprenant se dévalorise et perd confiance en lui. Il évitera alors de poser des questions, qui risquent de révéler qu'il s'est trompé ou qu'il n'a pas compris.
- Il n'essayera pas de prendre son enseignant comme modèle car de son point de vue, c'est irréalisable (l'enseignant est parfait !).

- Il risque de détester les mathématiques : elles ne lui donnent pas l'occasion de faire et d'apprendre de ses erreurs.

Quelques recommandations

- Que l'erreur soit présentée constamment dans l'enseignement des mathématiques comme un élément naturel d'apprentissage, et non comme quelque chose de « tabou ».
- Que l'erreur soit relevée comme étant mathématique, et non personnelle.
- Il y a des erreurs fréquentes, il est préférable d'en parler dès le début. À titre d'exemples :
  - Confusion entre une suite bornée et une suite convergente (exhiber l'exemple de $u_n = (-1)^n$).
  - Confusion entre l'image réciproque et l'application réciproque.
  - Confusion entre application non nulle et application qui ne s'annule jamais.
  - Confusion entre les propositions : $\forall x, \exists y$ tel $P(x, y)$ et $\exists y, \forall x$ tel que $P(x, y)$.
  - Une classe d'équivalence n'est jamais vide.
  - Une suite peut ne pas admettre de limite, cela ne veut pas nécessairement dire que la limite est infinie.
  - Dans un ensemble E muni d'une loi de composition interne (*), quand on écrit $x*y$, cela ne veut pas dire que x et y sont des nombres ! Oublions alors tous les réflexes de calculs comme la simplification, multiplication par $1/x$ (qui n'a pas de sens), $x^{1/2}$, etc.
- Proposer des exercices dans lesquels il y a des erreurs à trouver.

À titre d'exemple : « Trouver l'erreur dans ce qui suit » :

- Soit $\Re$ une relation définie sur un ensemble E, qui est symétrique et transitive. Alors pour tous x et y dans E, on a : $x \Re y$ et $y \Re x$, donc $x \Re x$, d'où $\Re$ est réflexive, donc $\Re$ est une relation d'équivalence.
- Soient a et b deux nombres tels que $a = b$. Alors, $a^2 = ab$. Retranchons b^2 aux deux membres : $a^2 - b^2 = ab - b^2$, ce qui donne $(a-b)(a+b) = b(a-b)$. En simplifiant les deux membres, il reste $2b = b$, donc $2 = 1$.

- L'enseignant devrait faire sciemment des erreurs au tableau, ou mêler des énoncés valables à des énoncés erronés en demandant régulièrement : est-ce correct ?

Conséquences

- L'apprenant devient de plus en plus attentif à tout ce qu'il fait.
- Il corrigera ses erreurs et les erreurs des autres sans « complexes ».
- Il apprendra à « justifier » à chaque fois qu'il corrigera une erreur (le pourquoi et le comment), ce qui lui permettra de faire évoluer son raisonnement et ses informations.
- Il acceptera plus ses propres erreurs, alors que quand l'erreur est un tabou, l'apprenant ne reconnaît jamais ses erreurs et les justifie à tort, surtout quand il reçoit ses copies d'examens.

Sur la rédaction en mathématiques

Les nouveaux étudiants n'ont pas appris à rédiger un texte en mathématiques. Ils ont le réflexe de « recopier » un certain modèle d'après ce que fait l'enseignant, sans forcément en avoir compris les détails. Ils ne sont pas à l'aise avec les symboles, avec lesquels ils éprouvent des difficultés. Ils ont de la difficulté à écrire en mathématiques des idées exprimées oralement, et vice versa. Par exemple, écrire l'ensemble des entiers pairs, l'ensemble des réels qui admettent un inverse, etc. Cela montre leur difficulté à modéliser une certaine situation, un problème, ce qui rend les mathématiques pour eux difficiles à coder et à décoder.

Quelques recommandations

- Apprendre aux élèves à rédiger mathématiquement dès les premières étapes d'initiation aux mathématiques. À chaque fois qu'on aborde une définition, un symbole, une propriété en cours ou pendant les exercices, insister sur : la manière d'écrire, de rédiger la solution clairement, la notation, et surtout sur la rédaction méthodique (étape par étape) :
  - Expliquez toujours ce que vous allez faire (montrons que…)
  - Déclarez toujours les variables qui seront utilisées par la suite (soient $x, y \in$ IR, soit $\alpha \in$ IN…)
  - Dites ce que vous cherchez (cherchons les solutions de l'équation…)
  - Justifiez toutes les étapes (la continuité de f nous permet d'écrire…, comme la loi est commutative, alors…, $P \Rightarrow Q$ car…)
  - Si l'on est bloqué, on arrête pour voir ce qui ne va pas (erreur de calcul, hypothèse oubliée,…) ; ne pas continuer pour écrire n'importe quoi.

  À titre d'exemples :
  - Les ensembles de nombres sont tous notés avec une barre, qui les différencie des autres ensembles : IN, IR,…
  - Les composantes d'un couple ou d'un triplet sont séparées par des virgules et non par des points.
  - Un ensemble est toujours représenté par des accolades.
- Exemple de mauvaise rédaction :

  Soit $\Re$ une relation d'équivalence définie sur IR par : $x \Re y \Leftrightarrow x^3 - y^3 = 2(x-y)$. Pour chercher les classes d'équivalences, les étudiants souvent écrivent :

  $x \Re y \Leftrightarrow x^3 - y^3 = 2(x-y) \Leftrightarrow x^2 + xy + y^2 = 2 \Leftrightarrow x^2 + xy + y^2 - 2 = 0$. À ce niveau, l'étudiant s'arrête car il ne reconnaît pas cette forme qui ressemble à l'équation d'un cercle.

  Par contre si l'on écrit :

  Soit $y \in$ IR, cherchons $[y]$, la classe de y, $[y] = \{x \in \text{IR tel que } x \Re y\}$. Nous cherchons donc les x tels que $x^2 + xy + y^2 - 2 = 0$. Là, on explique clairement ce qu'on a et ce qu'on cherche donc on ne risque pas de se perdre, et l'équation du deuxième degré apparaît mieux puisque x est l'inconnue et y est connu. D'où les solutions de l'équation…

- Proposer des exercices où l'on écrit des phrases à l'aide de symboles mathématiques et l'inverse.

  À titre d'exemple, « Écrire en symboles mathématiques » :

  – f est une application non constante.

  – L'image réciproque de B par f est vide.

  – Les classes d'équivalence forment une partition de E.

  – f est une application qui n'est pas de signe constant sur $I \subset$ IR.

  – Quelqu'un a affirmé que : la somme des carrés de deux entiers consécutifs ajoutée au carré de leur produit est identique au carré de l'entier consécutif au produit de ces deux entiers. Son identité est-elle vraie ?

  À titre d'exemple, « Écrire avec des mots les phrases mathématiques suivantes » :

  – $A = \{x \in \mathrm{IN} \,/\, x = 2k,\ k \in \mathrm{IN}\}$ (A est l'ensemble des entiers pairs).

  – Si $\exists\, g \,/\, fog = gof = \mathrm{Id}$, alors $g = f^{-1}$. (l'application réciproque est l'unique application qui vérifie ces deux égalités).

  – $f(x*y) = f(x)*f(y)$. (l'image du composé est le composé des images).

  – $\forall x \in \mathrm{IR}, \exists y \in \mathrm{IR} \,/\, x=2y$ et $\exists y \in \mathrm{IR}, \forall x \in \mathrm{IR} \,/\, x=2y$.

Conséquences

- On ne peut accéder à un quelconque savoir sans le souci d'être clair et précis en rédaction.
- La rédaction reflète les idées. Si elle est soignée, les idées le seront aussi.

Sur le recours au symbolisme

Les nouveaux étudiants ont des difficultés à :

- voir et considérer que le symbole ou la notation est une représentation, un dessin, pour expliquer ou définir une idée, un concept ou une propriété mathématique ;
- écrire en symboles des idées mathématiques.

Quelques recommandations

- Privilégier la parole en écrivant un symbole pour attirer l'attention davantage sur l'idée et le sens, plutôt que sur le dessin. Ceci mettra en valeur la nature du symbole, qui doit être indépendante de la langue utilisée (en cas de changement de langue).

À titre d'exemple :

Tout en écrivant « soit $x \in$ IR », on devrait dire : « prenons un nombre réel ». L'appeler x, y ou même $\square$ ne change rien à la nature de cet élément.

- Utiliser des dessins quand cela est possible.

À titre d'exemples :

- Pour désigner une intégrale, on pourrait dessiner l'aire. « f est une fonction positive » veut dire que sa représentation graphique se situe dans la partie supérieure du plan.
- Changer de temps en temps les notations habituelles aidera à mieux fixer les idées et à donner aux symboles leur vrai rôle : le recours au symbolisme n'est qu'un moyen, et non une fin en soi.

  À titre d'exemples :

  Noter une fonction $g(t)$ ou $\zeta(\alpha)$ au lieu de $f(x)$, donner $\alpha y^2+\beta y+\gamma$, au lieu de ax^2+bx+c.

  – Utiliser les mêmes symboles à tous les niveaux.

  – Signaler les erreurs qui peuvent être engendrées par les mauvaises notations.

  À titre d'exemples :

  – Soit f une application définie de IR^2 dans IR, telle que $f(x, y) = x + y$. Si l'on veut étudier la surjectivité de f, il faudra éviter de prendre y dans IR pour chercher x. Ça n'aurait pas de sens ici, il faut utiliser des symboles autres.

  – Soient $A = \{x\in \mathrm{IR}, x\geq 0\}$, $B = \{x\in \mathrm{IR}, x\geq 3\}$. Si l'on veut donner $A\times B$, certains étudiants écriront : $A\times B = \{(x, x) \in \mathrm{IR}^2, x\geq 0 \text{ et } x\geq 3\}$, ce qui n'a pas de sens.

Conséquences

- En s'intéressant plus à la nature des choses, les étudiants utiliseront avec une plus grande aisance les symboles et les notations.
- La connaissance d'idées aidera à une meilleure maîtrise des notions et raisonnements mathématiques : on ne retiendra plus les résultats des théorèmes selon leur symbolisation mais par les idées, ce qui est plus durable et plus naturel.

  À titre d'exemples :

  – L'image directe est l'ensemble des images ; et non $f(A)$ =… [et quand vient $g(T)$, l'étudiant est perdu… !]

  – Une application linéaire est une application telle que l'image d'une combinaison linéaire est la combinaison linéaire des images.

  – Le théorème de Lagrange se retient mieux par : une condition nécessaire pour être un sous-groupe est d'avoir un cardinal qui divise celui du groupe.
- Le fait qu'un symbole change sans perdre sa nature (au lieu de x, on met y ou t) aide l'élève à passer de l'aspect particulier à l'aspect général et à appliquer un concept, un résultat ou un raisonnement mathématique à n'importe quelle situation de la vie, et ça, c'est un but important à atteindre.

À propos de l'examen et de l'évaluation

On devrait parler plus des examens pendant la formation pour les démystifier et se familiariser avec eux, également pour traiter les erreurs, la manière de noter, le temps de composition. Utiliser l'examen à chaque fois pour attirer l'attention de l'étudiant sur ses erreurs, sa rédaction, la notation, s'avère être un bon moyen de bien former. Le fait que l'évaluation au lycée et à l'université ne soit pas de même nature déstabilise complètement l'étudiant et fait qu'il remet tout en question (sauf peut-être lui-même) en cas d'échec, car il considère qu'il n'a pas eu complètement sa chance. Ce décalage a aussi pour conséquence une mauvaise orientation des étudiants à l'université : à la fin de chaque année, des dizaines d'étudiants quittent certaines spécialités en étant convaincus qu'ils sont incapables de suivre, malgré des notes favorables…

Quelques recommandations

- Les examens devraient correspondre aux objectifs définis en cours.
- Inclure dans les examens une plus grande variété de questions, autres que « trouver la solution des exercices », comme :

  1. Les questions de cours.

  Exemples. Donner la définition de « IR est archimédien ». Est-il vrai qu'une suite convergente est bornée ? Etc.

  2. Trouver l'erreur dans une solution donnée.
  3. Donner des exemples pour des êtres mathématiques qui vérifient ou ne vérifient pas certaines propriétés.

  Exemples. Donner une application non surjective de Θ dans P. Donner un exemple de deux sous-espaces vectoriels de P^3 qui ne forment pas une somme directe. Donner une application définie en un point a, et non continue en a…

  4. Citer des théorèmes.

  Exemples. Énoncer le théorème des valeurs intermédiaires ; celui de Lagrange…

  5. Donner une situation pour laquelle on peut appliquer le théorème X ou non.

  Exemples. Peut-on appliquer à f le théorème des accroissements finis ? Est-ce que le théorème de Rolle est applicable pour f ?

  6. Donner la solution de deux manières différentes ou plus.

  Exemples. Soit H={0, 2, 4}, K={0, 3} deux sous-groupes de Z/6Z. Donner deux raisons pour lesquelles $H \cup K = \{0, 2, 3, 4\}$ n'est pas un sous-groupe de Z/6Z.

  7. Des questions à réponses multiples.

- Préparer un examen nécessite toute une étude, un examen trop facile ou trop difficile n'est pas convenable.
- Parler plus du temps durant la formation et chronométrer souvent le travail en classe. Plusieurs étudiants échouent parce qu'ils sont incapables de gérer le temps le jour de l'examen.
- Expliquer la manière de noter avant l'examen, insister sur les erreurs sanctionnées, expliquer à chaque fois, pour une solution, la manière d'évaluer.

À titre d'exemples :

– La méthode est plus importante que le calcul, si la méthode est fausse et les calculs sont corrects, c'est faux. Mais si la méthode est correcte et les calculs sont faux, on ne donne pas zéro, ni la note complète non plus.

– Si le début est correct puis, à partir de la moitié, c'est faux, alors c'est la moitié de la note.

– Une réponse non justifiée est considérée comme fausse car c'est le fruit du hasard.

Conséquences

- Faire souvent des interrogations qui servent d'entraînement.
- En variant les questions d'examens, la note se rapprochera plus du niveau réel de l'apprenant.
- En parlant plus souvent du temps et des erreurs, l'examen ne sera plus cet état d'urgence où le stress tue tout, mais presque une situation habituelle.
- L'apprenant se remettra en question en cas de perte de points pour des erreurs qu'il reconnaîtra car il a déjà été averti. Ceci est un facteur important pour son apprentissage (dans le cas où les étudiants ne sont pas avertis de la notation et des erreurs, ils remettent immédiatement en question soit l'enseignant et sa manière de noter, soit le sujet, ou n'importe quoi d'autre, et ceci est en opposition avec l'apprentissage).
- Quand l'examen est très bien adapté à ce qui a été fait, s'il y a une mauvaise note, l'apprenant assume, tire leçon de ses erreurs, y croit, travaillera avec plus de confiance ce qui lui permettra de fournir plus d'efforts pour la prochaine fois.

Pour joindre l'autrice

Nadia Azrou, Centre universitaire Yahia Farès, Médéa, Algérie
Adresse postale : 33, rue Ibn Khaldoun, Boufarik, Blida, Algérie
Courriel : n.azrou@caramail.com