# DOCUMENT D’ACCOMPAGNEMENT

# DU PROGRAMME DE MATHEMATIQUES

# DE LA CLASSE DE SECONDE

*Ce document concerne le programme de 2nde paru au BO hors-série n° 6 du 12 août 1999 et applicable à la rentrée 2000 ; sa rédaction actuelle tient compte de la mise en œuvre anticipée réalisée dans une vingtaine de lycées de France durant l'année scolaire 1999-2000. Ce document pourra évoluer chaque année en fonction des questions posées par les enseignants.*

*Il comporte deux grandes parties : la première développe les intentions exprimées dans l'introduction du programme, la seconde est relative aux contenus des trois chapitres.*

# I. Orientations générales

## 1. Motivations du programme

La constante évolution de notre société, tant au niveau social et économique que scientifique et technologique, interroge en permanence l'institution scolaire. Celle-ci, selon les choix de ses dirigeants et de ses divers acteurs prend plus ou moins en compte cette évolution. C'est dans cette perspective que s'inscrit le programme publié en août 1999.

Ce programme conserve, pour l'essentiel, les **objectifs du programme précédent** (arrêté du 25 avril 1990) : l'introduction ainsi que ce document d'accompagnement les reprennent sous une formulation parfois nouvelle. Il importe que chaque enseignant les fasse siens, leur donne vie au sein de sa classe et veille à la façon dont les élèves les perçoivent.

Ce programme s'inscrit dans la **continuité de celui qui est mis en œuvre dans les classes de collège** et appliqué dans les classes de troisième à compter de la rentrée 1999. Sa présentation en trois colonnes reprend volontairement celle du programme des collèges : la classe de 2nde est en effet la dernière classe du tronc commun à public hétérogène à tous égards ; le profil de ses élèves la rend très proche des classes de collège. Pour aider les enseignants de 2nde à réaliser au mieux cette continuité, le programme rappelle systématiquement les grandes lignes des programmes antérieurs.

Ce programme est celui d'une **classe de détermination**. Il s'agit principalement de constituer une base de connaissances exploitables pour les années ultérieures quelle que soit l'orientation choisie mais aussi de faire percevoir modestement quelques volets scolaires de l'activité mathématique pour fonder le choix d'orientation. En conséquence, **les capacités attendues sont volontairement limitées.** La proposition de travailler quelques thèmes autour d'un chapitre, au delà de l'évaluation, peut être un moyen de mieux gérer cette hétérogénéité.

Le programme de mathématiques a été écrit pour le cadre horaire initial imposé par la réforme des lycées : 2 heures en classe complète et 1h30 en groupe ; la nouvelle grille horaire (3 heures en classe complète et 1 heure en groupe) entraîne une augmentation relative de l'horaire élève : néanmoins, compte tenu des remarques formulées par les professeurs ayant mis en œuvre ce programme en 99-00, il ne peut être question d'augmenter les contenus. Le GTD insiste sur l'importance du temps de travail en effectif réduit : temps indispensable pour la gestion de l'hétérogénéité évoquée plus haut et pour un usage formateur de l'outil informatique. Ce temps, étiqueté module dans la réforme des lycées, devrait donc répondre aussi bien aux objectifs des travaux dirigés des programmes antérieurs qu'à ceux des modules mis en place en 1992.

La relative concision du libellé de ce programme exprime une volonté de **laisser de l'initiative aux enseignants**. L'activité mathématique présente des formes multiples : chaque enseignant la conduira avec ses élèves selon sa sensibilité propre, mais avec le souci constant d'en explorer les diverses facettes, comme le souhaite le programme dans son introduction.

**Le programme s'inspire largement du contenu des programmes antérieurs**, sauf en statistique où la pratique scolaire n'avait pas encore pris en compte l'évolution de ce domaine. Pour chaque notion, le programme invite à repérer **la multiplicité et la complémentarité des points de vue** (graphique, numérique, algébrique, géométrique) et rappelle l'importance, lors de son approche et sa mise en place, d'une démarche expérimentale. Dans chaque chapitre, l'accent a été mis sur les activités faisant fonctionner les connaissances (thèmes y compris) et sur la résolution de problèmes. Les choix faits dans ce programme sont explicités dans la deuxième partie de ce document ; l'un des plus importants concerne la géométrie plane : il est proposé de prendre du temps pour la recherche de problèmes en utilisant essentiellement les outils théoriques des classes de collège.

## 2. L'organisation de l'activité mathématique dans la classe

L'organisation de la classe doit permettre aux élèves d'expérimenter les diverses facettes de l'activité mathématique décrites dans l'introduction du programme. Certaines ("chercher, trouver des résultats partiels, se poser des questions, expliquer oralement une démarche, rédiger au brouillon puis au propre, (…), accéder au plaisir de la découverte et à l'expérience de la compréhension") renvoient à l'étude de situations et à la résolution de problèmes : le choix de ces situations et de ces problèmes doit être fait avec attention ; ils déterminent la qualité de l'activité scientifique menée dans la classe, légitiment l'introduction de nouveaux contenus et justifient ensuite leur efficacité. D'autres ("appliquer des techniques bien comprises, étudier une démonstration qu'on n'aurait pas trouvée soi-même, (…), bâtir un ensemble cohérent de connaissances") relèvent de la découverte puis de l'assimilation d'un savoir dont les élèves doivent pouvoir sentir la cohérence et l'harmonie.

Le professeur est responsable de l'organisation de son enseignement : il doit pour cela avoir apprécié les places relatives d'une part des activités, exercices d'application ou d'approfondissement et temps de synthèse, d'autre part des travaux individuels, de groupes ou en classe complète ; les élèves de seconde n'étant pas encore autonomes dans leur façon de prendre des notes, il doit également se préoccuper de la trace chez les élèves de chaque séquence d'enseignement.

"Bien entendu, le choix d'une stratégie pour la mise en place de notions, de résultats et d'outils nouveaux ne saurait être uniforme : l'analyse des concepts à étudier et de leur articulation avec le champ des problèmes à résoudre, les acquis antérieurs des élèves, la simplicité, l'efficacité, (…) sont autant de facteurs à prendre en compte" (programme de 1990).

Contrairement à l'image que certains manuels scolaires relatifs aux programmes de 1990 ont pu contribuer à laisser transparaître, l'enseignement ne peut pas être réduit au simple énoncé de définitions et de propriétés admises, accompagnés d'exercices d'applications très répétitifs. **La démonstration doit tenir la place qui lui convient** en classe et ne pas être réservée au seul cadre d'un devoir : démontrer une propriété, c'est l'occasion de travailler le raisonnement, d'aborder des questions de logique, de préciser les définitions et surtout, d'aider à mieux comprendre les notions en jeu.

## 3. L'organisation et le suivi du travail personnel des élèves en dehors de la classe

L'organisation et le suivi du travail personnel des élèves constituent une composante fondamentale de l'activité du professeur, **puisque ce travail personnel est essentiel dans la formation**. C'est aussi, pour le professeur, la première étape de l'individualisation, et un outil précieux pour la gestion de l'hétérogénéité.

Le travail personnel des élèves en mathématiques en dehors de la classe se répartit grossièrement entre les travaux donnés d'un cours à l'autre, écrits ou non, et les travaux de rédaction en temps libre à remettre dans des délais plus longs, qui sont commentés ci-après.

### L'organisation

Le professeur choisit des travaux de nature variée, allant de la rédaction de solutions de problèmes ébauchées en classe jusqu'à la rédaction après recherche collective ou non d'un problème construit en vue d'un résultat significatif (au niveau considéré), en passant par la résolution d'exercices d'applications, la construction de figures, le compte rendu et l'analyse d'un texte mathématique (adapté au niveau), l'analyse de documents de la vie courante, la production d'un document construit avec un logiciel… L'imagination et la liberté du professeur peuvent ici s'exprimer pleinement dès l'instant qu'il poursuit les objectifs de formation de la classe de seconde. C'est à cette occasion qu'il pourra adapter la nature, le niveau de ces travaux et l'exigence qui leur est attachée, à la progression générale, mais aussi aux besoins qu'il aura relevés chez les élèves.

La fréquence de ces travaux doit être régulière. C'est leur longueur et leur niveau d'exigence qui doivent être modulés.

**Le suivi**

Le professeur peut suivre, au fil du temps imparti, les progrès des travaux qu'il a proposés, et apporter si nécessaire une aide, afin d'éviter les blocages stériles. Des annotations, modulées selon les élèves et les copies, détaillées pour certains et plus globales pour d'autres, dispensent d'une correction complète en classe entière ; elles contribuent à l'individualisation de l'enseignement et, par leur valeur d'encouragement, confortent les liens de confiance entre le professeur et ses élèves.

## 4. Evaluation et orientation

En seconde de détermination, les élèves ont à préciser leur choix d'orientation ; les enseignants jouent un rôle important pour les aider et ensuite prendre les décisions que leur confient les textes réglementaires.

Le processus d'orientation est à mener tout au long de l'année. La communication des objectifs à atteindre et leur évaluation régulière permettent aux élèves de mieux se situer.

Dans les multiples formes que peut prendre l'évaluation, apparaissent les devoirs de contrôle : le nombre de ceux-ci doit être réduit (trois, voire deux, par trimestre suffisent) ; on y intégrera plusieurs composantes de l'activité mathématique signalées par le programme. La moyenne annuelle de ces contrôles, souvent déterminante pour l'orientation de chaque élève, sera pondérée par un bilan chiffré des divers travaux (cahier de statistique, travail sur ordinateur…) portant sur les sujets difficiles à évaluer lors de ces contrôles.

L'organisation et le suivi du travail personnel des élèves, évoqués dans le paragraphe précédent, sont des éléments incomparables d'information au service d'un jugement conscient et éclairé, et d'une action pertinente pour la réussite de chaque élève.

## 5. Interdisciplinarité

Les acceptions de ce mot sont diverses, mais en aucun cas il ne s'agit d'une discipline nouvelle qui engloutirait toutes les autres en un magma complexe. Une pratique riche de l'interdisciplinarité nécessite la maîtrise de plusieurs formes de pensée et de raisonnement qui s'acquièrent en travaillant des champs disciplinaires distincts et aussi clairement identifiés que possible ; l'interdisciplinarité consiste ensuite, face à un problème donné, à mettre en synergie diverses formes de pensée pour le résoudre. C'est là l'ambition des TPE en première et terminale ; en seconde l'enseignant pourra avoir cette idée directrice pour le traitement de certains thèmes.

## 6. Rédaction, logique, notations.

Savoir rédiger est un objectif important en mathématiques ; il convient de faire comprendre à l'élève ce que rédiger veut dire et peut apporter. Il faut que l'élève fasse l'expérience personnelle d'une rédaction qui lui permette d'affiner ses idées, de prendre du recul et d'intégrer à son univers intérieur certains aspects du travail accompli. La rédaction est l'occasion pour l'élève de réorganiser en démonstration son raisonnement originel, de choisir les notations qui facilitent la pensée et de dégager les arguments essentiels de ceux qui peuvent être considérés comme évidents à son niveau. Pour éviter le recours systématique à des rédactions obéissant à un protocole rigide, on variera le type de rédaction (rédiger les grandes idées d'une démonstration, une partie d'une démonstration, rédiger en les justifiant des pistes possibles pour résoudre une question, rédiger une partie d'un cours ou une démonstration expliquée par un voisin). Ce travail de rédaction, amorcé au collège, est à poursuivre tout au long des années de lycée.

En classe de seconde, les problèmes de logique mathématique concernent essentiellement l'implication et l'équivalence, la manipulation du contre-exemple, le *ou* et le *et*. Il ne s'agit pas bien sûr de faire des cours de logique formelle, mais on n'hésitera pas à aborder les problèmes de logique lorsqu'ils se présentent, notamment lors du travail écrit. On n'oubliera pas qu'au collège, seule l'implication est utilisée : toute équivalence logique y est formulée en deux énoncés séparés en termes de *si…alors…* ; en seconde, on abordera le *si et seulement si*. On pourra utiliser les symboles $\Leftrightarrow$ et $\Rightarrow$ , mais avec prudence et modération.

Les symboles $\in$, $\subset$, $\cup$, $\cap$, $\varnothing$ et $\{\ldots\}$ seront employés à bon escient et sans excès. Les quantificateurs $\exists$ et $\forall$ ne sont pas au programme de la seconde ; on soulignera cependant l'universalité de la plupart des énoncés mathématiques ; à propos d'une propriété portant sur un ensemble E, on insistera sur le fait que la seule exhibition d'un contre exemple suffit à démontrer qu'elle est fausse et que si E est un ensemble infini, aucune liste finie de cas où elle est vraie n'en constitue une démonstration. La notation Σ sera introduite à l'occasion de travaux sur la moyenne en statistique, sans pour autant l'utiliser systématiquement.

## 7. Place des thèmes.

Pour chacun des chapitres (statistique, calcul et fonctions, géométrie), l'enseignant doit choisir un ou plusieurs thèmes dans la liste proposée par le programme. Divers éléments interviendront pour ce choix : les centres d'intérêt des élèves, les projets d'orientation, les préférences de l'enseignant, les documents disponibles, le style de travail souhaité, les concepts et outils mathématiques à réinvestir, le niveau de difficulté ou d'abstraction, etc. Plusieurs thèmes pourront être traités simultanément dans la classe.

Comme il est indiqué, il s'agit de "faire vivre l'enseignement au-delà de l'évaluation sur les capacités attendues" explicitées par le programme ; cela signifie d'abord que les programmes ultérieurs ne considéreront pas comme acquis en $2^{nde}$ les éventuels contenus nouveaux accessibles à travers l'étude de certains thèmes ; cela signifie ensuite que le travail sur les thèmes vise des capacités plus générales telles les capacités à chercher et utiliser une documentation, à réinvestir des acquis antérieurs, à produire un document écrit ou oral de synthèse, etc. ; cela signifie encore que devraient être privilégiées ici des dimensions souvent difficiles à mettre en place dans le cadre normal du cours : plaisir du questionnement et de la découverte, incitation à la curiosité, etc.

Le programme ne donne pas d'indication de durée pour le travail sur les thèmes : l'équivalent d'une semaine au moins devrait y être réservée pour chacun des trois chapitres.

## 8. Place des TICE (Technologies d’Information et de Communication pour l’Enseignement).

L’utilisation des outils logiciels, sur ordinateur ou calculatrice, s’avère tout à fait adaptée à de nombreux domaines de l’enseignement des mathématiques : le programme de seconde y fait référence dans chacun de ses chapitres. Sans vouloir systématiser cette utilisation, il s’agit d’exploiter les possibilités offertes lorsqu’elles permettent d’enrichir l’apprentissage ou les moyens d’investigation.

### Une démarche expérimentale

L’outil informatique multiplie considérablement les possibilités d'expérimentation dans le champ des nombres et des figures du plan et de l’espace ; ainsi la prise en charge d’un grand nombre de calculs ou d’une multitude de cas de figure permet d’observer et de vérifier empiriquement différentes propriétés. Cet outil élargit les possibilités d’observation et de manipulation ; il permet souvent de mieux poser les questions conduisant à l'introduction d'une notion ou d'une propriété ; lors de la résolution d'un problème géométrique, il permet d'en obtenir rapidement, le plus souvent de façon dynamique et interactive, une représentation concrète : des modifications de l’aspect de la configuration mettent en évidence les invariants ou les propriétés à démontrer. Toute l'attention peut se porter alors sur la démonstration : plutôt qu'une preuve de l'évidence, celle-ci se présente comme l'explicitation d'un processus permettant de passer des caractéristiques de la figure fixées par l'énoncé (utilisées en particulier pour la construire) à cette propriété observable.

### Quelques avantages pour l’apprentissage

L’environnement informatique peut permettre aux élèves de s'engager plus personnellement dans une situation ou dans la résolution d'un problème. De plus, il donne presque toujours la possibilité d’étudier une même notion ou propriété sous une plus grande diversité d’aspects ; cela contribue à la démarche d’abstraction propre aux mathématiques et conduit à une meilleure compréhension.

L'usage de calculatrices graphiques permet de relier très facilement et de façon quasi instantanée, les domaines numérique et graphique, et d'enrichir ainsi considérablement l'approche des fonctions. Une réflexion sur les tracés obtenus dans différentes fenêtres peut être développée et contribuer à une meilleure compréhension des propriétés des fonctions. Les calculatrices sont par ailleurs un premier outil de simulation simple pour la partie "statistiques" du programme.

L'usage de tableurs, abordé au collège dans le cadre de l'enseignement technologique, est déjà préconisé dans les programmes de mathématiques de 4$^{\text{ème}}$ et de 3$^{\text{ème}}$ comme moyen d'investigation et de découverte. Pour la 2$^{\text{nde}}$, cet usage apporte un éclairage complémentaire de la notion de variable et de fonction et facilite la mise en œuvre de différentes activités numériques riches d'enseignement en particulier sur les différentes formes possibles d'une même expression. En statistique, grâce aux tableurs, on peut étudier en temps réel, les effets de la modification de certaines données d'une série sur ses paramètres. On peut illustrer numériquement et graphiquement les effets de l'augmentation de la taille d'un échantillon d'expériences aléatoires de référence.

Les logiciels de géométrie dynamique conduisent les élèves à utiliser les outils de la géométrie dans un autre contexte. Ils les amènent à se démarquer du dessin : toute tentative de déplacement de la figure par l'élève pénalisera la moindre négligence d'hypothèse de l'énoncé ou au contraire validera la construction. La disponibilité des transformations usuelles incite à les utiliser comme de simples outils puisqu'on se trouve dégagé du problème posé par la construction de l'image. Ces logiciels permettent aussi de représenter simultanément une situation géométrique et la représentation graphique d'une fonction liée à cette situation.

#### Mise en œuvre

Le programme demande d'intégrer les calculatrices dans l'enseignement des mathématiques . Il est donc indispensable que chaque élève puisse disposer de la sienne. Un modèle relativement modeste suffit en classe de seconde (calculatrice programmable scientifique à écran graphique et mode statistique).

Chaque enseignant doit pouvoir mettre à la disposition des élèves et intégrer judicieusement tableurs ou logiciels de géométrie dynamique (voire logiciel de calcul formel). Il doit pouvoir utiliser un système de projection collective en classe de l'écran d'un ordinateur. L'utilisation individuelle par les élèves, lors de séances en groupe, suppose de disposer d'au moins un ordinateur pour deux personnes. La maintenance de ces divers matériels par un personnel qualifié conditionne son utilisation régulière et réussie.

Le programme ne fixe pas de répartition entre les différentes modalités d'utilisation qui doivent toutes être présentes : activités des élèves sur ordinateur ou sur calculatrice programmable graphique, travail de la classe entière (ou d'un groupe) utilisant un ordinateur muni d'un dispositif de visualisation collective (comme un vidéo projecteur). Il convient en ce domaine que les professeurs déterminent en chaque circonstance la stratégie d'utilisation la plus adaptée.

**On ne perdra pas de vue, lors des séances utilisant les TICE, le travail mathématique à réaliser : mise en perspective durant l'activité et synthèse finale sont fondamentales pour ne pas se laisser entraîner par les seuls aspects techniques.**

A propos de TICE, le site Educnet propose des documents généraux et référence des séquences et des fichiers issus des serveurs académiques sur les différents chapitres de ce programme de seconde, à l'adresse : http://www.educnet.education.fr/math/tic2de/pres2de.htm

## II. A propos de chacun des chapitres

### 1. Statistique

*On trouvera à la suite de ce document d'accompagnement des fiches sur le programme de statistique de la classe de seconde et sur les thèmes associés.*

Les choix, traduits en termes de programme pour la classe de seconde, sont guidés par les perspectives suivantes pour le lycée :

- acquérir une expérience de l'aléatoire et ouvrir le champ du questionnement statistique;

- voir dans un cas simple ce qu'est un modèle probabiliste et aborder le calcul des probabilités.

Au collège, les élèves se sont familiarisés avec les phénomènes variables et ont appris des éléments du langage graphique (représentations diverses, "camemberts", diagrammes en bâtons) qui permettent de visualiser une série de données expérimentales ; par ailleurs, ils ont travaillé sur la notion de moyenne arithmétique.

En seconde, différents éléments apparaissent au programme :

- **La fluctuation d'échantillonnage**

Nous appellerons échantillon de taille *n* d'une expérience la série des résultats obtenus en réalisant *n* fois cette expérience ; on dira aussi qu'un échantillon est une liste de résultats de *n* expériences identiques et indépendantes ; on se limite en seconde aux échantillons d'expériences ayant un nombre fini d'issues possibles. La distribution des fréquences associée à un échantillon est le *vecteur* dont les composantes sont les fréquences des issues dans l'échantillon ; on ne donnera pas de définition générale de la notion de distribution des fréquences, on se contentera de la définir comme liste des fréquences dans chacune des situations que l'on traitera. Les distributions des fréquences varient d'un échantillon à l'autre d'une même expérience : c'est ce qu'on appellera en classe de seconde la fluctuation d'échantillonnage.

Aborder la notion de fluctuation d'échantillonnage se fera en premier lieu dans des cas simples (lancers de dés, de pièces), où la notion d'expériences identiques et indépendantes est intuitive et ne pose pas de problème ; l'élève reprendra ainsi contact avec des expériences aléatoires familières (lancer de dés équilibrés) et les enrichira. Historiquement, l'honnête homme du XVII$^{e}$ siècle s'est familiarisé à l'aléatoire en pratiquant les jeux de hasard ; maintenant, les calculatrices et les ordinateurs permettent la production aisée de listes de chiffres au hasard ; la production de telles listes fera partie, à coté des lancers de dés ou de pièces équilibrés, à côté de tirage de boules dans des urnes, du bagage d'expériences de référence de l'élève. L'étude de ces expériences de référence sera ainsi à la base de la formation sur l'aléatoire des élèves.

L'esprit statistique naît lorsqu'on prend conscience de l'existence de fluctuation d'échantillonnage ; en seconde, l'élève constatera expérimentalement qu'entre deux échantillons, de même taille ou non, les distributions des fréquences fluctuent ; la moyenne étant la moyenne pondérée des composantes de la distribution des fréquences est, elle aussi, soumise à fluctuation d'échantillonnage ; il en est de même de la médiane. On observera aussi que l'ampleur des fluctuations des distributions de fréquences calculées sur des échantillons de taille *n* diminue lorsque *n* augmente. Par ailleurs, on n'hésitera pas à parler de la fréquence d'un événement ("le nombre observé est pair", "le nombre est un multiple de trois", etc.) sans pour autant définir formellement ce qu'est un événement, ni donner de formules permettant le calcul automatique de la fréquence de la réunion ou de l'intersection de deux événements.

Le choix pédagogique est ici d'aller de l'observation vers la conceptualisation et non d'introduire d'abord le langage probabiliste pour constater ensuite que tout se passe comme le prévoit cette théorie.

- **Simulation**

Formellement, simuler une expérience, c'est choisir un modèle de cette expérience puis simuler ce modèle : cet aspect sera introduit ultérieurement en première. Dans le cadre du programme de seconde, simuler une expérience consistera à produire une liste de résultats que l'on pourra assimiler à un échantillon de cette expérience (voir plus loin la fiche *listes de chiffres au hasard*). On se contentera de simuler des situations très simples, reposant le plus souvent sur la simulation d'expériences de références où toutes les issues ont des chances égales d'apparaître.

La simulation permettra de disposer d'échantillons de grande taille et d'observer des phénomènes appelant une explication dans le champ des mathématiques. Pour bien comprendre les mathématiques, il est utile d' apprendre quel type de questions sont à adresser à cette discipline et aussi d'apprendre à reformuler ces questions dans le langage propre des mathématiques ; le langage des probabilités présenté en première S, ES et en option de première L, formalisera le langage naïf des *chances* et du *hasard* employé en seconde ; le calcul des probabilités permettra ensuite d'expliquer certains phénomènes observés.

En seconde, on approche dans le cadre d'un langage simple et familier les techniques de simulation ; pour que l'élève ne soit pas écrasé par la puissance des outils modernes de simulation, il convient qu'il ait établi un lien concret entre l'expérience et sa simulation : certaines expériences simples pourront être réalisées par une partie de la classe et simulées par le reste de la classe ; il n’est pas nécessaire, dans un premier temps, de lier les premiers pas vers la simulation de l’aléatoire à l’introduction de concepts théoriques difficiles tel celui de modèle.

- **Statistique descriptive**

Le programme comporte quelques éléments sur les résumés numériques de séries statistiques, déjà travaillés au collège ; il s’agit essentiellement d’entretenir les acquis, de les réinvestir dans certains thèmes et/ou à l’occasion de certains événements que pourrait offrir l’actualité.

La statistique donne lieu à de nombreuses activités numériques et favorise la maîtrise du calcul ; cependant, de tels calculs ne doivent être demandés que dans la mesure où ils permettent aux élèves de mieux comprendre la spécificité de la série statistique en jeu. Estimer la moyenne de séries de données quantitatives en les regroupant par classe n’est plus une pratique utile en statistique depuis que des ordinateurs calculent la moyenne de milliers de données en une fraction de seconde ; par contre savoir calculer une moyenne à partir de moyennes des sous-groupes ou comprendre la linéarité de la moyenne peut donner lieu à des exercices pertinents au regard de la pratique de la statistique. Calculer simplement, à partir de la moyenne, la moyenne élaguée d’une ou plusieurs valeurs extrêmes montre l’influence d’éventuelles valeurs aberrantes.

**Cahier de statistique**

Les élèves pourraient commencer en seconde un cahier de statistique rendant compte des expériences faites ou simulées, en classe ou chez eux, à la demande de l’enseignant ou de leur propre initiative. La rédaction d’un tel document individuel leur permettrait d’organiser et de planifier les expériences et les simulations, de donner forme à la conclusion qu’ils en tirent, aux questions théoriques qui se sont posées et qu’ils pourront reprendre ultérieurement. La tenue de ce cahier pourrait contribuer efficacement à structurer le travail expérimental proposé et aider ultérieurement chaque élève à mieux expliciter le lien entre l’expérience et la théorie ; cela permettrait à l’enseignant de contrôler la qualité des travaux réalisés, de vérifier que ne s’installe pas des perceptions erronées sur les phénomènes aléatoires, de faire des évaluations sur la partie statistique du programme. Ce cahier pourrait être continué en première et terminale : l’enseignant de première pourrait ainsi savoir quels thèmes ont été travaillés par ses élèves en seconde.

La production d’un texte écrit est en soi un élément formateur ; un tel cahier, où se mêlent texte écrit et représentations graphiques, présentant des éléments narratifs et des argumentations, s’inscrit de plus dans le cadre du nouveau programme de français des élèves de seconde.

## 2. Calcul et fonctions

Le programme rassemble sous un titre unique un bilan sur les ensembles de nombres, les problèmes de calcul numérique et algébrique et l'étude des fonctions. C'est une invitation forte à chaque enseignant pour qu'il construise son cours en faisant interagir ces divers éléments : calcul numérique ou littéral et recherche d'images, résolution d'équations par le calcul ou dans un environnement graphique, de façon approchée ou exacte, ordre entre les nombres et variations de fonctions, etc. On veillera, en particulier, à choisir des problèmes se prêtant à plusieurs approches et admettant des types de résolution variés.

De ce fait, aucun titre relatif au calcul algébrique n'apparaît : celui-ci se retrouve dans les divers items du programme. Il n'est pas question ainsi de minimiser sa place ; une certaine aisance est indispensable pour manipuler avec profit sommes, produits ou quotients ; une telle aisance libère ensuite la pensée pour une réflexion plus profonde ou pertinente. L'entraînement au calcul est donc à poursuivre : mais en l'asservissant aux réels besoins des problèmes à traiter et sans en faire un incontournable préalable à leur traitement.

### Nombres

***- Nature et écriture des nombres***

On fera une synthèse des connaissances rencontrées jusque là par les élèves et on introduira les notations usuelles des différents ensembles. Les élèves devront savoir reconnaître à quels ensembles appartiennent les nombres rencontrés.

***- Représentation des nombres dans une calculatrice***

Sans entrer dans des détails techniques souvent difficilement accessibles et sujets à une constante évolution, un élève doit avoir pris conscience qu'une calculatrice de type scientifique opère essentiellement sur un nombre fini de chiffres et que le plus souvent, elle ne donne qu'une valeur approchée décimale d'un résultat.

***- Ordre de grandeur et écriture scientifique***

À l'occasion de quelques exemples choisis aussi dans le champ d'autres disciplines, on s'attachera à l'évaluation de l'ordre de grandeur d'un résultat. On s'assurera que les élèves maîtrisent la notation scientifique déjà étudiée au collège et qu'ils interprètent correctement l'affichage correspondant sur l'écran d'une calculatrice. Ces activités seront l'occasion de travailler sur les propriétés des puissances. A noter qu'un TP de physique sur les ordres de grandeur est au programme de la classe de seconde.

***- Calcul à la main et à la machine***

Quelques exemples bien choisis de calcul élémentaire permettront :

- de s'assurer que les conventions de priorité, en particulier celles relatives aux exposants sont maîtrisées à l'issue du collège ;

- de comparer les résultats obtenus à la main et à la machine et d'interpréter d'éventuelles différences ;

- de développer une utilisation réfléchie et efficace des machines, en particulier une pratique tenant compte des priorités propres aux machines, évitant la recopie d'un résultat partiel, s'appuyant sur l'utilisation éventuelle d'une mémoire, etc.

Il s'agit d'intégrer véritablement les calculatrices dans le cadre de la classe de mathématiques, d'en démystifier certains aspects et de mieux situer la spécificité de cet outil, tout en gardant à l'esprit qu'étant donné une valeur exacte, on peut toujours donner une valeur approchée mais que réciproquement, il n'est guère souvent possible de dégager la valeur exacte d'un résultat approché ; on peut par contre en donner un encadrement. Calcul à la main et calcul à la machine seront traités parfois conjointement mais le plus souvent en complémentarité en mettant en avant les apports spécifiques et les limites de chacun.

***- Nombres premiers***

Les élèves de collège ont abordé quelques éléments d'arithmétique (multiples et diviseurs communs à deux ou plusieurs nombres ; pgcd et nombres premiers entre eux en troisième). La définition de nombre premier permet une nouvelle approche de ce travail en même temps qu'elle prépare la partie arithmétique des programmes ultérieurs et entretient des qualités indispensables de calcul (calcul mental, manipulation des puissances et des fractions). Il s'agit simplement de se familiariser avec la décomposition en facteurs premiers et il est demandé de se limiter à des exemples simples ; aucun théorème général d'existence ou d'unicité n'est exigé : on pourra l'évoquer sur des petits nombres et justifier ainsi la convention excluant 1 de l'ensemble des nombres premiers.

***- Ordre des nombres***

Il s'agit de faire une synthèse des connaissances de collège à propos de la comparaison des décimaux, des rationnels et plus généralement des nombres réels. A l'occasion de quelques exercices, on rappellera les différents critères possibles de comparaison de deux nombres : à l'aide de leurs écritures décimales (à condition toutefois que ce soient bien des décimaux !), à l'aide de leurs écritures fractionnaires (cas de nombres ayant même dénominateur ou même numérateur), en les comparant à un autre nombre (comparaison à 1 pour certaines fractions, valeur décimale approchée) ou à l'aide du signe de leur différence. On dégagera quelques avantages et limites de chaque critère suivant les situations étudiées. On retrouvera le résultat relatif à la comparaison de $a$, $a^2$ et $a^3$ ($a$ étant un réel positif) lors de travaux sur les pourcentages et les coefficients multiplicateurs.

***- Valeur absolue d'un nombre***

Aucune étude particulière n'est demandée. Cette notation sera présentée essentiellement pour exprimer la distance entre deux nombres.

## Fonctions

Au sujet des fonctions, l'accent est mis sur les différents aspects sous lesquels apparaît la notion de fonction : graphiques, numériques, qualitatifs. Là encore, il est proposé d'insister sur les apports respectifs des différents cadres d'étude.

### *- Notion de fonction. Étude qualitative*

La notion de fonction est une notion difficile à appréhender ; elle est déjà présente au collège, mais elle n'y a été explicitée que dans le cas particulier des fonctions linéaires et affines : on pourra revenir sur celles-ci à l'occasion de travaux ou d'un bilan sur les pourcentages ou la proportionnalité. Pour aborder la notion de fonction dans une acception plus générale, le programme propose de s'appuyer sur quelques situations simples. On privilégiera celles pour lesquelles l'explicitation du lien entre deux grandeurs permet de répondre à une question : ainsi, on peut trouver de nombreux exemples de situations géométriques, faisant intervenir comme variable une longueur et comme deuxième grandeur une longueur ou une aire ; la question à traiter est alors souvent un problème de maximum, de minimum ou même de recherche d'une valeur particulière.

Le programme demande explicitement de traiter des exemples de fonctions données à l'aide d'une courbe (elles sont fréquentes dans les documents des autres disciplines ou dans les média : la légende accompagnant la courbe permet d'identifier les deux grandeurs en jeu) ainsi que celles fournies par un tableau de données (type "tarifs postaux"). A propos de fonction définie par une courbe, il importe que les élèves sachent lire de façon critique l'information contenue dans la courbe (lectures approchées d'images et d'antécédents, ou lectures exactes dans certains cas précisés par le graphique, variations, etc.) ; on pourra convenir ici que l'information sur les variations est exhaustive et on montrera la nécessité d'une telle convention à l'aide de courbes tracées avec un grapheur à partir d'une formule (des changements de fenêtre peuvent modifier l'allure de la courbe, mais il ne s'agit plus là de fonction définie par une courbe).

Une place particulière est à faire aux fonctions du temps, très présentes en économie et dans les graphiques issus de l'actualité.

A l'occasion de tous ces exemples, on abordera la notion d'ensemble de définition. On évitera les exercices systématiques de détermination d'ensemble de définition ; dans la plupart des cas, on le donnera. En dehors de quelques exemples où celui-ci pourra être fini (cas de fonctions du temps du type "nombre de mariages en fonction de l'année" où la variable est discrète et les graphiques correspondants parfois continus !), ce sera toujours un intervalle ou une réunion d'intervalles de $\mathbb{R}$.

On portera une attention particulière à la maîtrise de la notation *f(x)*, où le parenthésage va à l'encontre de certaines notations du calcul algébrique. Quant à la compréhension de la notation *f*, c'est un objectif à plus long terme : il est approché en seconde par l'accumulation d'exemples nombreux et variés, par l'étude des variations d'une fonction (avec la prise en compte de tout un ensemble de valeurs) et par l'étude des premières fonctions de références.

### *- Fonctions de référence*

Il est souvent utile aux élèves de revoir, à l'éclairage des propriétés de linéarité (l'image d'une somme est la somme des images ; l'image de $k$ fois un nombre est $k$ fois l'image du nombre), les pièges classiques que constituent la somme de deux carrés, de deux inverses, de deux racines ou encore $\sqrt{a^2+b^2}$.

Les élèves sortant du collège disposent des connaissances de base de la trigonométrie dans un triangle rectangle ; ces connaissances seront entretenues en géométrie, lors de la résolution de problèmes relatifs à diverses configurations du plan. La notion d'angle orienté est introduite en géométrie (voir § géométrie ci-dessous) mais aucune compétence n'est exigée les concernant. La notion de cercle trigonométrique sera introduite ici. Un logiciel de géométrie dynamique sera alors particulièrement utile pour bien montrer comment l'ensemble des nombres réels *s'enroule* sur le cercle et comment varient les projections de l'extrémité d'un arc AM en fonction de la longueur de cet arc ; périodicité et symétrie seront introduites, et si possible justifiées puis exprimées analytiquement. Pour faire le lien avec les valeurs des sinus et des cosinus de 30°, 45° et 60°, on déterminera, sur le cercle trigonométrique, la longueur des arcs interceptés par ces angles remarquables et on établira les valeurs exactes des sinus et cosinus correspondants ; on introduira ici le radian pour mesurer l'angle au centre interceptant un arc du cercle trigonométrique avec le même nombre que la longueur de cet arc : on en restera à des mesures d'angles en radian comprises entre $-\pi$ et $\pi$ ou entre 0 et $2\pi$.

***- Fonctions et formules algébriques***

Les différentes capacités attendues qui sont listées dans ce paragraphe doivent être développées essentiellement en liaison avec les autres rubriques : organisation de calcul, étude des fonctions, résolution d'équations et d'inéquations,… On n'atteindra une certaine maîtrise du calcul algébrique que si on développe une aptitude à anticiper les effets d'une modification d'écriture. Pour ce faire, on développera la réflexion sur les différentes formes possibles qu'une expression peut prendre et sur les questions auxquelles chacune de ces formes permet de répondre. Ainsi on ne séparera pas étude des différentes techniques et traitements envisagés.

On s'attachera à s'assurer du sens que les élèves attribuent à la notion de formule algébrique (identités remarquables, factorisations, développements,...). On pourra, le cas échéant, envisager des activités de remédiation s'appuyant sur calculatrice ou tableur.

***- Mise en équation ; résolution algébrique et graphique d'équations et d'inéquations***

Un élève ayant à résoudre une équation comme $(x - 2)^2 = 9$ perçoit assez facilement que l'égalité est bien vérifiée pour $x = 5$ et il se contente alors de donner cette seule solution ; il a même souvent quelques réticences à mettre en œuvre toute technique permettant d'aboutir à l'ensemble des solutions. La représentation graphique de la fonction $x \rightarrow (x - 2)^2$ qui met en évidence l'existence de deux solutions incitera à dépasser le premier raisonnement. Pour la résolution de $x^2 + 2x + 3 = 0$, on peut là aussi s'appuyer sur la représentation graphique qui montre bien l'absence de solution, confirmée ensuite par l'écriture $(x+1)^2 + 2 = 0$ ; il peut être intéressant aussi de laisser un élève développer l'expression, tenter de la factoriser, proposer comme solution $x = -3/(x + 2)$ et le faire réfléchir sur sa proposition. De même, une calculatrice graphique montre facilement que les équations $x (x + 1) = (2x + 3) (x + 1)$ et $x = 2x + 3$ n'ont pas les mêmes solutions. Un autre exemple est l'utilisation de la représentation graphique de la fonction $x \rightarrow x^2 + 3x - 10$ pour conjecturer que 2 par exemple est une solution de l'équation $x^2 + 3x - 10 = 0$ ; le calcul permet de vérifier facilement que c'est bien le cas ; il reste à anticiper un peu sur la factorisation et à vérifier que $(x - 2) (x + 5)$ est bien une écriture possible pour l'expression $x^2 + 3x - 10$ pour aboutir à la résolution de l'équation $x^2 + 3x - 10 = 0$ .

Ces quelques exemples montrent comment le point de vue des fonctions peut enrichir la réflexion sur la résolution d'équations. Ces remarques s'appliquent encore plus à la résolution d'inéquations puisque l'ensemble des solutions ne se réduit presque jamais à une seule valeur.

## 3. Géométrie

Pour toute la partie géométrie, le programme donne deux orientations fondamentales :

- *prendre du temps* pour s'adonner à une vraie recherche de problèmes - en respectant toutes les étapes relatives à ce type de recherche (conjectures et expérimentations, recherche de preuves, mise en forme d'une démonstration) - ;

- s'appuyer sur des notions fortement liées à la perception pour progresser dans la maîtrise des savoirs géométriques : s'il est vrai, en effet, que la géométrie sert à dépasser par la pensée les limites de la perception et donne ainsi un pouvoir sur le plan et l'espace (tel Thalès face à la pyramide de Kheops), il reste vrai qu'à ce niveau d'études la formation géométrique doit continuer de s'appuyer sur des manipulations ou constructions d'objets, sur l'observation ou la recherche de régularités entre ces objets.

Le programme de 2$^{\text{nde}}$ a donc limité le nombre de notions nouvelles à introduire et propose de s'appuyer avant tout sur les acquis de collège. De même, le programme invite à limiter le nombre d'exemples ou problèmes étudiés : ceux-ci seront à choisir avec soin pour leur richesse (méthodologique, paradigmatique, épistémologique, didactique, mathématique, historique,…). Ce choix relève de la responsabilité de chaque enseignant ; il sera facilité par l'absence relative de contenus nouveaux voulue par le programme et devrait permettre à chaque classe un fonctionnement quelque peu libéré des contenus et centré sur l'acquisition d'une démarche mathématique.

### Géométrie dans l'espace

C’est sur la manipulation d’objets de l’espace que se fondera ce chapitre : la construction d’un patron de solide (autre que ceux déjà étudiés en collège) puis celle d'un solide à partir d'un patron sont des étapes expérimentales encore indispensables pour bon nombre d'élèves.

L'étude d'éléments de ce solide puis de sections planes de ce solide amène à dégager quelques énoncés concernant les positions relatives de droites et de plans de l'espace (règles usuelles dites d'incidence, qui seront admises) : on pourra se limiter aux seules propriétés effectivement utilisées. On mettra en valeur leur spécificité par rapport au cas de la géométrie plane, en particulier en comparant maquette et représentation en perspective cavalière.

Des calculs de longueurs, d'aires ou volumes seront proposés : ceux-ci conduisent à préciser la notion d'orthogonalité entre une droite et un plan (une droite et un plan sont orthogonaux si la droite est perpendiculaire - au sens de la géométrie plane - à deux droites sécantes de ce plan) et à énoncer quelques propriétés usuelles. A travers de tels calculs, la géométrie dans l'espace constitue un lieu de mise en œuvre des acquis des autres chapitres du programme.

Les programmes ultérieurs s'appuieront sur les propriétés dégagées ici ; dans l'inventaire que chaque enseignant sera amené à établir avec sa classe devront figurer au moins les propriétés suivantes, qui seront admises :

- caractérisation d'un plan de l'espace par trois points non alignés ;
- positions relatives de deux plans ;
- positions relatives de deux droites ;
- positions relatives d'une droite et d'un plan ;
- propriétés de la relation de parallélisme entre droites (resp. entre plans) de l'espace ;
- propriétés de la relation d'orthogonalité entre droites et plans de l'espace.

On trouvera sur le site télématique du GTD, pour la seule information des enseignants, un exposé relatif à l'une des axiomatiques sur laquelle peut se fonder la géométrie dans l'espace au lycée.

### Les configurations du plan

Comme indiqué plus haut, le programme propose de s'appuyer sur les seules notions apprises au collège ; les transformations déjà étudiées continueront donc d'intervenir au même titre que les configurations. Il invite également à prendre du temps pour la recherche et la résolution de problèmes.

Pour éviter les révisions systématiques, le programme propose d'introduire les notions de triangles isométriques et de triangles de même forme. En cohérence avec les choix exprimés au début du paragraphe "Géométrie", on s'appuiera sur la perception. Ainsi, par exemple, la question "combien d'informations faut-il pour construire un triangle ?" amène les élèves à donner des réponses fondées sur leur intuition et leur culture du collège ; la mise en forme de ces réponses et la construction effective d'un triangle ABC avec des données imposées (a, b et c ; ou $\hat{A}$, b et c ; ou a, $\hat{B}$ et $\hat{C}$ ; sans oublier des tentatives avec $\hat{A}$, a et b ou $\hat{A}$, $\hat{B}$ et $\hat{C}$) conduisent aux trois façons traditionnelles de caractériser des triangles isométriques ; les transformations étudiées en collège (translation, rotation, symétrie axiale) suffisent pour justifier, si besoin est, ces résultats, mais cette justification n'est pas un objectif du programme.

De façon analogue, la question "parmi ces triangles lesquels ont la même forme ?" débouche sur la notion de triangles de même forme ou semblables. Il est à noter que la définition conseillée ici par le programme répond au souci déjà exprimé de s'appuyer sur la perception. Le passage à la caractérisation de deux triangles semblables à l'aide d'un coefficient d'agrandissement-réduction, que l'on appellera *rapport de similitude*, pourra s'appuyer sur l'étude des triangles isométriques et les propriétés de Thalès étudiées en classe de $3^{\text{ème}}$ (rappelées ci-dessous).

Il faut souligner ici l'effort important entrepris au collège pour différencier le résultat *observé* du résultat *démontré* et pour annoncer clairement le statut des divers énoncés : définition, résultat ou théorème admis sur conjecture, résultat ou théorème établi, etc. (cf. document d'accompagnement des programmes de $5^e$-$4^e$). Il importe de garder cet esprit dans le travail conduit en $2^{nde}$, en particulier dans ce paragraphe de géométrie. Ainsi, l'enseignant décidera, en fonction de ses élèves et du temps dont il dispose, du caractère *admis* ou *démontré* des trois cas d'isométrie des triangles. Cela supposera au préalable le choix par l'enseignant d'une définition des triangles isométriques ; celle qui s'inscrit le plus naturellement dans le fil des programmes de collège, où l'on a construit des images de figures géométriques par symétries axiale ou centrale, par translation ou par rotation, pourrait s'énoncer ainsi : "deux triangles sont isométriques si l'un est l'image de l'autre par une translation, une symétrie axiale, une rotation ou une succession de telles transformations". Une autre définition, plus intuitive, pourrait être : "deux triangles sont isométriques si ils ont des côtés et des angles respectivement égaux".

Une définition étant posée, l'objectif est d'atteindre rapidement les cas d'isométrie. Que ceux-ci soient admis ou démontrés, on n'oubliera pas que tout résultat doit être légitimé dans l'esprit des élèves pour qu'il s'inscrive naturellement dans le corpus antérieur de connaissances.

La définition générale d'une isométrie n'est pas un acquis de collège, elle n'est en aucun cas un objectif de la classe de $2^{nde}$ ; cela n'empêche pas l'utilisation du qualificatif *isométrique* ou de l'expression *cas d'isométrie* ; ces expressions paraissent préférables à celles de *triangles égaux* ou *cas d'égalité*, courantes il y a plusieurs décennies : l'usage de ces dernières contredirait la notion d'égalité encore en voie d'acquisition par les élèves, pour qui la diversité des dénominations d'un même objet pose encore problème.

Par contre le programme laisse à chaque enseignant la liberté de choisir entre les expressions *triangles de même forme* - proche de l'intuition - ou *triangles semblables* - dénomination mathématique - ; il conviendra néanmoins que les élèves sachent leur synonymie .

A propos du théorème de Thalès, il est rappelé l'énoncé exact des deux théorèmes étudiés en troisième :

> "- Soient d et d' deux droites sécantes en A ; soient B, et M deux points de d, distincts de A ; soient C et N deux points de d', distincts de A. Si les droites (BC) et (MN) sont parallèles, alors $\frac{AM}{AB}=\frac{AN}{AC}=\frac{MN}{BC}$.
>
> - Soient d et d' deux droites sécantes en A ; soient B, et M deux points de d, distincts de A ; soient C et N deux points de d', distincts de A. Si $\frac{AM}{AB}=\frac{AN}{AC}$ et si les points A, B, M et les points A, C, N sont dans le même ordre, alors les droites (BC) et (MN) sont parallèles."

On pourra donc, en seconde, déduire du cas direct énoncé ci-dessus des égalités nouvelles du type $\frac{AM}{MB}=\frac{AN}{NC}$, ou d'autres dans une configuration plus générale.

Aucun développement n'est demandé en $2^{nde}$ sur les notions d'orientation d'une figure : l'observation et les mots pour la dire suffiront. Pour les angles, on partira du point de vue intuitif adopté au collège et les angles géométriques seront mesurés en degré ou en radian. A propos des rotations, il sera commode, en liaison avec la notion de cercle trigonométrique, de mesurer les angles entre -180° et 180° (ou entre $-\pi$ et $\pi$) et d'introduire alors le terme d'angle orienté.

Comme le dit le programme, les deux points de vue développés ci-dessus (triangles isométriques, triangles de même forme) répondent à un souci de faire revivre les acquis de collège en évitant les révisions systématiques ; il en est de même de l'invitation à résoudre des problèmes mettant en jeu formes et aires. L'intention est claire : il s'agit avant tout de faire réfléchir et travailler les élèves sur des problèmes réinvestissant la totalité des acquis antérieurs (configurations, transformations, vecteurs).

Ce sera l'occasion de s'attarder sur l'apprentissage d'une démarche déductive et la maîtrise d'un vocabulaire logique (voir aussi le § I.6 de ce document) : le programme en parle ici de façon explicite, mais ce n'est bien sûr pas pour l'exclure des autres parties du programme.

*On trouvera plus loin des propositions d'activités illustrant les développements précédents.*

### Repères et vecteurs

Le programme met nettement l'accent sur la notion de repérage : on a voulu assurer à l'ensemble des élèves, quelle que soit leur orientation ultérieure, la maîtrise indispensable en ce domaine qu'exigent aussi bien l'interprétation de cartes et de plans que l'utilisation de tableurs ou la compréhension des représentations graphiques.

La place du calcul vectoriel est réduite ; celui-ci est maintenu par souci de cohérence avec les choix faits dans le programme de collège, pour permettre d'entretenir les acquis (les vecteurs y sont introduits à partir des translations et ensuite définis en termes de direction, sens et longueur) et fournir l'indispensable pour résoudre les problèmes de repérage ; le choix a été fait de réserver à la classe de 1ère le développement de la géométrie vectorielle pour tous les élèves dont le cursus l'exigera.

On définira la multiplication d'un vecteur par un réel indépendamment du repérage ; la définition étant acquise, ainsi que ses propriétés et sa traduction en terme de colinéarité de vecteurs ou d'alignement de points, on l'appliquera dans le seul cadre de la géométrie analytique.

Les équations de droites ont été introduites en classe de troisième dans le cadre des représentations graphiques des fonctions affines. C'est ce point de vue, indispensable et suffisant pour toutes les poursuites d'études, qui a été privilégié : d'où la caractérisation analytique des droites proposée. Aucun développement n'est demandé sur la forme générale ; les élèves devront néanmoins être capables de s'appuyer sur l'équivalence d'expressions telles ($4y + 2x - 1 = 0$) et ($y = -\frac{1}{2}x + \frac{1}{4}$) pour interpréter géométriquement une résolution de système.

## En guise de conclusion

Comme il a été dit au début de ce document d'accompagnement, les commentaires rédigés ici par le GTD pourront évoluer en fonction des questions posées par les enseignants : des remises à jour pourront ainsi avoir lieu tous les ans.

Ce document a pour objectif de faciliter la mise en œuvre du programme par chaque enseignant dans sa classe : de nouveaux contenus ou un regard nouveau sur des contenus classiques justifient que certains paragraphes aient fait l'objet d’un plus ample développement que d'autres. Différentes interprétations de ce programme sont possibles ; ce document d'accompagnement souhaite contribuer à les relier et maintenir ainsi une indispensable unité dans l'enseignement des mathématiques à ce niveau.