Réflexions et pistes pour le Grand Oral du Baccalauréat

destinées aux élèves ayant choisi la spécialité Mathématiques

Catherine HUET
IA-IPR de Mathématiques
Académie de Versailles

Sommaire

Introduction

Ce document a été écrit dans le seul but d'apporter quelques pistes aux professeurs et aux élèves s'interrogeant sur la manière de préparer le grand oral en intégrant la spécialité « Mathématiques » de la voie générale. Il peut paraître difficile, ou pour le moins inhabituel voire inconfortable, de parler de mathématiques sans le support écrit, sans calculs à mener dans le détail et sans démonstrations complètes à réaliser.

La verbalisation, l'un des trois piliers de l'apprentissage des mathématiques selon le rapport Villani-Torossian, doit permettre à l'élève, futur bachelier de construire ces cinq minutes de réflexion et de vision sur les Mathématiques. Celles-ci ne doivent pas être exclues de toute forme de présentation orale. Le Grand Oral constitue une opportunité de donner plus d'appétence pour les Mathématiques, de pouvoir contribuer à la volonté d'accroître sa culture scientifique et de ne pas renoncer au débat scientifique et mathématique. Le travail sur plusieurs mois de l'élève sera de faire un choix mettant en valeur ses goûts personnels, en interrogeant de grandes notions vues pendant le cycle terminal.

Ce document ne rappellera pas l'importance de la forme dans l'exposé oral et dans les échanges qui en découlent (maîtrise de la langue, rythme de l'expression adéquat au propos tenu, écoute attentive des questions posées par le jury, posture du corps et maintien du regard). Cette forme, si essentielle qu'elle soit pour la formation du futur étudiant et futur citoyen, relève de compétences transversales et ne vient pas alimenter l'objet de ce document.

Intérêts, objectifs citoyens et didactiques

> *« Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement, et les mots pour le dire arrivent aisément » Boileau*

Objectifs citoyens et pédagogiques :

→ Apprendre à s'exprimer en public (clairement et correctement)

→ Apprendre à écouter les autres, leurs avis, leurs questions. Apprendre à accepter le point de vue d'autrui et à enrichir son propre point de vue

→ Apprendre à synthétiser sa réflexion rapidement et à trouver une réponse construite aux questions posées

→ Apprendre à soutenir un raisonnement logique, de convictions, en apportant des preuves

→ Apprendre à mettre en valeur sa personnalité tout en développant une notion du programme, une argumentation, un point de vue

Pistes de réflexions mathématiques pour travailler le Grand Oral

- P1-Montrer son intérêt pour un point du programme

- P2-Expliciter les obstacles didactiques rencontrés et la façon dont on a levé ces obstacles

- P3-Donner les grandes étapes d'une démonstration

- P4-Raconter un point de l'Histoire des Mathématiques sur une notion donnée pour mieux réfléchir sur les enjeux de demain

- P5-Réflexion sur une utilisation des Mathématiques en Physique-Chimie ou en SVT ou travail avec une autre spécialité

Remarque sur ces différentes pistes :

Toutes ces pistes possèdent évidemment des intersections nombreuses et importantes. Il peut même parfois être difficile pour un thème donné de savoir si on le rangera spontanément dans telle ou telle piste. Par exemple, si le candidat décide de traiter les différentes démonstrations sur la récurrence, il peut également être amené à faire un point d'histoire sur Peano mais aussi à parler des points d'obstacles qu'il a rencontrés. Ou encore, s'il désire parler d'infini, il peut d'abord vouloir exprimer ses propres blocages, puis, rebondir sur l'exposé des grandes lignes d'une démonstration pour enfin raconter une anecdote historique. En ce sens, ce document n'est là que pour donner des pistes et le travail de l'élève consiste en la construction d'une réflexion qui lui est personnelle.

Pour la lecture de ce document, il faut réaliser que les thèmes abordés, les exemples cités (souvent non développés) peuvent s'inscrire dans plusieurs pistes de réflexion. Il est important que l'élève (ou le professeur accompagnateur) ait constamment en tête l'exploration de toutes ces pistes pour développer le propos. De même, on n'oubliera pas les objectifs citoyens et pédagogiques cités au début de ce document (pour éclairer le regard sur les enjeux de demain par exemple).

C'est l'appropriation par l'élève qui constituera toute la force de ce Grand Oral.

Des pistes, des exemples tirés des programmes, de l'Histoire des Mathématiques ou de l'actualité

- P1-Montrer son intérêt pour un point du programme

L'élève pourra dégager l'élément ou les éléments importants qui ont retenu son attention sur un thème donné (beauté mathématique, enjeu du supérieur, enjeu de société) et poser son regard sur son parcours et son orientation.

Dans toute cette partie, on pourra poser un regard sur l'année *n+1* en se faisant aider par exemple du professeur ou d'étudiants de classes préparatoires si l'élève est scolarisé dans un lycée avec CPGE.

Thème P1-1 : Explicitation de la méthode d'Euler pour une équation de type $y'=f$

→ Principe de résolution avec tableur

→ Principe de résolution avec Python
Le candidat pourra expliquer l'utilisation des fonctions pour passer du cas positif au cas négatif pour l'équation $y'=y$ par exemple mais encore l'intérêt de Python pour changer aisément le pas.

→ Principe d'obtention sous GeoGebra

→ Point d'histoire (Euler puis Runge, Kutta)

→ Application à la désintégration de noyaux radioactifs.
Ce point peut être développé sous l'angle « description d'une expérience ».

→ Exemple de la chute libre d'une bille subissant une résistance proportionnelle à la vitesse, régie par l'équation différentielle (traduction de la relation fondamentale de la dynamique) $mdv/dt=-\alpha v+mg$ avec $v(0)=0$, m désignant la masse, α désignant le coefficient de frottement et g la constante de gravitation.

Dans ce dernier exemple, le candidat pourra montrer la force (simplicité de la programmation et rapidité de l'obtention de l'approximation) et la faiblesse de la méthode d'Euler (instabilité de la méthode pour un pas « trop grand », amplification des erreurs pour une équation différentielle d'ordre 2).

Thème P1-2 : Les différents champs d'intervention de l'intégrale :

$\rightarrow$ Intégrale et primitives

L'intégrale se calculant au moyen d'une primitive OU l'intégration au service de la recherche d'une primitive.

Exemple : primitive de *ln* en procédant par intégration par parties.

Pour l'échange avec le jury, il est conseillé d'avoir à l'esprit un deuxième exemple de recherche de primitive au moyen d'une intégration par parties et d'avoir également une autre méthode pour trouver une primitive.

Exemple P1-2a : Pour x réel strictement positif,
$f(x) = 2xln(x) + 1 \; et \; F(x) = axln(x) + bx$, avec *a* et *b* réels, par identification de coefficients, trouver les valeurs de *a* et *b* pour *F* soit une primitive de *f*.

Approfondissement possible vers le supérieur : quelques transformations de fonctions afin de pouvoir les intégrer (par exemple : réduction en éléments simples d'une fonction rationnelle).

$\rightarrow$ Intégrale et probabilités

Le candidat peut reprendre les grandes lignes de la démonstration d'une des formules pour les lois à densité.
Par exemple : l'espérance pour une loi uniforme.

$\rightarrow$ Intégrale et aires, voire, vision de l'intégrale et volumes.

Illustration au moyen d'exemples.

→ Intégrale et récurrence

De nombreux exemples éclairent ce thème : par exemple, les intégrales de Wallis. Il s'agira de décrire les grandes étapes de calcul (calculs pour n égal à 0 puis 1, intégration par parties qui permet d'aboutir à la relation de récurrence liant un terme de rang $n+2$ à un terme de rang n et enfin, expression selon la parité et hérédité). Approximation de π.

Approfondissement vers le supérieur : calcul de l'intégrale de Gauss (la formule de Stirling pourra être admise).

Le candidat pourra citer un ou deux exemples de son choix en conservant la possibilité de citer d'autres exemples lors de l'échange.

Thème P1-3 : Description d'une expérience

Exemple P1-3a : Planche de Galton

Description (historique ou personnelle) de l'expérience, simulation.
Explicitation de la loi binomiale et du triangle de Pascal sous-jacents.
Lien avec le théorème central limite et la loi des grands nombres.

Exemple P1-3b : Surréservation et optimisation du bénéfice (par exemple pour une compagnie aérienne)

Exemple P1-3c : Décroissance radioactive du Radon 220 (résolution par la méthode d'Euler)

Thème P1-4 : Méthode de résolution à l'aide du tableur et de Python

Exemple P1-4a : Étude du paradoxe de Toscane.

On jette trois dés équilibrés à six faces puis on calcule la somme des trois résultats obtenus. La somme 10 est plus fréquente que la somme 9, alors qu'il y a autant de façons d'obtenir 9 que 10.

Remarque : L'élève pourra expliquer en quoi la tournure « autant de façons d'obtenir 9 que 10 » induit en erreur et provoque le phénomène paradoxal.

Exemple P1-4b : Approximation de π avec la loi des grands nombres (méthode de Buffon)

Thème P1-5 : Réflexions sur les probabilités

Exemple P1-5a : Paradoxe de Saint-Pétersbourg (jeu de Bernoulli) :

Pourquoi, alors que mathématiquement, l'espérance de gain est infinie à un jeu, les joueurs refusent-ils de jouer tout leur argent ?

L'élève pourra s'intéresser aux solutions de Nicolas Bernoulli, de Daniel Bernoulli (professeurs de mathématiques) mais aussi de Cramer. Il pourra développer les grandes lignes du calcul de l'espérance de l'utilité du gain avec l'utilisation du logarithme décimal.

Exemple P1-5b : Méthode de Monte-Carlo, approximation de π, détermination de la superficie d'un lac.

Thème P1-6 : Femmes et Mathématiques

Travaux de femmes mathématiciennes au cours des siècles.

Thème P1-7 : Travail ou recherche sur l'infini

→ Les moments du cycle terminale où ce thème est intervenu (intervalles, limites).

→ Travail historique sur les premiers balbutiements de l'infini et sur l'évolution au cours des siècles :
Pascal (texte sur les deux infinis), Fermat, Newton, Leibniz, Cantor, Hilbert, Gödel…

→ Travail sur l'apparition du symbole infini (Wallis, origine historique de la lemniscate de Bernoulli))

→ Réflexions sur « l'espace est-il infini ? » avec citations de physiciens ou philosophes sur ce sujet.

Paradoxe d'Archytas de Tarente, approche aristotélicienne puis géométrie non euclidienne…

→ Regard posé sur les fractales.

L'élève peut exposer ses recherches sur le triangle de Sierpinski, la courbe de Peano, le flocon de Koch. L'élève pourra également faire un lien avec l'Art (Escher, Raedschelders).
Point d'Histoire sur Mandelbrot possible.

Thème P1-8 : Les asymptotes (horizontales, verticales voire obliques)

Le candidat pourra dresser les différents cas de figure et citer quelques exemples. Il est également possible de citer quelques erreurs classiques en apportant les contre-exemples adéquats.

Exemple : « une courbe de fonction ne croise pas son asymptote ».

Remarque : Prendre quelques secondes pour parler de l'étymologie du mot « asymptote » ne nuira pas à l'exposé.

Thème P1-9 : L'utilisation des suites dans les domaines économiques ou des sciences physiques ou biologiques.

Le candidat pourra citer quelques exemples.

Thème P1-10 : Fiabilité des sondages

Thème P1-11 : Exemples d'utilisation des barycentres en Mathématiques (et éventuellement en Physique)

Thème P1-12 : Bilan sur les différentes manières de prouver l'orthogonalité (entre deux vecteurs, entre une droite et un plan, entre deux droites, entre deux plans). Approche vectorielle, approche analytique.

- P2-Expliciter les obstacles didactiques rencontrés et la façon dont on a levé ces obstacles

Cette piste est très personnelle et donne beaucoup de sens à l'expression orale. Il sera compliqué d'aller explorer Internet pour trouver un fil conducteur car seul, l'élève pourra faire le point sur un obstacle qu'il a identifié comme tel et sur les outils qu'il s'est construit pour surmonter cet obstacle.

Nous pouvons ici lister les obstacles fréquents rencontrés chez les élèves du cycle terminale ou les sources de difficultés :

- Comprendre la différence entre une hypothèse de récurrence et la propriété dont on veut démontrer la véracité pour tout entier naturel n.

- Comprendre l'outil « intégrale »

- Comprendre les fonctions logarithme et exponentielle qui ne s'expriment pas grâce aux fonctions usuelles (levier : renvoi aux fonctions trigonométriques)

- Division par zéro, place du zéro dans l'histoire des mathématiques

- Premières rencontres avec l'infini (adjectif puis symbole)

- P3-Donner les grandes étapes d'une démonstration

Thème P3-1 : Démonstration par récurrence

Les différents types de démonstrations rencontrées, importance de la première étape avec exemples et contre-exemples, celles qui utilisent l'hypothèse de récurrence aisément, celles qui nécessitent en plus la résolution d'une inéquation, celle qui utilisent une formule complexe (formule du binôme).

- **L'importance de la première étape d'initialisation**

Exemples et contre-exemples (cas pathogènes) :

Exemple P3-1a : « $\forall n \in \mathbb{N}$, P(n) = $n^2 + n + 41$ est premier ».

Cette assertion est fausse. Or, P(j) est premier pour j entier compris entre 0 et 40. Cet exemple montre qu'il n'est pas toujours aisé d'étudier l'initialisation. Ici, on arrive à « initialiser » mais la propriété n'est pas vraie.

Exemple P3-1b : « $3^{2n+4} - 2^n$ *est divisible par* 4 ».

Cette proposition est héréditaire mais il n'existe aucune valeur de *n* pour laquelle elle soit vraie. Cet exemple montre que l'étape de l'hérédité est non suffisante.

Exemple P3-1c : « $7^n + 1$ *est divisible par* 6 ».

Là encore, cette proposition est héréditaire mais n'est vraie pour aucune valeur de *n*.

Exemple P3-1d : « $\cos(n\pi) = 0$ ».

Cette proposition est héréditaire mais n'est vraie pour aucune valeur de *n*.

- **Les différents types de démonstrations d'hérédité** dont l'exposé des grandes lignes de l'une d'entre elles pourra être fait :

$\rightarrow$ Avec le symbole Σ

Exemple P3-1e : $\sum_{k=1}^{k=n} k^2 = \frac{1}{6}n(n+1)(2n+1)$

$\rightarrow$ Binôme de Newton (appel à la formule de Pascal)

$\rightarrow$ Card *P*(E) avec construction ensembliste pour l'hérédité

$\rightarrow$ Hérédité avec résolution d'une inéquation

Exemple P3-1f : Pour « $n \geq 4,\ 2^n \geq n^2$ » avec l'utilisation d'une condition suffisante pour prouver l'hérédité.

- **Intersection avec d'autres parties du programme**

Exemple P3-1g : où se mêlent récurrence et fonctions

A- Dérivée de $x \rightarrow x^n$, $n \in \mathbb{N}^*$, $x \in \mathbb{R}^+$

1) Soit f la fonction définie sur $\mathbb{R}^+$ par $f(x) = x^n$ où $n \in \mathbb{N}^*$,
Démontrer en utilisant le raisonnement par récurrence que
$f'(x) = nx^{n-1}$

2) Considérons la fonction g définie sur $\mathbb{R}^*$ par $g(x) = \frac{1}{x^n}$, $n \in \mathbb{N}^*$,
Prouver que, pour tout $n \in \mathbb{N}^*$, et pour tout $x \in \mathbb{R}^*$,
on a $g(x) = x^{-n}$ et $g'(x) = -nx^{-n-1}$

3) Justifier alors le théorème : Pour tout $n \in \mathbb{N}^*$, pour tout $x \in \mathbb{R}^*$,
Si $f(x) = x^n$ alors $f'(x) = nx^{n-1}$.
Utiliser ce théorème pour calculer les dérivées des fonctions suivantes :
a) $x \longmapsto x^{-3}$ b) $x \mapsto \frac{1}{x^5}$ c) $x \mapsto -\frac{2}{x^4}$

B- Dérivée de f^n

- **La récurrence et le jeu**

Exemple P3-1h : Jeu des tours de Hanoï
On considère trois lignes verticales *A*, *B* et *C*. Le jeu consiste à amener sur la tige *C* les disques empilés sur la tige *A*. Pour cela, on utilise la tige *B* comme intermédiaire en respectant les règles suivantes :
- On ne déplace qu'un disque à la fois
- Tout disque doit être au-dessus d'un disque de diamètre supérieur.

1) Soit d_n le nombre minimal de déplacements, *n* désignant le nombre de disques. Prouver que la suite (d_n) est définie par $d_1 = 1$ et $d_{n+1} = 2d_n + 1$

2) Calculer d_2, d_3, d_4 et d_5

3) Conjecturer une expression de d_n en fonction de *n*. La démontrer par récurrence.

Remarque : Pour cette approche ludique, cet exemple s'inscrit aussi dans la piste « montrer son intérêt pour un point du programme ».

Remarque sur le thème « récurrence » précédent : ce thème constitue à lui seul plusieurs exposés possibles car il n'est pas question qu'un élève développe en cinq minutes l'intégralité de ce qui précède.

Thème P3-2 : Donner des exemples (avec preuve) de propositions vraies et de propositions fausses.

On pourra au préalable faire un exposé sur les façons de prouver qu'une phrase quantifiée universellement (ou existentiellement) est vraie ou fausse.

Exemple P3-2a : Pour tout entier naturel *n*, si $n(n^2+4)$ n'est pas divisible par 8, alors *n* est impair.

Cet exemple est propice à l'explicitation de la preuve par contraposée.

Exemple P3-2b : Pour tout entier naturel *n*, n^2-n+4 est un nombre pair.

Cet exemple est propice à l'explicitation de la démonstration par disjonction des cas mais la preuve peut également se faire directement.

Exemple P3-2c : Pour tout entier naturel *n*, n^2-n+41 est un nombre premier.

Exemple P3-2d : Une suite convergente est croissante ou décroissante.

Ces deux derniers exemples sont propices à l'utilisation de la preuve par le contre-exemple. L'avant-dernier exemple est intéressant car il montre l'éventuelle (et quand même rare il faut bien l'avouer) complexité de l'initialisation.

- P4-Raconter un point de l'Histoire des Mathématiques sur une notion donnée pour mieux réfléchir sur les enjeux de demain

Thème P4-1 : La notion de fonction au cours des siècles

Les Babyloniens, l'école pythagoricienne, Leibniz, Bernoulli, Viète, Euler, Dirichlet…

Thème P4-2 : Les différentes notations pour la dérivée (Lagrange, Newton, Leibniz)

Thème P4-3 : Différents modèles d'évolution (modèle de Malthus, de Verhulst sur la démographie).

Thème P4-4 : Histoire des probabilités avec Bernoulli (loi binomiale), Poisson (loi des grands nombres), Bienaymé et Tchebychev (inégalité éponyme)

On pourra s'appuyer sur un des points travaillés par l'un de ces mathématiciens (exemple : le jeu de paume et Bernoulli)

Thème P4-5 : Histoire du zéro

Thème P4-6 : Histoire de l'infini (naissance du calcul infinitésimal, Archimède de Syracuse, Fermat, Pascal, paradoxe du continu de Gödel, apparition de la « lemniscate de Bernoulli couchée »)

Thème P4-7 : Le nombre π d'hier à aujourd'hui (recherche des décimales, approximations)

Thème P4-8 : Intégrale de Riemann, origine historique des premières recherches d'Archimède : la détermination du centre de gravité d'une surface triangulaire, le rapport entre aire et périmètre du cercle, le volume et l'aire de la sphère, le volume de la calotte sphérique, l'aire du « segment » de parabole, délimité par celle-ci et une de ses cordes.

On peut citer quelques travaux sur le calcul infinitésimal de Fourier, Fermat, Pascal, Wallis, Newton et Leibniz puis poser un regard sur la généralisation de la notion d'intégrale de Lebesgue.

Thème P4-9 : Quelques constantes célèbres : $\sqrt{2}, \pi, \gamma, ln2, e$.

Le candidat pourra citer ou développer une « anecdote » pour l'une ou plusieurs d'entre elles.

Thème P4-10 : Apparition des logarithmes, Napier, Briggs

- P5-Réflexion sur une utilisation des Mathématiques en Physique-Chimie ou en SVT ou travail avec une autre spécialité

Thème P5-1 : Mathématiques et Physique : Primitives et équations différentielles au service :

→ d'un mouvement rectiligne (phase d'accélération et de freinage d'un TGV)

→ d'un circuit électrique

→ de la chute d'un corps avec frottement

Thème P5-2 : Mathématiques et Sciences de la Vie et de la Terre : Équation différentielle et colonie de bactéries

Thème P5-3 : Mathématiques et chimie

→ Équation différentielle et mélange gazeux

→ Équation différentielle et cinétique chimique : étude de la réaction de saponification de l'éthanoate d'éthyle (méthode d'Euler)

→ Polyèdres et cristaux naturels, formule d'Euler pour les polyèdres réguliers convexes

Thème P5-4 : De l'actualité : mathématiques et épidémies, le modèle SIR

Modèle de Kermack et Mac Kendrick

Théorème du seuil

Thème P5-5 : Mathématiques et architecture

Étude géométrique de bâtiments célèbres : Le Parthénon et ses effets d'optique, les pyramides de Gizeh, le théâtre d'Épidaure et le nombre d'or, la cité radieuse et la chapelle Notre-Dame-du-Haut de Ronchamp du Corbusier et le nombre d'or.

Thème P5-6 : Mathématiques et Arts

Le nombre d'or à lui tout seul constitue un élément d'étude avec les monuments cités précédemment, avec la peinture : La Joconde, La Naissance de Vénus, avec la sculpture : l'éphèbe de Polyclète mais aussi avec la musique : harmonie et rythme.

Remarque : l'élève proposant un oral sur le nombre d'or aura à connaître quelques propriétés mathématiques (algébriques et géométriques) du nombre d'or pour anticiper les questions éventuelles sur ce sujet.

Thème P5-7 : Approfondissement et Histoire:

Pierre François Verhulst et l'étude d'une population évoluant en milieu fermé (équation logistique, modèle de Verhulst)

Pour ces différents thèmes, on rappellera les lois physiques intervenant, on décrira le type d'équation différentielle obtenue puis on en précisera la solution générale. On s'interrogera sur la détermination de la constante.

Grille d’évaluation indicative de l’épreuve orale terminale :

	Qualité orale de l'épreuve	Qualité de la prise de parole en continu	Qualité des connaissances	Qualité de l'interaction	Qualité et construction de l'argumentation
très insuffisant	Difficilement audible sur l'ensemble de la prestation. Le candidat ne parvient pas à capter l'attention.	Enoncés courts, ponctués de pauses et de faux démarrages ou énoncés longs à la syntaxe mal maîtrisée.	Connaissances imprécises, incapacité à répondre aux questions, même avec une aide et des relances.	Réponses courtes ou rares. La communication repose principalement sur l'évaluateur.	Pas de compréhension du sujet, discours non argumenté et décousu.
insuffisant	La voix devient plus audible et intelligible au fil de l'épreuve mais demeure monocorde. Vocabulaire limité ou approximatif.	Discours assez clair mais vocabulaire limité et énoncés schématiques.	Connaissances réelles, mais difficulté à les mobiliser en situation à l'occasion des questions du jury.	L'entretien permet une amorce d'échange. L'interaction reste limitée.	Début de démonstration mais raisonnement lacunaire. Discours insuffisamment structuré.
satisfaisant	Quelques variations dans l'utilisation de la voix ; prise de parole affirmée. Il utilise un lexique adapté. Le candidat parvient à susciter l'intérêt.	Discours articulé et pertinent, énoncés bien construits.	Connaissances précises, une capacité à les mobiliser en réponses aux questions du jury avec éventuellement quelques relances	Répond, contribue, réagit. Se reprend, reformule en s'aidant des propositions du jury.	Démonstration construite et appuyée sur des arguments précis et pertinents.
très satisfaisant	La voix soutient efficacement le discours. Qualités prosodiques marquées (débit, fluidité, variations et nuances pertinentes, etc.). Le candidat est pleinement engagé dans sa parole. Il utilise un vocabulaire riche et précis.	Discours fluide, efficace, tirant pleinement profit du temps et développant ses propositions.	Connaissances maîtrisées, les réponses aux questions du jury témoignent d'une capacité à mobiliser ces connaissances à bon escient et à les exposer clairement.	S'engage dans sa parole, réagit de façon pertinente. Prend l'initiative dans l'échange. Exploite judicieusement les éléments fournis par la situation d'interaction.	Maîtrise des enjeux du sujet, capacité à conduire et exprimer une argumentation personnelle, bien construite et raisonnée.

Lectures recommandées :

- **En mathématiques : que cherche-t-on ? comment cherche-t-on ? de Daniel Perrin (https://www.imo.universite-paris-saclay.fr/~perrin/Conferences/Boussy.pdf)**

- **Cryptographie et nombre premier de Daniel Perrin https://www.youtube.com/watch?v=dBTF2M3M1Uk**

- **Tout est mathématique, conférence Honoris Causa de Cédric Villani à HEC Paris**

- **https://blogs.futura-sciences.com/lehning/ (MATH'MONDE, le blog d'Hervé Lehning)**

- **https://www.apmep.fr/IMG/pdf/Fonctions.pdf**

- **https://irma.math.unistra.fr/~baumann/polyh.pdf**

  (Histoire des Mathématiques, UFR de mathématiques et d'informatique — Université Louis Pasteur7, rue René Descartes — 67084 Strasbourg Cedex)

- **CQFD, 21 façons de prouver en mathématiques** de Yan Pradeau.

Les mathématiques semblent le champ le plus solide du savoir scientifique : « c'est prouvé par a + b ». À cette certititude correspondent non pas une, mais d'innombrables façons de démontrer – on compte par exemple plus de 300 preuves du théorème de Pythagore : par exemple par l'absurde, par contre-exemple, par récurrence, etc. Une redondance d'autant plus troublante que certaines sont jugées plus solides que d'autres… Qu'est-ce que prouver et comment s'y prend-on ? Comment lever les paradoxes de l'infini ? Pourquoi faut-il des axiomes ? Quel crédit accorder à un théorème établi par un ordinateur ?

Dans cet essai, Yan Pradeau lève le voile sur une activité essentielle des mathématiciens. Une fois n'est pas coutume, il détaille, non leurs résultats, mais les chemins qui y mènent. Quand on sait depuis Gödel que tout ce qui est vrai n'est pas forcément prouvable, on mesure l'utilité de cet ouvrage.

- **Le fascinant nombre π**, Bibliothèque Pour la Science, Belin
- Brochure de l'ONISEP « **Les métiers des mathématiques** »
- https://www.maths-et-tiques.fr/index.php/histoire-des-maths/nombres/l-infini
- « **Les objets fractals : Forme, hasard, dimension** » de Benoît Mandelbrot.
- Conférences de Bruno Marion pour se familiariser avec l'art oratoire dans un propos scientifique (« **Théorie du chaos, conduite du changement** »)

Bibliographie-sitographie :

- Rapport de Cyril Delhay sur le grand oral : apprendre à tous les élèves à porter leur propre parole.
  Cyril Delhay , professeur d'Art oratoire à Sciences Po Paris a remis à Jean-Michel Blanquer un rapport « Faire du grand oral un levier de l'égalité des chances ».

- Terminale-Spé Maths- lelivrescolaire nouveau programme
- Variation Hatier, Terminale
- Barbazo Mathématiques, Tle Spécialité-Hachette
- Maths93.com
- Futura planète
- Wikipédia
- Université mathématique de Toulouse
- Repères-IREM n°21

Les textes officiels sur l’épreuve (Bulletin officiel spécial n° 2 du 13 février 2020)

Cette épreuve a été conçue pour permettre au candidat de montrer sa capacité à prendre la parole en public de façon claire et convaincante. Elle lui permettra aussi d’utiliser les connaissances liées à ses spécialités pour démontrer ses capacités argumentatives et la maturité de son projet de poursuite d'études, voire professionnel.

Apprendre à s’exprimer, argumenter, écouter, sont des compétences indispensables dans la vie professionnelle et personnelle. La mise en place du Grand oral du baccalauréat dans les voies générales et technologiques - comme la présentation du chef-d’œuvre dans la voie professionnelle - donne une opportunité à tous les élèves de travailler la prise de parole.

Ces compétences orales vont être travaillées tout au long de la scolarité et d’une manière plus poussée encore au dernier trimestre de la classe de terminale dans le cadre des cours d’enseignement de spécialité (12h). Des ressources vont être très prochainement mises à la disposition des professeurs.

En voie générale et technologique, les élèves passeront donc un Grand oral à la fin de l’année de terminale. Cette épreuve obligatoire fait partie des 5 épreuves finales du bac (60% de la note finale). Elle est notée sur 20 points et est valorisée par un coefficient 10 (en voie générale) ou 14 (en voie technologique).

Le Grand oral dure 20 minutes avec 20 minutes de préparation.

Le candidat présente au jury deux questions préparées avec ses professeurs et éventuellement avec d’autres élèves, qui portent sur ses deux spécialités, soit prises isolément, soit abordées de manière transversale en voie générale. Pour la voie technologique, ces questions s’appuient sur l’enseignement de spécialité pour lequel le programme prévoit la réalisation d’une étude approfondie.

Le jury choisit une de ces deux questions. Le candidat a ensuite 20 minutes de préparation pour mettre en ordre ses idées et créer s’il le souhaite un support (qui ne sera pas évalué) à donner au jury.
L’exposé se déroule sans note et debout

Pendant 5 minutes, le candidat présente la question choisie et y répond. Le jury évalue son argumentation et ses qualités de présentation.

Ensuite, pendant 10 minutes, le jury échange avec le candidat et évalue ses qualités d’écoute et ses compétences argumentatives. Ce temps d'échange permet à l’élève de mettre en valeur ses connaissances, liées au programme des spécialités suivies en classe de première et terminale.

Les 5 dernières minutes d’échanges avec le jury portent sur le projet d'orientation du candidat. Le candidat montre que la question traitée a participé à la maturation de son projet de poursuite d'études, et même pour son projet professionnel.

Le jury va porter son attention sur la solidité des connaissances, la capacité à argumenter et à relier les savoirs, l'expression et la clarté du propos, l'engagement dans la parole, la force de conviction et la manière d'exprimer une réflexion personnelle, ainsi qu'aux motivations du candidat.

Le jury est formé par deux professeurs de matières différentes : un professeur d'une des deux spécialités de l'élève et un professeur de l'autre spécialité ou d'un des enseignements communs, ou encore un professeur-documentaliste.

Cette note de service est applicable à compter de la session 2021 du baccalauréat pour l'épreuve orale terminale (dite épreuve du Grand oral), telle que définie par les arrêtés du 16 juillet 2018 relatifs aux épreuves du baccalauréat général et du baccalauréat technologique.

Définition et objectifs (Baccalauréat général)

Épreuve orale

Durée : 20 minutes

Préparation : 20 minutes

Coefficient : 10

L'épreuve orale terminale est l'une des cinq épreuves terminales de l'examen du baccalauréat.

Elle est obligatoire pour tous les candidats qui présentent l'épreuve dans les mêmes conditions.

Les candidats à besoins éducatifs particuliers peuvent demander à bénéficier d'aménagements de l'épreuve conformément à l'annexe 2.

Finalité de l'épreuve

L'épreuve permet au candidat de montrer sa capacité à prendre la parole en public de façon claire et convaincante. Elle lui permet aussi de mettre les savoirs qu'il a acquis, particulièrement dans ses enseignements de spécialité, au service d'une argumentation, et de montrer comment ces savoirs ont nourri son projet de poursuite d'études, voire son projet professionnel.

Évaluation de l'épreuve

L'épreuve est notée sur 20 points.

Le jury valorise la solidité des connaissances du candidat, sa capacité à argumenter et à relier les savoirs, son esprit critique, la précision de son expression, la clarté de son propos, son engagement dans sa parole, sa force de conviction. Il peut s'appuyer sur la grille indicative de l'annexe 1.

Format et déroulement de l'épreuve

L'épreuve, d'une durée totale de 20 minutes, se déroule en trois temps :

Premier temps : présentation d'une question (5 minutes)

Au début de l'épreuve, le candidat présente au jury deux questions.

Ces questions portent sur les deux enseignements de spécialité soit pris isolément, soit abordés de manière transversale. Elles mettent en lumière un des grands enjeux du ou des programmes de ces enseignements. Elles sont adossées à tout ou partie du programme du cycle terminal. Pour les candidats scolarisés, elles ont été élaborées et préparées par le candidat avec ses professeurs et, s'il le souhaite, avec d'autres élèves.

Les questions sont transmises au jury, par le candidat, sur une feuille signée par les professeurs des enseignements de spécialité du candidat et portant le cachet de son établissement d'origine.

Le jury choisit une des deux questions. Le candidat dispose de 20 minutes de préparation pour mettre en ordre ses idées et réaliser, s'il le souhaite, un support qu'il remettra au jury sur une feuille qui lui est fournie. Ce support ne fait pas l'objet d'une évaluation. L'exposé du candidat se fait sans note.

Le candidat explique pourquoi il a choisi de préparer cette question pendant sa formation, puis il la développe et y répond.

Le jury évalue les capacités argumentatives et les qualités oratoires du candidat.

Deuxième temps : échange avec le candidat (10 minutes)

Le jury interroge ensuite le candidat pour l'amener à préciser et à approfondir sa pensée. Il peut interroger le candidat sur toute partie du programme du cycle terminal de ses enseignements de spécialité et évaluer ainsi la solidité des connaissances et les capacités argumentatives du candidat.

Troisième temps : échange sur le projet d'orientation du candidat (5 minutes)

Le candidat explique en quoi la question traitée éclaire son projet de poursuite d'études, voire son projet professionnel. Il expose les différentes étapes de la maturation de son projet (rencontres, engagements, stages, mobilité internationale, intérêt pour les enseignements communs, choix de ses spécialités, etc.) et la manière dont il souhaite le mener après le baccalauréat.

Le jury mesure la capacité du candidat à conduire et exprimer une réflexion personnelle témoignant de sa curiosité intellectuelle et de son aptitude à exprimer ses motivations.

Le candidat effectue sa présentation du premier temps debout, sauf aménagements pour les candidats à besoins spécifiques. Pour les deuxième et troisième temps de l'épreuve, le candidat est assis ou debout selon son choix.

Si la question traitée concerne l'enseignement de spécialité langues, littératures et cultures étrangères et régionales, chacun des deux premiers temps de l'épreuve orale terminale peut se dérouler, en partie, dans la langue vivante concernée par l'enseignement de spécialité, selon le choix du candidat.

Candidats individuels ou issus des établissements privés hors contrat

Les candidats individuels ou les candidats issus des établissements scolaires privés hors contrat présentent l'épreuve orale terminale dans les mêmes conditions que les candidats scolaires. Le document précisant les questions présentées par le candidat à destination du jury est alors constitué par le candidat lui-même, en conformité avec le cadre défini pour les candidats scolaires.

Composition du jury

Le jury est composé de deux professeurs de disciplines différentes, dont l'un représente l'un des deux enseignements de spécialité du candidat et l'autre représente l'autre enseignement de spécialité ou l'un des enseignements communs, ou est professeur-documentaliste.

Définition et objectifs (Baccalauréat technologique)

Épreuve orale

Durée : 20 minutes

Préparation : 20 minutes

Coefficient : 14

L'épreuve orale terminale est l'une des cinq épreuves terminales de l'examen du baccalauréat.

Elle est obligatoire pour tous les candidats, qui présentent l'épreuve dans les mêmes conditions.

Les candidats à besoins éducatifs particuliers peuvent demander à bénéficier d'aménagements de l'épreuve conformément à l'annexe 2.

Finalité de l'épreuve

L'épreuve permet au candidat de montrer sa capacité à prendre la parole en public de façon claire et convaincante. Elle lui permet aussi de mettre les savoirs qu'il a acquis, particulièrement dans ses enseignements de spécialité, au service d'une argumentation, et de montrer comment ces savoirs ont nourri son projet de poursuite d'études, voire son projet professionnel.

Évaluation de l'épreuve

L'épreuve est notée sur 20 points.

Le jury valorise la solidité des connaissances du candidat, sa capacité à argumenter et à relier les savoirs, son esprit critique, la précision de son expression, la clarté de son propos, son engagement dans sa parole, sa force de conviction. Il peut s'appuyer sur la grille indicative de l'annexe 1.

Format et déroulement de l'épreuve

L'épreuve, d'une durée totale de 20 minutes, se déroule en trois temps :

Premier temps : présentation d'une question (5 minutes)

Au début de l'épreuve, le candidat présente au jury deux questions.

Ces questions s'appuient sur l'enseignement de spécialité pour lequel le programme prévoit la réalisation d'une étude approfondie. Les candidats scolarisés peuvent avoir préparé cette étude individuellement ou avec d'autres élèves.

Les questions présentées par le candidat lui permettent de construire une argumentation pour définir les enjeux de son étude, la mettre en perspective, analyser la démarche engagée au service de sa réalisation ou expliciter la stratégie adoptée et les choix opérés en termes d'outils et de méthodes.

Les questions sont transmises au jury par le candidat sur une feuille, signée par le professeur de la spécialité concernée et portant le cachet de l'établissement d'origine du candidat.

Le jury choisit une des deux questions. Le candidat dispose de 20 minutes de préparation pour mettre en ordre ses idées et réaliser, s'il le souhaite, un support qu'il remettra au jury sur une feuille qui lui est fournie. Ce support ne fait pas l'objet d'une évaluation. L'exposé du candidat se fait sans note.

Le candidat explique pourquoi il a choisi de préparer cette question pendant sa formation, puis il la développe et y répond.

Le jury évalue les capacités argumentatives et les qualités oratoires du candidat.

Deuxième temps : échange avec le candidat (10 minutes)

Le jury interroge ensuite le candidat pour l'amener à préciser et à approfondir sa pensée. Cette interrogation peut porter sur toute partie du programme du cycle terminal des enseignements de spécialité de la série dans laquelle le candidat est inscrit. Ce temps d'échange permet d'évaluer la solidité des connaissances du candidat et ses capacités argumentatives.

Troisième temps : un échange sur le projet d'orientation du candidat (5 minutes)

Le candidat explique en quoi la question traitée éclaire son projet de poursuite d'études, voire son projet professionnel. Il expose les différentes étapes de la maturation de son projet (rencontres, engagements, stages, mobilité internationale, intérêt pour les enseignements communs, choix de ses spécialités, etc.) et la manière dont il souhaite le mener après le baccalauréat.

Le jury mesure la capacité du candidat à conduire et exprimer une réflexion personnelle témoignant de sa curiosité intellectuelle et de son aptitude à exprimer ses motivations.

Le candidat effectue sa présentation du premier temps debout, sauf aménagements pour les candidats à besoins spécifiques. Pour les deuxième et troisième temps de l'épreuve, le candidat est assis ou debout selon son choix.

Candidats individuels ou issus des établissements privés hors contrat

Les candidats individuels ou les candidats issus des établissements scolaires privés hors contrat présentent l'épreuve orale terminale dans les mêmes conditions que les candidats scolaires. Le document précisant les questions présentées par le candidat à destination du jury est alors constitué par le candidat lui-même, en conformité avec le cadre défini pour les candidats scolaires.

Composition du jury

Le jury est composé de deux professeurs de disciplines différentes, dont l'un représente l'enseignement de spécialité du candidat pour lequel le programme prévoit la réalisation d'un projet propre à la série, et l'autre représente le second enseignement de spécialité ou l'un des enseignements communs, ou est professeur-documentaliste.