

**MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE**

**ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE**

ADMINISTRATION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Service général de l'Enseignement organisé par la Communauté française

**ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ORDINAIRE DE PLEIN EXERCICE**

**Humanités professionnelles et techniques**

**Enseignement technique de qualification**

**Troisième degré**

**PROGRAMME D'ÉTUDES DU COURS DE :**

**MATHÉMATIQUES**  
**(inclus dans les options groupées)**

**114/2004/248B**

## **AVERTISSEMENT**

Le présent programme est d'application depuis l'année scolaire 2004/2005, dans les deux années du troisième degré de l'enseignement secondaire technique de qualification.

Il abroge et remplace le programme provisoire 114P/2004/248B auquel il est identique.

Le programme 114P/2004/248B avait été approuvé à titre provisoire dans l'attente de l'avis favorable de la Commission des programmes pour les humanités professionnelles et techniques.

Cet avis favorable étant intervenu, le programme ci-après (114/2004/248B) a reçu l'approbation ministérielle.

Ce programme figure sur RESTODE, serveur pédagogique de l'enseignement organisé par la Communauté française.

Adresse : <http://www.restode.cfwb.be/programmes>

Il peut en outre être imprimé au format PDF.

# TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	2
PRELIMINAIRES .....	3
PROGRAMME DE MATHÉMATIQUES DU TROISIÈME DEGRÉ DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DE QUALIFICATION .....	7
INTRODUCTION .....	7
COMPÉTENCES A DÉVELOPPER.....	9
Module n°1 : ANALYSE I. ....	11
Graphiques de fonctions.....	12
Limites de fonctions et asymptotes .....	13
Dérivées .....	14
Module n°2 : ANALYSE II. ....	15
Primitives et intégrales.....	15
Fonctions logarithmiques et exponentielles.....	15
Module n°3 : GÉOMÉTRIE PLANE .....	16
Module n°4 : GÉOMÉTRIE DANS L'ESPACE .....	16
Module n°5 : NOMBRES COMPLEXES.....	17
Module n°6 : TRIGONOMETRIE I .....	18
Module n°7 : TRIGONOMÉTRIE II. ....	19
Module n°8 : ALGÈBRE .....	20
Module n°9 : MATHÉMATIQUES FINANCIÈRES.....	21
Module n°10 : FONCTIONS.....	22
Module n°11 : STATISTIQUE A UNE VARIABLE .....	23
Module n°12 : STATISTIQUE A DEUX VARIABLES. ....	24
Module n°13 : ANALYSE COMBINATOIRE .....	25
Module n°14 : CALCUL DES PROBABILITÉS .....	25
Exemples de situations d'apprentissage. ....	26

## PRÉLIMINAIRES

Au troisième degré de l'enseignement technique de qualification organisé par la Communauté française, l'importance du cours de mathématiques diffère selon les options. Il en résulte que celui-ci peut être organisé, suivant les options existantes, selon les différents schémas suivants :

$$4 + 4$$

$$4 + 3$$

$$3 + 3$$

$$4 + 2$$

$$3 + 2$$

$$2 + 2$$

(le premier nombre indiquant le nombre de périodes hebdomadaires en 5TQ et le second le nombre de périodes hebdomadaires en 6TQ).

Les deux premiers cas regroupent spécialement des options relevant des secteurs « Industrie » et « Construction ».

Les élèves qui suivent des options organisant un cours de mathématiques à 3 périodes hebdomadaires tant en 5e qu'en 6e année (3 + 3) relèvent de deux catégories : ceux dont les cours techniques exigent une certaine formation en mathématiques (ce sera le cas par exemple de toutes les options relevant du secteur « Agronomie ») et ceux pour lesquels le cours de mathématiques est une formation générale (ce sera le cas par exemple des options relevant du secteur « Service aux personnes »). Dans le premier cas, le cours sera plus poussé et la technicité des mathématiques plus évoluée. Il en résulte que, lors de la formation des groupes-classes en début d'année scolaire, **il faudra éviter de regrouper des élèves de ces deux catégories**. Dans le second cas, le programme est davantage tourné vers les « mathématiques du citoyen ».

Les cas où la grille-horaire prévoit 4 périodes hebdomadaires en 5e année et 2 en 6e sont traités séparément. Cependant, les matières prévues sont les mêmes que dans le cas 3 + 3 (« mathématiques du citoyen »).

Enfin, les matières retenues pour les élèves qui suivent un cours à 3 ou 2 périodes hebdomadaires en 5e année et un cours à deux périodes hebdomadaires en 6e année relèvent toutes des « mathématiques du citoyen ».

Il va sans dire que le développement de chaque chapitre dépendra de l'option choisie par les élèves ; l'importance, le nombre et la difficulté des exercices varieront en fonction de la finalité de l'option. **De toute façon, le professeur adaptera son enseignement aux élèves qui lui sont confiés.**

Au cas où une nouvelle option serait créée, le programme choisi par le professeur tiendra évidemment compte du nombre de périodes attribuées au cours de mathématiques et du fil conducteur qui a structuré ce programme.

Enfin, les programmes ont été conçus de telle manière que de nombreux regroupements soient possibles : tous les élèves ayant par exemple 4 périodes hebdomadaires de mathématiques en 5TQ peuvent être regroupés sans aucun problème.

## Cours de mathématiques - 3e degré technique de qualification

Le **programme n°1** concerne les élèves qui suivent **4 périodes hebdomadaires en 5TQ et 4 en 6 TQ** comporte les modules suivants :

- ◆ En 5TQ : 1, 4, 5, 6 et 7.
- ◆ En 6 TQ : 2, 3, 11, 12, 13, et 14.

Le **programme n°2** concerne les élèves qui suivent **4 périodes hebdomadaires en 5TQ et 3 en 6TQ**. Il comporte les modules suivants :

- ◆ En 5TQ : 1, 4, 5, 6 et 7.
- ◆ En 6 TQ : 2, 3, 11, 13 et 14.

Le **programme n°3** concerne les élèves qui suivent **3 périodes hebdomadaires en 5TQ et 3 en 6 TQ** et qui ont besoin d'une formation poussée en mathématiques (par exemple les élèves de l'option "sciences économiques"). Il comporte les modules suivants :

- ◆ En 5TQ : 1, 4, 6 et 7.
- ◆ En 6 TQ : 2, 3, 11, 13 et 14.

Le **programme n°4** concerne les élèves qui suivent **4 périodes hebdomadaires en 5 TQ et 2 en 6 TQ**. Il comporte les modules suivants :

- ◆ En 5TQ : 1, 4, 5, 6 et 7.
- ◆ En 6 TQ : 2, 11, 13 et 14.

Le **programme n°5** concerne les élèves qui suivent **3 périodes hebdomadaires en 5TQ et 3 en 6 TQ** et qui n'ont pas besoin d'une formation poussée en mathématiques (par exemple les élèves de l'option "animateur"). Il comporte les modules suivants :

- ◆ En 5TQ : 1 et 6.
- ◆ En 6 TQ : 2, 11, 13 et 14.

Le **programme n°6** concerne les élèves qui suivent **3 périodes hebdomadaires en 5TQ et 2 en 6 TQ**. Il comporte les modules suivants :

- ◆ En 5TQ : 6, 8, 9 et 10.
- ◆ En 6 TQ : 11, 13, et 14.

Le **programme n°7** concerne les élèves qui suivent **2 périodes hebdomadaires en 5TQ et 2 en 6 TQ**. Il comporte les modules suivants :

- ◆ En 5TQ : 8, 9, et 10.
- ◆ En 6 TQ : 11, 13, et 14.

Ceci peut se résumer dans les tableaux suivants :

**Cours de mathématiques - 3e degré technique de qualification**

**Classes de 5TQ**

<i>Programme n°1 (4 + 4)</i>	<i>Programme n°2 (4 + 3)</i>	<i>Programme n°3 (3 +3)</i>	<i>Programme n°4 (4 + 2)</i>
<i>5TQ(4h)</i>	<i>5TQ(4h)</i>	<i>5TQ(3h)</i>	<i>5TQ(4h)</i>
1. Analyse I : Graphiques de fonctions Limites et asymptotes Dérivées	1. Analyse I : Graphiques de fonctions Limites et asymptotes Dérivées	1. Analyse I : Graphiques de fonctions Limites et asymptotes Dérivées	1. Analyse I : Graphiques de fonctions Limites et asymptotes Dérivées
4. Géométrie dans l'espace			
5. Nombres complexes	5. Nombres complexes		5. Nombres complexes
6. Trigonométrie I. 7. Trigonométrie II	6. Trigonométrie I 7. Trigonométrie II	6. Trigonométrie I 7. Trigonométrie II	6. Trigonométrie I 7. Trigonométrie II

**Classes de 6TQ.**

<i>6TQ(4h)</i>	<i>6TQ(3h)</i>	<i>6TQ(3h)</i>	<i>6TQ(2h)</i>
2. Analyse II : Primitives et intégrales. Fonctions logarithmiques et exponentielles.	2. Analyse II : Primitives et intégrales. Fonctions logarithmiques et exponentielles.	2. Analyse II : Primitives et intégrales. Fonctions logarithmiques et exponentielles.	2. Analyse II : Primitives et intégrales. Fonctions logarithmiques et exponentielles.
3. Géométrie plane	3. Géométrie plane	3. Géométrie plane	
11. Statistique à une variable			
12. Statistique à deux variables			
13. Analyse combinatoire	13. Analyse combinatoire	13. Analyse combinatoire	13. Analyse combinatoire
14. Calcul des probabilités			

**Cours de mathématiques - 3e degré technique de qualification**

**Classes de 5TQ**

<i>Programme n°5 (3+3)</i>	<i>Programme n°6 (3 + 2)</i>	<i>Programme n°7 (2 + 2)</i>
<i>5TQ(3h)</i>	<i>5TQ(3h)</i>	<i>5TQ(2h)</i>
1. Analyse I : Graphiques de fonctions Limites et asymptotes Dérivées	8. Algèbre : Puissances et radicaux. P.A. et P.G. Logarithmes décimaux	8. Algèbre : Puissances et radicaux. P.A. et P.G. Logarithmes décimaux
	9. Mathématiques financières	9. Mathématiques financières
	10. Fonctions.	10. Fonctions.
6. Trigonométrie I	6. Trigonométrie I	

**Classes de 6TQ.**

<i>6TQ(3h)</i>	<i>6TQ(2h)</i>	<i>6TQ(2h)</i>
2. Analyse II : Primitives et intégrales. Fonctions logarithmiques et exponentielles		
11. Statistique à une variable	11. Statistique à une variable	11. Statistique à une variable
13. Analyse combinatoire	13. Analyse combinatoire	13. Analyse combinatoire
14. Calcul des probabilités	14. Calcul des probabilités	14. Calcul des probabilités

**Du fait des différences importantes entre les programmes n°5 et n°6, il serait profondément regrettable que les élèves de ces options soient regroupés au sein d'une même classe pour le cours de mathématiques.**

# PROGRAMME DE MATHÉMATIQUES

## DU TROISIÈME DEGRÉ

### DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DE QUALIFICATION

## INTRODUCTION

Le cours de mathématiques doit permettre au futur technicien de faire preuve de sa maîtrise des notions fondamentales des mathématiques en utilisant et en appliquant celles-ci dans les cours techniques et pratiques.

Le programme d'analyse prévu dans la plupart des options fortes en mathématiques exige que les élèves disposent d'une calculatrice graphique ou d'un tableur ou à tout le moins d'une calculatrice scientifique.

Lors de la résolution de problèmes numériques (qui sont les plus importants dans l'enseignement technique), on attirera l'attention sur la nécessité d'encadrer ou d'arrondir judicieusement les résultats obtenus.

Les exemples, les exercices et les applications seront, dans la mesure du possible, choisis en concordance avec les cours techniques.

### Présentation du document

Le présent programme est présenté de façon modulaire : il permet ainsi au professeur de pouvoir facilement comparer les matières reprises dans les différentes options. Celles-ci ont été choisies en tenant compte des besoins des élèves dans leurs cours techniques. C'est donc tout naturellement que le professeur trouvera la plupart des **situations d'apprentissage**<sup>1</sup> et exemples traités dans ces cours.

Pour atteindre les différents objectifs pédagogiques, ce nouveau programme, présenté en trois colonnes, précise les intitulés des différentes matières à rencontrer, les compétences à

---

<sup>1</sup> Les professeurs trouveront des exemples de situations d'apprentissage à la fin de ce document.

## Cours de mathématiques - 3e degré technique de qualification

développer chez les élèves et des orientations méthodologiques pour leur permettre d'atteindre ces compétences. Ces trois points de vue sont indissociables.

La présentation de ce document en une énumération de points de matières et de compétences est due à un souci de clarté et d'efficacité. Elle ne donne nullement un ordre de matières à respecter et à voir de façon linéaire.

### Objectifs généraux

L'enseignement sera adapté aux situations vécues par les élèves.

Le cours de mathématiques ne peut se limiter à transmettre des savoirs ; comme les programmes précédents, il doit privilégier le développement de compétences qui permettront aux jeunes de s'insérer, de s'impliquer et de s'épanouir dans une société en évolution permanente.

Les mathématiques apprises dans l'enseignement technique de qualification doivent être utiles pour gérer la vie quotidienne, aborder des études supérieures, accéder à un emploi, l'exercer et servir de base à des formations continuées.

Les mathématiques ne sont pas seulement un ensemble de connaissances à transmettre aux jeunes, mais surtout un savoir à construire avec eux.

### Pour ce faire, il faut :

#### → FAVORISER UNE RÉELLE ACTIVITÉ DES ÉLÈVES

Par une approche claire, simple, concrète et compréhensible par tous, le professeur donnera un sens aux mathématiques. Il veillera à dispenser un enseignement pratique, utile et valorisant. Les élèves seront placés devant des activités variées où curiosité, participation et responsabilité seront favorisées. Face à un problème, ils apprendront à démarrer une recherche, à découvrir une, voire des stratégies, à éviter les pièges, à se corriger, à utiliser les erreurs commises pour arriver à une solution.

On habituera l'élève à observer, raisonner et justifier.

#### → ADAPTER LES MATHÉMATIQUES A L'ÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE DE LA SOCIÉTÉ

Il est indispensable d'adapter son enseignement aux nouvelles technologies : l'ordinateur et la calculatrice doivent occuper une place prépondérante dans l'enseignement des mathématiques. Leur utilisation comme outil pédagogique permettra d'ailleurs au professeur d'apporter un éclairage nouveau sur les mathématiques.

L'introduction de l'une ou l'autre matière du programme ou la résolution d'un problème par l'ordinateur attirera chez l'élève plus d'attention et pourrait susciter chez lui un plus grand intérêt pour le cours de mathématiques.

→ **HABITUER LES ÉLÈVES A**

- tenir correctement un cahier ;
- présenter des travaux soignés ;
- éviter les fautes d'orthographe ;
- s'exprimer oralement ;
- formuler clairement les raisonnements ;
- énoncer et rédiger la réponse à la question posée ou la conclusion du raisonnement élaboré ;
- contrôler la plausibilité des solutions.

## **COMPÉTENCES A DÉVELOPPER**

On développera les compétences suivantes :

### **1. Analyser une situation :**

- comprendre un message, en analyser la structure et repérer les idées centrales,
- rechercher des informations utiles et exprimées sous différentes formes.

### **2. Traiter, argumenter, raisonner :**

- traduire une information d'un langage dans un autre, par exemple passer du langage courant au langage graphique ou algébrique et réciproquement,
- observer à partir des acquis antérieurs et en fonction du but à atteindre,
- dégager une méthode de travail,
- rassembler des arguments et les organiser en une chaîne déductive,
- choisir une procédure adéquate et la mener à son terme,
- utiliser certains résultats pour traiter des questions issues des cours techniques.

### **3. Communiquer :**

- maîtriser le vocabulaire, les symboles et les connecteurs « si ... alors », « en effet », « par ailleurs », « ainsi », « donc », « et », « ou », ...
- rédiger une explication,
- présenter ses résultats dans une expression claire, concise, exempte d'ambiguïté,
- produire un schéma, un graphique ou un tableau qui éclaire ou résume une situation.

### **4. Généraliser, structurer, synthétiser :**

- reconnaître une propriété commune à des situations différentes,
- étendre une règle, un énoncé ou une propriété à un domaine plus large,
- généraliser des résultats obtenus et les contrôler,
- organiser des acquis dans une construction théorique.

**COMPÉTENCES A DÉVELOPPER**

## **Module n°1 : ANALYSE I.**

**Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.**

### **REMARQUES PRÉLIMINAIRES.**

Il est plus important de savoir interpréter convenablement un graphique que de l'établir au départ de notions théoriques.

Aucune théorie ne sera développée.

Les exercices de calcul de limites, d'asymptotes et de dérivées se justifient dans la mesure où ils aident à comprendre les notions fondamentales et servent à l'étude des fonctions dont on a besoin. On étudiera les fonctions qui seront représentées graphiquement par la suite.

Parmi les fonctions à étudier, on prendra au moins des sommes, produits, quotients et composées avec  $x \rightarrow ax + b$ , de fonctions réelles simples, y compris les fonctions trigonométriques. On se limitera aux fonctions rationnelles et trigonométriques, spécialement celles en rapport avec les cours techniques.

## Graphiques de fonctions

Compétences à atteindre	Matière	Orientations méthodologiques
<p>Relier le graphique de chaque fonction de référence à son équation et réciproquement.</p> <p>Du graphique d'une fonction <math>f(x)</math> déduire celui des fonctions <math>f(x) + k, f(x + k), kf(x), f(kx),  f(x) </math> pour des valeurs simples de <math>k</math>.</p> <p>Savoir rechercher le domaine de définition d'une fonction, déterminer si une fonction est paire ou impaire et étudier la croissance d'une fonction sur un intervalle.</p>	<p>Fonctions usuelles de référence :</p> $f(x) = x, x^2, x^3, \frac{1}{x}, \sqrt{x}, \sqrt[3]{x},  x ,$ <p><math>\sin x, \cos x</math></p> <p>Fonctions liées aux fonctions de références par passage de <math>f(x)</math> à <math>f(x) + k, f(x + k), kf(x), f(kx),  f(x) </math></p> <p>Domaine de définition d'une fonction. Parité, périodicité. Croissance sur un intervalle, maximum, minimum.</p>	<p>En se limitant à des valeurs simples de <math>k</math>, on montrera que ces transformations engendrent des fonctions dont les graphiques conservent certaines propriétés du graphique initial.</p> <p>On examinera notamment les transformations du graphique de <math>f(x)</math> par les symétries relativement à <math>Ox, Oy</math> et <math>O</math>.</p> <p>Les calculatrices graphiques, les tableurs et des logiciels permettent une comparaison aisée de plusieurs graphiques afin de les classer.</p> <p>Une familiarisation avec ces notions précédera les définitions.</p> <p>Les exercices concerneront les fonctions déjà rencontrées.</p>
<p>Description et comparaison de graphiques. Somme, différence, produit de fonctions de référence.</p> <p>Composition de fonctions de référence.</p>	<p>Décrire les caractéristiques générales d'une fonction à partir du graphique en utilisant un vocabulaire précis.</p> <p>Représenter une situation, un problème à l'aide du graphique d'une fonction.</p>	<p>Ce chapitre est l'occasion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ d'utiliser une calculatrice graphique ou un logiciel,</li> <li>▪ de faire le lien avec des applications relevant d'autres disciplines, en particulier techniques.</li> </ul> <p>Les calculatrices graphiques et les ordinateurs apportent une aide précieuse au professeur pour aborder les notions prévues.</p>

### Limites de fonctions et asymptotes

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Calculer une limite d'une fonction.                      Déterminer les équations des asymptotes au graphique d'une fonction.                      Lever une indétermination, y compris dans le cas de fonctions trigonométriques.                      Prévoir l'existence d'asymptotes en observant le graphique et l'équation d'une fonction.                      Contrôler la plausibilité du résultat d'un calcul en utilisant éventuellement une calculatrice ou un logiciel.</p>	<p>Limites en un point, finies et infinies.                      Limites en <math>+\infty</math> et <math>-\infty</math>.                      Limite à gauche et limite à droite.                      Asymptotes                      Limites de fonctions trigonométriques de base et rationnelles.                      Règles de calcul des limites.                      Cas d'indétermination.</p>	<p>La notion de limite sera interprétée à partir de graphiques.                      Quelques exemples de fonctions discontinues en un point seront envisagés.                      On énoncera avec précision les théorèmes relatifs aux limites.                      L'approche expérimentale de la notion de limite et la visualisation du comportement de fonctions au voisinage d'un réel seront facilitées par l'usage de calculatrices.</p> <p>Les exemples de limites qui seront privilégiés sont ceux qui donnent lieu à une asymptote et ceux qui seront utiles dans les cours techniques. L'étude de fonctions irrationnelles n'est pas prévue au programme. Il ne faut pas négliger l'apport des calculatrices et des ordinateurs.</p> <p>Les fonctions trigonométriques seront présentées comme des fonctions de <math>\mathbb{R}</math> dans <math>\mathbb{R}</math>, les angles étant mesurés en radians.</p> <p>On fera la synthèse des règles de calcul de limites et des cas d'indétermination rencontrés.</p> <p>On se bornera à des cas simples d'indétermination.</p> <p>On calculera <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}</math>, en interprétant le résultat sous la forme <math>\sin x \approx x</math> pour <math>x</math> (en radians) suffisamment petit.</p>

## Cours de mathématiques - 3e degré technique de qualification

### Dérivées

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
Interpréter géométriquement, physiquement, ... la dérivée d'une fonction en un point.	Nombre dérivé, fonction dérivée. Interprétation géométrique (tangente), cinématique (vitesse), économique (coût marginal), ...	Les significations géométrique et cinématique serviront à l'introduction de la notion de dérivée, mais il conviendrait que les élèves aient d'autres exemples d'interprétation de cette notion : accélération, coefficient de dilatation, débit, taux de natalité, ... Le nombre dérivé en un point sera défini à partir du taux d'accroissement.
Calculer la dérivée d'une fonction.	Calcul des dérivées. Dérivée d'une somme, d'un produit, d'un quotient de deux fonctions. Dérivée de la composée de deux fonctions.	On démontrera les formules donnant la dérivée du produit et du quotient de deux fonctions dérivables.
Utiliser les propriétés des dérivées dans des applications diverses.	Applications diverses : Dérivées et croissance, extrema et points d'inflexion. Modélisation de problèmes liés à la physique, l'économie, aux sciences humaines, aux techniques, ...  Recherche d'une valeur approchée d'une racine d'une équation. Problèmes d'optimisation. Représentation graphique de quelques fonctions.	On montrera le lien entre : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ la dérivée première et la croissance de la fonction,</li> <li>▪ la dérivée seconde lorsqu'elle est étudiée et la concavité.</li> </ul> Chaque fois que l'occasion se présentera, il sera fait usage des moyens modernes de calcul, à tout le moins dans un but de vérification. L'étude des fonctions trigonométriques sera limitée aux exigences de l'option.  Diverses méthodes peuvent être abordées : par exemple la méthode de dichotomie, celle des tangentes ou celle de Newton. Les calculatrices et les logiciels apportent une aide sérieuse dans ce chapitre. Parmi les applications citées dans le programme, le professeur privilégiera celles utiles aux cours techniques.

## Module n°2 : ANALYSE II.

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

### Primitives et intégrales

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
Calculer une primitive, une intégrale immédiate et par décomposition.	Intégrale définie d'une fonction continue sur un intervalle, calcul numérique.	On évaluera l'incertitude en utilisant la méthode des rectangles et on montrera ainsi la pertinence d'un passage à la limite. Les autres méthodes d'intégration peuvent être abordées.
Appliquer l'intégration pour résoudre des problèmes issus des cours techniques.	Primitive d'une fonction. Calcul de primitives, d'aires, de volumes, du travail d'une force, ...	On montrera le lien entre les concepts d'intégrales définies et de primitives (au moins dans le cas d'une fonction monotone).

### Fonctions logarithmiques et exponentielles

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
Modéliser des problèmes de manière à les traiter au moyen des fonctions logarithmique et exponentielle. Interpréter un graphique en le reliant au problème qu'il modélise. Justifier les étapes établissant le lien entre les fonctions logarithmique et exponentielle, les formules concernant les logarithmes.	Définitions et propriétés.	L'examen de graphiques permettra d'établir les liens entre $a^x$ et $\log_a x$ , $e^x$ et $\ln x$ . Selon les options des élèves, le professeur attachera une importance plus ou moins grande à ce chapitre qui peut d'ailleurs être facilement illustré grâce aux calculatrices et aux ordinateurs.
Résoudre des équations logarithmiques et exponentielles. Rechercher des limites de fonctions logarithmiques et exponentielles. Dériver et intégrer de telles fonctions.	Résolution d'équations, calcul de limites, de dérivées, d'intégrales.	On traitera quelques applications, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intérêts composés,</li> <li>▪ Problèmes démographiques, économiques ou scientifiques,</li> <li>▪ Echelles logarithmiques.</li> </ul>

## Module n°3 : GÉOMÉTRIE PLANE

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Définir les coniques. Reconnaître une conique donnée par son équation cartésienne réduite. Donner les caractéristiques d'une conique à partir de l'équation cartésienne réduite.</p>	<p>Coniques : Définitions géométriques et équations cartésiennes réduites.</p> <p>Applications :  <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ intersection d'une droite et d'une conique,</li> <li>▪ quelques procédés de construction de coniques,</li> <li>▪ propriété géométrique d'un foyer d'une conique.</li> </ul> </p>	<p>Les coniques seront définies comme lieu géométrique. On signalera que l'ellipse, l'hyperbole, la parabole sont des sections planes d'un cône. On signalera que l'ellipse est une transformée du cercle par une affinité. Les cours techniques définissent les applications sur lesquelles il y a lieu d'insister. Cette propriété sera simplement énoncée et expliquée, mais non démontrée.</p>

## Module n°4 : GÉOMÉTRIE DANS L'ESPACE

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Repérer sur une représentation plane des droites sécantes, gauches, parallèles, des plans sécants et parallèles. Comprendre et savoir expliquer les énoncés de propriétés d'incidence et de parallélisme. Énoncer les deux critères de parallélisme. Énoncer les critères d'orthogonalité d'une droite et d'un plan, de deux plans. Caractériser le plan médiateur comme ensemble de points et l'utiliser dans des problèmes de distances.</p>	<p>Représentations d'objets de l'espace en perspective cavalière. Caractérisation d'un plan, d'une droite. Positions relatives de deux droites, d'une droite et d'un plan, de deux plans. Critères de perpendicularité d'une droite et d'un plan, de deux plans. Propriétés usuelles de la perpendicularité de deux droites, de deux plans, d'une droite et d'un plan</p>	<p>Il s'agit de consolider les acquis du premier degré, afin de disposer d'un outil de représentation pour aborder l'incidence et le parallélisme.  Le contexte permettra de revenir sur la distinction entre condition nécessaire et condition suffisante.  Ces propriétés seront vues sans démonstration.</p>

## Module n°5 : NOMBRES COMPLEXES

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Effectuer des calculs où interviennent des nombres complexes, déterminer l'argument, le module, le conjugué d'un nombre complexe et les interpréter géométriquement. Passer d'un nombre complexe écrit sous forme algébrique au même nombre complexe écrit sous forme trigonométrique et réciproquement.</p> <p>Résoudre des équations du deuxième degré et des équations binômes dans <math>\mathbb{C}</math>.</p>	<p>Définitions et opérations. Nombre complexe conjugué, module et argument d'un nombre complexe. Module, conjugué et argument d'une somme, d'un produit, d'une puissance, d'un quotient de nombres complexes. Forme trigonométrique d'un nombre complexe. Représentation d'un nombre complexe dans le plan de Gauss. Formule de Moivre.</p> <p>Applications : Extraction d'une racine carrée d'un nombre complexe par la méthode algébrique. Équations binômes.</p>	<p>Quel que soit le mode de définition choisi, les nombres complexes et les opérations sur ceux-ci seront interprétés de manières algébrique et géométrique. On utilisera à bon escient les formes algébrique et trigonométrique des nombres complexes. Le professeur travaillera en étroite collaboration avec son collègue enseignant le cours d'électricité.</p> <p>Les solutions des équations binômes seront représentées graphiquement sur le cercle trigonométrique. On pourra traiter quelques applications à la physique (et plus particulièrement à l'électricité).</p>

## Module n°6 : TRIGONOMETRIE I

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Faire le lien entre les mesures d'un arc et d'un angle (angle au centre et angle inscrit).</p> <p>Utiliser les fractions usuelles de <math>\pi</math> et convertir, au moyen de la calculatrice, des mesures d'angles de degrés en radians et réciproquement.</p> <p>Utiliser la calculatrice pour déterminer un nombre trigonométrique d'un angle et réciproquement.</p> <p>Sur le cercle trigonométrique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• situer un angle et représenter ses nombres trigonométriques,</li> <li>• déterminer l'ensemble des angles ayant un nombre trigonométrique donné,</li> </ul> <p>rechercher l'angle du premier quadrant ayant, en valeur absolue, le même nombre trigonométrique qu'un angle donné.</p>	<p>Angles et arcs, définition du radian.</p> <p>Cercle trigonométrique, angle orienté.</p> <p>Sinus, cosinus, tangente et cotangente d'un angle orienté.</p> <p>Angles associés.</p> <p>Formules fondamentales.</p> <p>Résolutions de problèmes.</p>	<p>La correspondance entre un angle et un arc sera précisée lors de calculs de longueurs d'arcs et d'aires de secteurs.</p> <p>On utilisera les fractions usuelles du nombre <math>\pi</math> lors des conversions degrés - radians d'angles remarquables. Pour les autres cas on utilisera les touches de conversion de la calculatrice.</p> <p>Les définitions feront référence au cercle trigonométrique. On examinera de même les variations de grandeurs et de signe.</p> <p>Les angles associés seront étudiés en liaison avec des symétries et des rotations de <math>k \frac{\pi}{2}</math> dans le cercle trigonométrique.</p> <p>L'intention est de déterminer, à partir de cas numériques, tous les angles ayant un même nombre trigonométrique. On les représentera sur le cercle trigonométrique.</p> <p>Dans le cercle trigonométrique, on interprétera géométriquement les formules fondamentales suivantes :</p> $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}.$ <p>Dans le triangle quelconque, on démontrera les formules de l'aire, du sinus et du cosinus.</p> <p>Les résultats précédents seront utilisés dans des applications géométriques, topographiques, physiques et dans les cours techniques.</p>

## Module n°7 : TRIGONOMETRIE II.

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Connaître et utiliser les différentes formules mentionnées dans le programme pour transformer des expressions.</p> <p>Résoudre des équations qui servent dans les cours techniques et représenter les solutions sur le cercle trigonométrique.</p>	<p>Formules d'addition. Formules de duplication. Formules exprimant <math>\sin x</math>, <math>\cos x</math>, <math>\operatorname{tg} x</math> en fonction de <math>\operatorname{tg} \frac{x}{2}</math>. Formules de Simpson.</p> <p>Equations des types : <math>\sin x = k</math> <math>\cos x = k</math> <math>\operatorname{tg} x = k</math></p>	<p>Le maniement des formules trigonométriques et la démonstration d'identités ne sont pas un but en soi. On évitera donc soigneusement tous les exercices qui font appel aux artifices de calcul. Les exercices doivent uniquement viser à la familiarisation nécessaire à l'étude des fonctions ainsi qu'à la résolution des équations prévues par le programme et doivent être si possible en rapport avec les cours techniques.</p> <p>Il est important de représenter graphiquement l'ensemble des solutions obtenues sur le cercle trigonométrique.</p> <p>L'importance de ce chapitre dépend de l'utilisation qui en est faite dans les cours techniques.</p>

## Module n°8 : ALGEBRE

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Maîtriser les différents types de notations des puissances et radicaux. Simplifier des expressions où interviennent des puissances. Calculer des racines. Maîtriser le calcul sur les puissances de 10 utiles lors des conversions des unités de mesure et utiliser l'écriture scientifique.</p> <p>Calculer le n<sup>e</sup> terme d'une progression arithmétique (ou géométrique) connaissant le premier et la raison.</p> <p>Connaître les propriétés des logarithmes et savoir les appliquer particulièrement en mathématiques financières.</p>	<p>Racines de l'équation <math>x^2 = a</math> . Définition de <math>\sqrt[n]{a}</math> , propriétés des radicaux d'indice 2.</p> <p>Définition des radicaux d'indice n et des puissances à exposants rationnels. Calculs relatifs aux puissances à l'aide d'une calculatrice. Puissances à exposants entiers : définition et propriétés. Radicaux d'indice n et puissances à exposants rationnels : définition, notations et règles de calcul. Calculs relatifs aux puissances à l'aide d'une calculatrice.</p> <p>Etude comparée des progressions arithmétique et géométrique de raison r et de premier terme t<sub>1</sub> positifs.</p> <p>Définition des logarithmes décimaux. Propriétés :  <math display="block">\log(x.y) = \log x + \log y</math> <math display="block">\log(x^p) = p.\log x</math> </p>	<p>On attirera l'attention sur les conditions d'existence.</p> <p>Lors des transformations d'expressions contenant des radicaux, on se limitera à des cas simples qui conduisent à fixer les diverses notations et les propriétés. Les calculs sur les puissances et les radicaux pourront être réalisés au moyen de la calculatrice. Par des exemples bien choisis et au moyen de la calculatrice, le professeur fera découvrir aux élèves les diverses propriétés des puissances et des radicaux. Le cas particulier des racines d'indice impair de réels négatifs sera abordé au moyen de la calculatrice. On déterminera évidemment des valeurs approchées de racines et de puissances au moyen de la calculatrice.</p> <p>Ces notions seront étudiées en étroite liaison avec celles des mathématiques financières. On ne visera aucun développement théorique.</p> <p>Les logarithmes seront introduits intuitivement par comparaison de la progression géométrique des puissances de 10 et de la progression arithmétique des entiers. Les propriétés seront uniquement vérifiées sur des exemples numériques et au moyen de calculatrices. Elles seront appliquées pour résoudre quelques équations simples extraites de problèmes de mathématiques financières ou de sciences. On peut aussi illustrer les logarithmes au moyen des échelles logarithmiques.</p>

## Module n°9 : MATHÉMATIQUES FINANCIÈRES

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
Mettre en application, dans un contexte financier, quelques connaissances acquises en mathématiques.	Formule liant la valeur acquise $C$ par un capital $c$ placé durant $n$ périodes au taux $i$ pour 1, relatif à une période : Capital placé à intérêts simples : $C = c + ni$ ; Capital placé à intérêts composés : $C = c(1 + i)^n$	Etablir ces formules lorsque $n$ est un nombre entier d'années. Représenter graphiquement $C$ en fonction de $n$ . Résoudre quelques problèmes où trois des quatre paramètres $c$ , $C$ , $n$ , $i$ étant connus, on demande de calculer le quatrième. Les formules relatives aux intérêts composés pour des périodes non annuelles et aux emprunts seront établies en classe, mais aucune démonstration ou mémorisation de ces formules ne sera exigée. Cette matière permet d'aborder et de mieux comprendre les problèmes relatifs aux annuités et aux emprunts.

## Module n°10 : FONCTIONS

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Déterminer les différents types de croissance à partir de tableaux, de graphiques issus de différents contextes.</p> <p>Exprimer les caractéristiques d'une courbe en utilisant un vocabulaire mathématique cohérent.</p>	<p>Construction point par point du graphique des fonctions :</p> <p><math>f(x) = ax ; f(x) = a/x ;</math></p> <p><math>f(x) = ax + b ;</math></p> <p><math>f(x) = ax^2 ;</math></p> <p><math>f(x) = a^x.</math></p> <p>Comparaison des types de croissance des fonctions suivantes après avoir réalisé leur graphique à l'aide de calculatrices ou de logiciels :</p> <p><math>f(x) = x, x^2, x^3, \frac{1}{x};</math></p> <p><math>f(x) = \sin x, \cos x ;</math></p> <p><math>f(x) = \log x, f(x) = 10^x.</math></p>	<p>On abordera des thèmes comme les pourcentages cumulés, placements à intérêts simples, à intérêts composés, problèmes de nature géométrique, problèmes démographiques, échelle logarithmique... où les résultats sont présentés sous forme de tableaux, de graphiques.</p> <p>Problèmes de grandeurs directement et inversement proportionnelles.</p> <p>Mouvement rectiligne uniforme ; ...</p> <p>Signification géométrique de <math>a</math> (pente ou taux d'accroissement constant).</p> <p>Mouvement uniformément accéléré (chute libre d'un corps).</p> <p>Intérêts composés, évolution démographique, pollution, ...</p> <p>On relèvera sur les graphiques : les symétries, la croissance, les racines, les discontinuités éventuelles en un point.</p> <p>La projection sur une droite d'un mouvement circulaire uniforme illustrera le caractère périodique de <math>\sin x</math>.</p>
<p>Résoudre des équations exponentielles et logarithmiques simples.</p>	<p>Résolution d'équations du type</p> <p><math>a + x = b, ax = b, x^a = b, a^x = b.</math></p>	<p>Ces équations se rencontrent dans les différents thèmes abordés précédemment.</p> <p>Les équations seront du type rencontré dans les problèmes, le tout n'étant pas de jongler avec des équations compliquées.</p>

## Module n°11 : STATISTIQUE A UNE VARIABLE

- L'apport informatique facilite grandement l'étude de ce chapitre.
- Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
Maîtriser le vocabulaire et les procédures de calcul nécessaires à l'élaboration de différents diagrammes et à la détermination des valeurs centrales.	Série statistique. Caractères quantitatifs et qualitatifs. Variable discrète et variable continue. Répartition en classes Tableau recensé, ordonné, groupé. Effectifs, fréquences. Effectifs cumulés, fréquences cumulées. Représentations graphiques.	Dans un tableau groupé, on pourra se limiter à des classes de même largeur afin que dans l'histogramme les hauteurs des rectangles soient proportionnelles aux effectifs. On analysera des diagrammes en bâtonnets, des diagrammes circulaires, des histogrammes. On en construira quelques-uns. On fera prendre conscience des risques des effets visuels de certaines représentations graphiques.
Déterminer et interpréter les valeurs centrales. Choisir la représentation graphique la plus adéquate pour la situation traitée.	Mode, moyenne arithmétique, médiane.	Les significations de ces différentes valeurs centrales seront dégagées des situations traitées. On pourra se contenter de déterminer graphiquement la médiane et les quartiles d'un tableau groupé à l'aide du polygone des effectifs cumulés.
Déterminer les paramètres de dispersion. Préciser la portée des valeurs centrales à la lumière des paramètres de dispersion.	Paramètres de dispersion : étendue et écart type.	On montrera que les paramètres de dispersion relativisent les paramètres de position. On insistera sur la mise en pratique et l'interprétation plutôt que sur la démarche théorique.

## Module n°12 : STATISTIQUE A DEUX VARIABLES.

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
<p>Représenter une série statistique à deux variables et esquisser une droite d'ajustement. Utiliser une calculatrice, un tableur ou un logiciel pour déterminer une droite de régression et le coefficient de corrélation correspondant. Déterminer la pertinence des interprétations faites au vu d'un coefficient de corrélation.</p> <p>Énoncer le principe de la méthode des moindres carrés.</p>	<p>Usage de moyens modernes de calcul. Représentation d'une série statistique à deux variables au moyen d'un nuage de points, point moyen du nuage.</p> <p>Ajustement linéaire d'un nuage statistique par la méthode des moindres carrés.</p>	<p>L'ajustement d'une courbe à un ensemble donné de points ne peut être confondu avec la détermination d'une courbe qui passe par ces points. Les résultats seront commentés en liaison avec la minimalisation de la somme des carrés des écarts. Les exercices seront traités dans un contexte et résolus en utilisant les fonctions statistiques d'une calculatrice ou d'un logiciel. Étant donné que l'objectif est d'apprendre aux élèves à tirer des informations d'ensembles de données et <u>non</u> de consacrer des heures à effectuer des calculs, il conviendra d'utiliser systématiquement des calculatrices comprenant des fonctions statistiques ou des ordinateurs dès que l'on aura montré sur des exemples simples quels calculs ces machines effectuent de façon automatique.</p>

## Module n°13 : ANALYSE COMBINATOIRE

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
Effectuer des dénombrements en utilisant un diagramme en arbre.	Dénombrements.	Ce n'est pas dans le vocabulaire, les formules et les recettes que réside l'essentiel de l'analyse combinatoire, mais bien dans l'acquisition de méthodes à travers la résolution d'exercices.
Identifier un groupement d'objets en termes d'arrangement, de permutation, de combinaison.	Analyse combinatoire : arrangements, permutations et combinaisons.	Des exemples seront traités à l'aide de graphes, de diagrammes cartésiens ou en arbre. Ces moyens commodes de visualisation permettent de dégager la règle de la somme et celle du produit.
Appliquer les formules permettant de calculer le nombre de permutations, d'arrangements, de combinaisons.	Application des formules permettant de calculer le nombre de permutations, d'arrangements, de combinaisons.	Au départ d'exemples de dénombrements ou de situations probabilistes, on identifiera des situations de référence : arrangements simples, permutations simples et combinaisons simples.
Appliquer la formule de symétrie et la formule de Pascal.	Triangle de Pascal.	Le recours aux arbres, aux diagrammes reste un outil de résolution : il peut éclairer le choix d'une formule voire s'y substituer.

## Module n°14 : CALCUL DES PROBABILITÉS

Dans la mesure du possible, les situations d'apprentissage seront extraites des cours techniques.

Compétences à atteindre	Matières	Orientations méthodologiques
Utiliser des tableaux statistiques, des diagrammes en arbre ou des partitions pour calculer des probabilités. Reconnaître et utiliser l'indépendance d'événements.	Probabilité. Définition. Loi de la somme. Loi du produit. Probabilité conditionnelle, événements indépendants.	L'examen de tableaux statistiques conduira à approcher empiriquement la probabilité. On rencontrera des dénombrements et situations probabilistes conduisant à l'utilisation de partitions ou de diagrammes en arbre.

## Exemples de situations d'apprentissage.

### 1. Désintégration radioactive

- ♦ **Consignes** : Suite à une expérience de physique réalisée ou dont les résultats sont donnés, établir la fonction  $N(t)$  qui exprime le nombre de désintégrations en fonction du temps. Étudier cette fonction.
- ♦ **Compétences** :
  - ✓ Savoir construire un graphique
  - ✓ Reconnaître une fonction au départ de son graphique.
  - ✓ Interpréter un graphique en le reliant au problème qu'il modélise.
- ♦ **Savoir mis en œuvre** : Fonctions exponentielles et fonctions logarithmiques.

### 2. Problèmes de mathématiques financières

De nombreux problèmes issus des mathématiques financières tels l'intérêt (simple ou composé), les placements, les constitutions de capital, les rentes, les emprunts peuvent être étudiés dans le cadre du cours d'analyse.

- ♦ **Consignes** : à préciser suivant le problème choisi.
- ♦ **Compétences** : mise en application, dans un contexte financier, des connaissances acquises en mathématiques.
- ♦ **Savoir mis en œuvre** : suites arithmétiques et suites géométriques.

### 3. Électricité

Le cours d'électricité permet au professeur de mathématiques, en collaboration avec son collègue technicien, de trouver de nombreuses situations d'apprentissage utiles dans les cours techniques.

- ♦ **Consignes** : à préciser suivant le problème choisi.
- ♦ **Compétences** : mise en application, dans le contexte des cours techniques, des connaissances apprises en mathématiques.
- ♦ **Savoir mis en œuvre** : suivant le problème posé.

### 4. Rectangle inscrit

- ♦ **Consignes** : Un rectangle est inscrit dans un triangle isocèle dont la base mesure  $a$  cm et la hauteur  $b$  cm. Étudier la variation de l'aire du rectangle
- ♦ **Compétences** : utiliser les dérivées.
- ♦ **Savoir mis en œuvre** : Étude de fonctions.

## 5. Dilatation

- ◆ **Consignes** : étudier la dilatation d'un corps en fonction de l'augmentation de la température. Étudier le cas particulier de l'eau.
- ◆ **Compétences** : étudier la croissance d'une fonction sur un intervalle.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : fonctions croissantes et décroissantes.

## 6. Mouvement circulaire uniforme

- ◆ **Consignes** : On considère un mobile qui se déplace à une vitesse constante sur un cercle et on étudie le mouvement de la projection de sa position sur un diamètre.
- ◆ **Compétences** : savoir utiliser les fonctions trigonométriques.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : définition du sinus et du cosinus; étude de fonctions.

## 7. Problèmes d'optimisation

- ◆ **Consignes** : on considère un cône circonscrit à une sphère de rayon  $R$ . Quand le volume du cône est-il minimum? Quand est-il maximum?
- ◆ **Compétences** : utiliser les propriétés des dérivées.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : étude de fonctions.

## 8. Modélisation de problèmes liés à la physique, l'économie, aux sciences humaines, aux techniques, ...

- ◆ **Consignes** : étant donné un problème lié à la physique ou aux cours techniques, rechercher le modèle mathématique qui lui correspond.
- ◆ **Compétences** : utiliser les fonctions dans des applications.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : tout ce qui a été vu concernant les fonctions.

## 9. Approximation locale d'une fonction par une fonction du premier degré.

- ◆ **Consignes** : étant donnée une fonction d'un degré supérieur au deuxième, approcher localement cette fonction par une fonction du premier degré.
- ◆ **Compétences** : utiliser les dérivées dans des applications.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : les propriétés des dérivées.

## 10. Représentation graphique de quelques fonctions

- ◆ **Consignes** : étude d'une fonction en rapport avec les cours techniques.
- ◆ **Compétences** : utiliser les dérivées dans des applications.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : calcul des limites, recherche des équations des asymptotes éventuelles, calcul de dérivées, construction de graphiques.

## 11. Interpréter un graphique en le reliant au problème qu'il modélise.

- ◆ **Consignes** : étant donné le graphique correspondant à un problème de préférence issu des cours techniques, interpréter ce graphique.
- ◆ **Compétences** : savoir lire un graphique.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : domaine de définition, croissance, parité, périodicité.

**12. Échelles logarithmiques**

- ◆ **Consignes** : à choisir suivant les cours techniques
- ◆ **Compétences** : savoir utiliser les fonctions logarithmiques et leurs propriétés.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : fonctions logarithmiques.

**13. Décibel**

- ◆ **Consignes** : étude de la quantité de bruit.
- ◆ **Compétences** : savoir utiliser les fonctions logarithmiques et leurs propriétés.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : fonctions logarithmiques.

**14. Quelques procédés de construction de coniques,**

- ◆ **Consignes** : au départ d'un minimum de données sur une conique, la construire.
- ◆ **Compétences** : savoir construire une conique.
- ◆ **Savoir mis en œuvre** : procédés de construction de coniques.