LES NOMBRES REELS AU LYCEE. QUELLE PLACE? QUELS ENJEUX?

Martine Vergnac, IREM de Montpellier, Lycée Jean Lurçat, Perpignan

Résumé : Nous nous intéressons dans ce qui suit à la place des nombres réels au lycée depuis la réforme de 2009 et en particulier à la naturalisation de la correspondance entre l'ensemble des nombres réels et la droite numérique. Nous cherchons à montrer que celle-ci évacue les obstacles épistémologiques soulevés par les concepts de continuité et de densité en présentant quelques résultats issus d'entretiens avec des enseignants et de questionnaires en direction d'élèves de lycée et d'étudiants, puis nous proposons quelques pistes pour une approche du nombre réel dans la série scientifique du lycée.

Quelle place pour les nombres réels au lycée ?

Contrairement aux programmes précédents, il n'y a plus de chapitre spécifique sur les ensembles de nombres en seconde. Ceci représente un changement important par exemple par rapport au programme de 1999 où dans la partie « Calcul et fonctions », concernant le contenu sur les ensembles de nombres, les capacités attendues étaient précisées, avec entre autres:

- Distinguer un nombre de ses valeurs approchées.
- Interpréter un résultat donné par une calculatrice.

Pour autant, page 10 du programme de 2009 qui concerne les notations et le raisonnement mathématique, suite à la recommandation :

> « Cette rubrique, consacrée à l'apprentissage des notations mathématiques et à la logique, ne doit pas faire l'objet de séances de cours spécifiques mais doit être répartie sur toute l'année scolaire. »,

on peut lire :

> « Les élèves doivent connaître les notions d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble,…, ainsi que la **notation des ensembles de nombres et des intervalles.** »

Cette formulation soulève des questions d'interprétation : les enseignants doivent-ils faire connaître à leurs élèves seulement les notations ou doivent-ils effectuer un travail spécifique pour donner du sens à ces ensembles ?

Nous avons cherché à voir quelle en était l'interprétation des acteurs du lycée tout d'abord en observant huit manuels de seconde puis en analysant des entretiens menés auprès de sept enseignants de seconde en 2012/2013 dans l'académie de Montpellier.

Observation de huit manuels de seconde

Les manuels analysés étaient les suivants : 2^nde (Hachette), Déclic (Hachette), Hyperbole (Nathan), Transmaths (Nathan), Math'X (Didier), Odyssée (Hatier), Pixel (Bordas), Sésamath (Magnard) (Éditions 2014). Dans six manuels sur huit, l'ensemble des nombres réels est introduit en début d'ouvrage dans le chapitre sur les fonctions, alors que dans les deux autres, il est dans un lexique en fin d'ouvrage. Deux livres – Odyssée (Hatier) et Sésamath (Magnard) ne proposent aucune définition et on peut distinguer deux approches par ailleurs :

- L'ensemble ℝ est l'ensemble de tous les nombres « connus » : 2nde (Hachette) et Transmaths (Nathan).

- L'ensemble des nombres réels est l'ensemble des abscisses d'une droite numérique graduée : Hyperbole (Nathan), Déclic (Hachette), Math'X (Didier) et Pixel (Bordas).

On observe donc que cette dernière définition semble la plus courante même si la formulation varie d'un ouvrage à l'autre, alors que la première recouvre beaucoup plus d'ambiguïté comme dans la formulation suivante : *« L'ensemble de tous les nombres, entiers, décimaux, rationnels, irrationnels, est appelé ensemble des nombres réels et est noté ℝ »* (Transmaths, Nathan). Celle-ci peut induire l'idée qu'un nombre entier par exemple n'est pas rationnel. En effet, elle semble mettre sur le même plan la partition de ℝ en rationnels et irrationnels et une partition incorrecte entre entiers, décimaux, rationnels.

Ce que disent des enseignants de lycée

Nous avons cherché à déterminer, au travers des sept entretiens menés auprès des enseignants interviewés si la disparition du chapitre sur les ensembles de nombres avait modifié leur pratique et quelle était depuis leur approche de l'ensemble des nombres réels au lycée. Pour la quasi-totalité des enseignants interrogés, le travail sur les nombres réels et en particulier les sous-ensembles de P n'est plus un objectif en seconde et même plus généralement au lycée ; selon eux, le concept de nombre rationnel semble avoir disparu du lycée. Comme dans la majorité des manuels de seconde, les nombres réels en seconde ne sont abordés que lorsque les enseignants introduisent les notations des intervalles, en général au début de l'introduction de la notion de fonction. Un des enseignants dit clairement qu'on ne peut pas définir le nombre réel au lycée ni un intervalle de ℝ: « *...je n'ai jamais défini ce qu'était un nombre réel ℝ c'est l'ensemble des nombres réels mais on ne dit pas ce que c'est... ».* En effet, comme l'exprime cet enseignant, il n'y a pas de définition possible par une axiomatique complète puisqu'elle n'est pas à la portée du lycée, les structures algébriques n'étant pas au programme de l'enseignement secondaire. La seule définition possible est donc celle qui est proposée par la majorité des manuels et des enseignants : l'ensemble des nombres réels est l'ensemble des abscisses d'une droite numérique graduée. Il semble donc que cette correspondance entre la droite numérique graduée et l'ensemble des nombres réels soit la seule approche possible de l'ensemble des nombres réels dans le secondaire, mais celle-ci va-t-elle autant de soi pour un élève de lycée que les acteurs de l'institution *Enseignement Secondaire* paraissent le penser ?

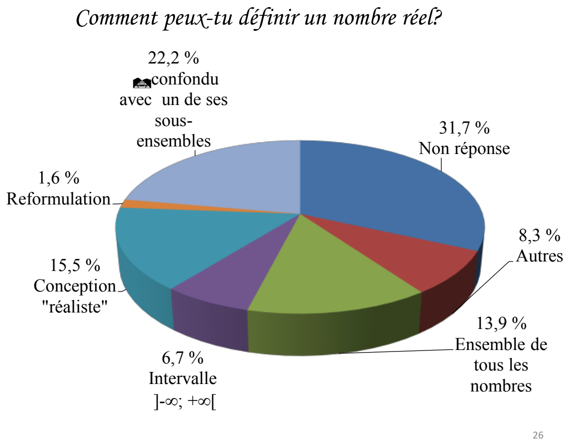
Quelles sont les conceptions des élèves de lycée?

Aperçus sur les conceptions des élèves de seconde.

Nous avons choisi d'observer ce qu'il en était à l'entrée en seconde, avant de nous tourner vers les classes scientifiques du lycée pour étudier plus particulièrement les questions de transition entre le lycée et l'université. Notre point de départ a été un article de Claire Margolinas sur les difficultés d'enseignement des nombres réels ("petit x" n° 16 pp. 51 à 66, 1988) à partir duquel nous avons établi un questionnaire[1] auquel ont répondu 252 élèves de seconde. L'analyse des questionnaires posés dans les classes de seconde montre que les réponses apportées par les élèves correspondent pour une grande part aux perceptions de leurs

1 Questionnaire donné en annexe 1 page 10

enseignants. Pour les élèves de seconde interrogés, la nature des nombres qu'ils rencontrent et/ou utilisent, est liée à l'écriture de ceux-ci. Sans donner de manière exhaustive toutes les données recueillies, nous pouvons relever deux résultats notables : pour plus de deux tiers des élèves interrogés, 5/3 n'est pas un nombre rationnel mais un nombre décimal et seulement la moitié des élèves interrogés considèrent explicitement que $\sqrt{7}$est un nombre. Pour ces élèves, les nombres ont toujours une écriture décimale et il y a identification du nombre avec son écriture décimale. Les racines carrées ne sont pas des nombres pour la moitié des élèves interrogés : ce sont des fonctions ou des opérateurs. Les réponses recueillies dans cet échantillon de 252 élèves font apparaître que pour la majorité des élèves interrogés, il n'y a que deux types de nombres : les nombres entiers et les nombres "décimaux" qui admettant une partie décimale finie ou non. La question : « *Comment peux-tu définir un nombre réel?* », est de manière évidente une question très difficile pour un élève de seconde, et à laquelle il ne peut apporter aucune réponse qui soit une définition formelle mais qui avait pour but de faire exprimer ce que représentait pour ces élèves cet objet ; nous présentons dans le graphique ci-dessous l'ensemble des réponses proposées :



Nous attendions que conformément aux pratiques de classe décrites par les enseignants interviewés, un certain nombre d'entre eux identifient l'ensemble des nombres réels à une droite représentant l'axe réel. Or cette réponse n'a été proposée par aucun des 252 élèves interrogés ; dans un certain nombre de cas, l'ensemble des nombres réels a été défini comme étant l'intervalle$]-\infty ; +\infty[$ mais cela ne signifie en aucune façon que cet intervalle puisse être identifié par ces élèves à l'axe réel. Par ailleurs, aucune de ces réponses n'était accompagnée d'une représentation de droite graduée. La correspondance entre l'ensemble des nombres réels et la droite graduée ne semblant donc pas être mobilisée par un élève de seconde, nous avons cherché à observer si une évolution était perceptible dans les classes scientifiques.

Qu'en est-il à la transition lycée-université?

Afin d'observer s'il y a une évolution des conceptions à propos du nombre réel de la seconde à la terminale S, nous avons soumis à trois classes de terminale S un questionnaire[2] conçu par Alain Bronner dans sa thèse en 1997, qui a également été proposé à des étudiants de Licence 1, 2 et 3 et ce sur plusieurs années. Nous avons proposé une classification plus fine qu'en seconde afin de comparer les réponses des élèves de terminale S et des étudiants de licence : nous avons identifié dix conceptions indiquées dans le tableau récapitulatif ci-dessous :

---

2 Donné en annexe 2 page 11

Catégorie (%)	TS 2013 (55 réponses)	TS 2016 (33 réponses)	L1 – 2013/2014 (152 réponses)	L1 – 2014/2015 (225 réponses)
Ensemble de tous les nombres	13	21	8	10
Vision géométrique – axe réel	7	3	1	0
Intervalle $]-\infty;+\infty[$	11	9	14	18
Tous les nombres sauf les complexes	14,5	30	16	13
Complexes avec une partie imaginaire non nulle			4	11
Réaliste	7	0	4	3
Ecriture décimale illimitée	0	0	2	2
Partition incorrecte	14,5	12	22	14
Reformulation	13	3	18	8
Autres	13	12	13	14
Non réponse	16	3	5	8

On peut noter que très peu d'élèves ont cherché à justifier leur réponse pour $\sqrt{13{,}21}$ et seuls deux élèves de terminale ont fourni une démonstration correcte. Pour ces élèves de terminale S, un nombre rationnel est une fraction. La notion de périodicité n'est indiquée que par trois de ces élèves de lycée, ce qui tend à renforcer l'hypothèse formulée précédemment que la notion de nombre rationnel n'est vue que sous la forme « quotient de deux entiers ». Le fait que tout nombre décimal soit un nombre rationnel est un théorème qui ne nous semble pas à la disposition de ces élèves. D'autre part, on observe peu d'évolutions significatives de la terminale à l'université.

Parmi les conceptions que nous avons relevées de la seconde à la terminale scientifique, certaines pourraient-elles faire obstacle à une construction de l'analyse à l'Université? Beaucoup d'élèves ne distinguent pas le nombre de son écriture. On trouve en particulier une illustration de cette conception parmi ceux pour lesquels $\sqrt{13{,}21}$ est à la fois un nombre décimal puisqu'il s'écrit avec une virgule et un nombre irrationnel puisqu'il s'écrit avec un radical. Le nombre réel n'est qu'un outil dans le calcul algébrique ou un symbole vide de sens. Il n'est donc pas un objet mathématique pour la plupart des élèves de lycée qui ont répondu au questionnaire. Ils abordent de manière intuitive la notion de continuité, mais on peut émettre l'hypothèse que pour eux, il n'y a rien entre le discret et le continu.

Le concept de nombre réel.

Des questions de transposition didactique

Comme nous l'avons vu aussi bien à partir de l'analyse des programmes qu'au travers des réponses des enseignants lors des entretiens que nous avons menés, la droite numérique joue un rôle crucial dans l'accès aux nombres réels. Mais alors, comment expliquer qu'à la question « *qu'est-ce qu'un nombre réel* », seuls 7% des élèves de Terminale S (sur un total de 55 élèves) en 2013 et un élève seulement en 2016 (sur un total de 34) identifient un nombre à une abscisse d'un point sur une droite graduée ? Cette correspondance ne semble donc pas aller de soi pour un élève de lycée. Ce qui est en jeu pose le problème de la transposition didactique et amène à s'appuyer sur les théories de référence pour les nombres réels au lycée, à savoir : la théorie des coupures, les suites de Cauchy, les développements décimaux illimités et le point de vue géométrique avec la droite graduée déjà largement évoqué. Ces théories éclairent les questions qui se posent et peuvent nous donner des pistes pour les situations que l'on peut mettre en place au lycée.

Quelques jalons épistémologiques

Nous rappelons ici brièvement quelques points qui ont déjà été longuement développés. Jusqu'à la deuxième moitié du XIXème siècle, on distingue l'étude des ***nombres*** qui relève de l'arithmétique de celle des ***grandeurs*** qui relève de la géométrie. Pour les mathématiciens grecs, il existe des grandeurs incommensurables (*deux grandeurs sont commensurables lorsqu'elles sont toutes deux multiples d'une même mesure, d'une même unité*.). A la Renaissance, les mathématiciens manipulent les irrationnels mais ne les considèrent pas nécessairement comme des « vrais » nombres. Jusqu'au dix-neuvième siècle, le nombre réel est la mesure d'une grandeur et c'est autour de ce concept intuitif de grandeur que va se développer le calcul infinitésimal. La "séparation" entre l'arithmétique et la géométrie laisse la place dans la deuxième partie du XIXème siècle à ce que Félix Klein a appelé l'arithmétisation de l'analyse (cf. J. Boniface). L'analyse tend à s'affranchir de l'intuition géométrique. Bernard Bolzano (1781-1848) est l'un de ceux qui ont joué un rôle capital dans ce processus. Bolzano énonce le critère dit aujourd'hui de Cauchy et démontre que toute suite satisfaisant ce critère converge vers une grandeur constante et une seule, **mais il considère l'existence de cette grandeur comme allant de soi.**

Les constructions de Cantor et Dedekind (1872)

Ce sont les carences de $\mathbb{Q}$ qui vont amener à la nécessité de la construction du corps des nombres réels :

- Il existe des suites rationnelles dont deux termes sont « aussi proches que l'on veut » à partir d'un certain rang et qui ne convergent pas dans $\mathbb{Q}$. L'idée de la construction de Cantor est de pallier cette lacune du corps des rationnels, et donc de construire les nombres réels comme l'ensemble de toutes les limites des suites rationnelles « qui vérifient le critère de Cauchy ».

- Il existe des parties non vides de $\mathbb{Q}$ qui n'ont pas de borne supérieure dans $\mathbb{Q}$. Il s'agit pour Dedekind de compléter le domaine discontinu des nombres rationnels $\mathbb{Q}$ pour obtenir un domaine continu. Par analogie avec la droite, Dedekind définit des coupures dans $\mathbb{Q}$: deux classes A_1 et A_2 telles que tout nombre a_1 de la première classe est plus petit que tout nombre a_2 de la seconde classe. Tout nombre rationnel opère une coupure de $\mathbb{Q}$. Il existe une infinité de coupures de $\mathbb{Q}$ qui ne sont pas opérées par des nombres rationnels, comme par exemple : $A = \{x \in \mathbb{Q}, x^2 \leq 2\}$. La construction de Dedekind consiste à transformer cette « lacune » en nouvel objet.

Dedekind, tout autant que Cantor, a le souci de s'affranchir de l'intuition géométrique pour proposer une construction rigoureuse de l'ensemble des nombres réels. Il l'exprime ainsi en 1887 : *« [...] je tiens le concept de nombre pour totalement indépendant des représentations ou intuitions de l'espace et du temps et [...] j'y vois plutôt une émanation immédiate des pures lois de la pensée ;[...] les nombres sont des libres créations de l'esprit humain ».* Le lien entre la droite et l'ensemble des grandeurs numériques est posé comme un axiome par Cantor car écrit-il : *« [...] il est dans sa nature de ne pas être, en général, démontrable ».* Tous deux construisent l'objet nombre réel en s'appuyant sur une « intuition de l'espace » mais leurs constructions leur permettent de définir rigoureusement cet objet indépendamment de cette intuition.

Les développements décimaux des nombres réels.

Stevin (1548-1620) utilise les nombres décimaux pour étudier d'autres nombres que les décimaux. D'après J. Dhombres (1978), Stevin représente les irrationnels par une écriture décimale illimitée pour que l'on considère les irrationnels comme des nombres. Tout nombre réel x possède un développement décimal illimité propre $x = a_0 a_1 a_3 \dots a_n \dots \; a_n \in \{0,1, \dots 9\}$ lorsque : pour tout entier naturel non nul r : $\sum_{p=0}^{r} \frac{a_p}{10^p} \leq x < \sum_{p=0}^{r} \frac{a_p}{10^p} + \frac{1}{10^n}$. Cette construction permet de faire le lien entre approximation décimale et limite.

Une approche est-elle possible au lycée ?

Quels obstacles au lycée ?

Dans les classes scientifiques de lycée, les notions de *continu* et d'*infini* structurent les premières approches de l'analyse et sont étroitement liées à la compréhension de l'ensemble des nombres réels.

La droite réelle est l'identification de ses éléments (les nombres réels) avec les points de la droite euclidienne de telle sorte qu'à chaque nombre réel soit associé un unique point sur la droite et inversement. Nicole Nordon écrit à ce propos :

> « Pour ce faire, nous avons besoin : du postulat d'Archimède qui permet d'associer à tout point un nombre ou à tout segment sa mesure. Ce même postulat permet de dire que tout intervalle aussi petit soit-il contient une infinité de points ou encore que tout segment est divisible à l'infini. **Mais ce postulat est insuffisant pour faire un continu.** Il ne donne pas la connexité, il y a des « trous ». Par exemple, l'ensemble des nombres rationnels répond au postulat d'Archimède sans être un continu ».

L'ensemble des rationnels (décimaux) n'est pas un ensemble discret : les points ne sont pas isolés : entre deux rationnels (décimaux) distincts, on peut toujours intercaler un rationnel (décimal). Un ensemble peut donc n'être ni *discret*, ni *continu* et c'est ce dernier point que la plupart des élèves du lycée ne perçoivent pas.

Le mot *infini* désigne un concept à entrées multiples. Dans la Grèce antique, les raisonnements de Zénon d'Élée reposaient sur l'impossibilité logique d'admettre qu'une somme finie, qu'un ensemble fini puisse être composés d'un nombre infini d'éléments. On retrouve ce raisonnement chez beaucoup d'élèves de lycée dès que l'on aborde par exemple une suite définie par une somme de termes ou une intégrale.

Quels sont les lieux du programme permettant d'approcher ces notions?

Nous présentons ici une amorce de réflexion menée dans le groupe didactique de Perpignan, IREM de Montpellier, dont les objectifs sont de donner du sens aux ensembles de nombres à partir de la seconde et dans les classes de Première et Terminale S et à la droite numérique qui joue un rôle fondamental dans la construction de la notion de nombre comme le montre la construction de Dedekind. La bijection entre nombres et points de la droite contribuera à cette construction à condition qu'il y ait des explicitations, des institutionnalisations. Les travaux de Cantor nous incitent à considérer les limites de suites de nombres rationnels vérifiant le critère de Cauchy. S'il n'est pas possible d'étudier théoriquement de telles suites dans le cadre des programmes de lycée, l'accent mis sur l'algorithmique permet d'avoir en première et terminale S une approche expérimentale de la limite d'une suite et d'approximer une limite réelle par une suite de rationnels.

Notre réflexion nous a conduits à privilégier les axes suivants :

- Travailler sur plusieurs registres (en particulier, ce travail doit permettre une co-construction de la droite géométrique et des nombres).

- Ne pas se focaliser exclusivement sur la distinction rationnel/irrationnel.

(cf. notion d'idécimalité développée par A.Bronner)

> « …le nombre décimal et l'ensemble $\mathbb{D}$ sur lesquels se focalise le Numérique dès l'école primaire et au début du collège sont des oubliés de la fin du collège, du lycée et même de l'enseignement supérieur. Ceci est d'autant plus paradoxal que les décimaux constituent les fondations du numérique… » (extrait de la thèse d'Alain Bronner en 1995, page 360)

- Donner du sens à l'ordre dans $\mathbb{R}$

- Travailler les approximations d'un nombre

- Résoudre des équations dans un ensemble donné, et pas seulement en trigonométrie pour donner du sens aux sous-ensembles de $\mathbb{R}$

Nous présentons une proposition en cours de construction (et donc susceptible d'évoluer) de progression sur les ensembles de nombres au lycée.

1) En Seconde :
- Construction d'un rationnel avec guide-âne (utilisation du théorème de Thalès)
- La construction d'irrationnels (utilisation du théorème de Pythagore)
- Irrationalité de racine de 2 (à partir d'un extrait du théorème du perroquet)
- Le problème du cycliste (cf. article Di Martino) qui peut être une approche des fonctions homographiques et permet de concevoir l'idée d'une limite finie à l'infini.

2) En Première S :
- Construction d'un irrationnel comme limite d'un rationnel (travail sur la suite de Héron)
- Construction d'un rationnel non décimal comme limite des termes d'une suite de nombres décimaux.

3) En Terminale S :
- La situation du point fixe
- Irrationalité de e
- Reprise de suite de décimaux de limite rationnelle non décimale.

4) En spécialité :
- Irrationalité de racine de n, lorsque ce nombre n'est pas un entier.

Conclusion

La seule approche que propose l'institution consiste à mettre en bijection l'ensemble des nombres réels et la droite numérique : elle repose sur l'intuition géométrique qui est en partie à l'origine de la construction de Dedekind. Nous avons vu que la poser comme allant de soi ne suffit pas à la faire vivre pour un élève de lycée. Une construction du concept de nombre réel peut être amorcée au lycée mais elle ne peut se faire que dans le long terme et elle doit nécessairement comporter des moments d'institutionnalisation. Les activités qui favorisent cette construction sont complètement laissées à la charge des enseignants. Il est à craindre que, sans une incitation de l'institution, les contraintes horaires et les hétérogénéités des parcours ne dissuadent de nombreux enseignants de les proposer. Il est à craindre également que les étudiants qui ne construisent pas de manière adéquate la signification des nombres réels en début de formation risquent de rencontrer des difficultés dans l'apprentissage des concepts de l'analyse, ceci étant étroitement relié aux difficultés déjà bien repérées en analyse à la transition Lycée - Université (Chellougui, 2003, Bloch & Ghedamsi, 2005). Nous faisons l'hypothèse qu'il est nécessaire de sensibiliser les professeurs du secondaire en formation, tant initiale que continue, aux enjeux d'enseignement et d'apprentissages pointés dans cet exposé. L'objectif du travail que nous conduisons dans le groupe IREM à Perpignan est de penser des situations permettant de construire progressivement au cours du lycée le concept de nombre réel afin de préparer les élèves aux études supérieures. Leur prise en compte à la transition Lycée-Université nous semble essentielle car en général, au-delà de la première année de licence, le travail théorique conduit en analyse ou en topologie éloigne les étudiants de ces questions. De fait, un certain nombre d'étudiants des Master MEEF rencontrent pour ces questions des difficultés proches de celles des élèves de fin de lycée (Durand-Guerrier, à paraître).

Bibliographie

BONIFACE J.(2002), *Les constructions des nombres réels dans le mouvement d'arithmétisation de l'analyse,* Ellipses, 2002.

BOUALEM H.,BROUZET R., (2002) *La planète P, Voyage au pays des nombres réels,* Dunod.

BRONNER A., (1997), *Étude didactique des nombres réels*, *idécimalité et racine carrée,* thèse en didactique des Mathématiques.

DEDEKIND R., (1978), *Les nombres, Que sont-ils et à quoi servent-ils ?*, traduction de Judith Milner et Hourya Sinaceur, La Bibliothèque d' Ornicar, numéro 12-13.

DESANTI J-T., (1996) *Infini mathématique*, Encyclopédie Universalis, pp.283-288.

DHOMBRES J.,(1978), *Nombre, mesure et continu*. Épistémologie et histoire, Cedic/Nathan.

DURAND-GUERRIER,V. *Conceptualization of the continuum, an educational challenge for undergraduate students,* (à paraître en 2016 dans IJRUME).

NORDON N., (1995) *Le continu quand il n'était qu'attribut*, in Contribution à une approche historique de l'enseignement des mathématiques, IREM, Actes de la 6ème université

PONTILLE M.C &al. (1996) *Et pourtant, ils trouvent*, Repères IREM 24, 10-34.

VERGNAC M., Durand-Guerrier V. (2014). *Le concept de nombre réel au lycée et en début d'université : un objet problématique*, *Petit x*, 96, 7-28.

Annexe 1.

Questionnaire seconde

Ce questionnaire n’est pas une évaluation. Tu disposes de 15 minutes pour le compléter et tu ne peux pas utiliser ta calculatrice.

1) $\frac{5}{3}$ est-il un nombre décimal ?

a. Oui ☐ b. Non ☐ c. Je ne sais pas ☐

2) Peux-tu donner un nombre décimal qui appartienne à l’intervalle] 0,666 ; 0,667[?

a. Oui ☐ et c'est.................. b. Non ☐

3) Peux-tu donner un nombre qui ne soit pas décimal et qui appartienne à l'intervalle]0,666 ; 0,667[?

a. Oui ☐ et c'est.................. b. Non ☐

4) Y-a-t-il un plus grand nombre dans l'intervalle [0 ; 1[

a. Oui ☐ et c'est........ b. Non ☐ c. Je ne sais pas ☐

5) Combien peux-tu écrire de nombres entre 0 et 1 ?

…...

6) $\sqrt{7}$ est-il un nombre ?

a. Oui ☐ . Si oui, peux-tu l'écrire autrement ? …………..

b. Non ☐. Si non, pourquoi ?................

7) Connais-tu plusieurs ensembles de nombres ? Si oui, lesquels ?

…..

8) Dans la liste qui suit, coche les écritures qui sont des nombres :

2π : ⊡ ; $2{,}5 + 3 \times 2 - 1$: ⊡ ; $\frac{1}{3}$: ⊡ ; 0 : ⊡ ; $-\sqrt{3}$: ⊡ ; $0{,}999\ldots$: ⊡

9) Comment peux-tu définir un nombre réel ?

Annexe 2. Questionnaire Terminale et Licence

Ce questionnaire n'est pas une évaluation

Merci de bien vouloir répondre sur cette feuille aux questions suivantes

(Utiliser le verso si besoin pour répondre, y compris comme brouillon) :

Si vous utilisez une calculatrice merci de cocher cette case ☐

Question 1 :

1. $\sqrt{2}$ est :
   - ☐ un nombre décimal
   - ☐ un nombre rationnel
   - ☐ un nombre irrationnel
   - ☐ autre (préciser) :

2. e est :
   - ☐ un nombre décimal
   - ☐ un nombre rationnel
   - ☐ un nombre irrationnel
   - ☐ autre (préciser) :

3. $\sqrt{13{,}21}$ est :
   - ☐ un nombre décimal
   - ☐ un nombre rationnel
   - ☐ un nombre irrationnel
   - ☐ autre (préciser) :

Justifier votre réponse pour $\sqrt{13{,}21}$:

Question 4 : Qu'est-ce qu'un nombre :

1. décimal :

2. rationnel :

3. irrationnel :

4. réel :