

Enseignements primaire et secondaire

Seconde générale et technologique

Aménagements des programmes d'enseignement de mathématiques et de physique-chimie

NOR : MENE1712512C

circulaire n° 2017-082 du 2-5-2017

MENESR - DGESCO MAF 1

Texte adressé aux rectrices et recteurs d'académie ; aux inspectrices et inspecteurs d'académie-directrices et directeurs académiques des services de l'éducation nationale ; aux inspectrices et inspecteurs d'académie-inspectrices et inspecteurs pédagogiques régionaux de mathématiques et de physique-chimie ; aux proviseurs des lycées généraux et technologiques ; aux enseignants de mathématiques et de physique-chimie de lycée général et technologique

Les nouveaux programmes de mathématiques et de physique-chimie du cycle 4 sont entrés en vigueur à la rentrée 2016. Étroitement articulés au nouveau socle commun de connaissances, de compétences et de culture, ils précisent les enjeux et les objectifs de formation pour chaque cycle et la contribution des différents enseignements à l'acquisition de chacun des cinq domaines de formation du socle commun.

La mise en œuvre d'un nouveau projet de formation pour la scolarité obligatoire exige de repenser la continuité pédagogique entre le collège et le lycée. Pour tenir compte des nouveaux programmes du cycle 4, la présente circulaire a pour objectif d'apporter, pour la classe de seconde générale et technologique, un certain nombre d'aménagements au programme de mathématiques défini par l'arrêté du 23 juin 2009 (BOEN n° 30 du 23 juillet 2009) et au programme de physique-chimie défini par l'arrêté du 8 avril 2010 (BOEN spécial n° 4 du 29 avril 2010).

Conçus par cycles de trois ans, les nouveaux programmes auront pleinement porté leurs fruits auprès des élèves lorsque ceux-ci auront suivi les trois années du cycle 4. Les aménagements des programmes de mathématiques et de physique-chimie de la classe de seconde générale et technologique seront **mis en œuvre à compter de la rentrée 2017** mais doivent être considérés en tenant compte du fait que cette mise en place sera totalement stabilisée à la rentrée scolaire 2019.

Pour la ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche

et par délégation,

La directrice générale de l'enseignement scolaire,

Florence Robine

Annexes

➤ Aménagement du programme de mathématiques

➤ Aménagement du programme de physique-chimie

Aménagement du programme de mathématiques

Introduction

La seconde est une classe de détermination. Le programme de mathématiques y a pour fonction :

- de conforter l'acquisition par chaque élève de la culture mathématique nécessaire à la vie en société et à la compréhension du monde ;
- d'assurer et de consolider les bases de mathématiques nécessaires aux poursuites d'étude du lycée ;
- d'aider l'élève à construire son parcours de formation.

Pour chaque partie du programme, **les capacités attendues sont clairement identifiées** et l'accent est mis systématiquement sur les types de problèmes que les élèves doivent savoir résoudre. L'acquisition de techniques est indispensable, mais doit être au service de la pratique du raisonnement qui est la base de l'activité mathématique des élèves. Il faut, en effet, que chaque élève, quels que soient ses projets, puisse faire l'expérience personnelle de l'efficacité des concepts mathématiques et de la simplification que permet la maîtrise de l'abstraction.

Objectif général

L'objectif de ce programme est de former les élèves à la démarche scientifique sous toutes ses formes pour les rendre capables de :

- chercher, expérimenter – en particulier à l'aide d'outils logiciels ;
- modéliser, faire une simulation, valider ou invalider un modèle ;
- représenter, choisir un cadre (numérique, algébrique, géométrique...), changer de registre ;
- raisonner, démontrer, trouver des résultats partiels et les mettre en perspective ;
- calculer, appliquer des techniques et mettre en œuvre des algorithmes ;
- communiquer un résultat par oral ou par écrit, expliquer oralement une démarche.

Dans la mesure du possible, les problèmes posés s'inspirent de situations liées à la vie courante ou à d'autres disciplines. Ils doivent pouvoir s'exprimer de façon simple et concise et laisser dans leur résolution une place à l'autonomie et à l'initiative des élèves. Au niveau d'une classe de seconde de détermination, les solutions attendues sont aussi en général simples et courtes.

Raisonnement et langage mathématiques

Le développement de l'argumentation et l'**entraînement à la logique** font partie intégrante des exigences des classes de lycée. À l'issue de la seconde, l'élève devra avoir acquis une expérience lui permettant de commencer à distinguer les principes de la logique mathématique de ceux de la logique du langage courant et, par exemple, à distinguer implication mathématique et causalité. Les concepts et méthodes relevant de la logique mathématique **ne doivent pas faire l'objet de cours spécifiques** mais doivent prendre naturellement leur place dans tous les chapitres du programme. De même, le vocabulaire et les notations mathématiques ne doivent pas être fixés d'emblée ni faire l'objet de séquences spécifiques mais doivent être introduits au cours du traitement d'une question en fonction de leur utilité. Comme les éléments de logique mathématique, les notations et le vocabulaire mathématiques sont à considérer comme des conquêtes de l'enseignement et non comme des points de départ. Pour autant, ils font pleinement partie du programme : les objectifs figurent, avec ceux de la logique, à la fin du programme.

Utilisation d'outils logiciels

L'utilisation de logiciels (calculatrice ou ordinateur), d'outils de visualisation et de représentation, de calcul (numérique ou formel), de simulation, de programmation développe la possibilité d'expérimenter, ouvre largement la dialectique entre l'observation et la démonstration et change profondément la nature de l'enseignement.

L'utilisation régulière de ces outils peut intervenir selon trois modalités :

- par le professeur, en classe, avec un dispositif de visualisation collective adapté ;
- par les élèves, sous forme de travaux pratiques de mathématiques ;

- dans le cadre du travail personnel des élèves hors du temps de classe (par exemple au CDI ou à un autre point d'accès au réseau local).

Diversité de l'activité de l'élève

La diversité des activités mathématiques proposées doit permettre aux élèves de prendre conscience de la richesse et de la variété de la démarche mathématique et de la situer au sein de l'activité scientifique. Cette prise de conscience est un élément essentiel dans la définition de leur orientation.

Il importe donc que cette diversité se retrouve dans les travaux proposés à la classe. Parmi ceux-ci les travaux écrits faits hors du temps scolaire permettent, à travers l'autonomie laissée à chacun, le développement des qualités d'initiative. Ils doivent être conçus de façon à prendre en compte la diversité et l'hétérogénéité des aptitudes des élèves.

Le calcul est un outil essentiel pour la pratique des mathématiques dans la résolution de problème. Il est important en classe de seconde de poursuivre l'entraînement des élèves dans ce domaine par la pratique régulière du calcul mental, du calcul numérique et du calcul littéral. L'utilisation d'outils logiciels de calcul – sur calculatrice ou sur ordinateur – contribue à cet entraînement.

Organisation du programme

Le programme est divisé en quatre parties :

- Fonctions
- Géométrie
- Statistiques et probabilités
- Algorithmique et programmation

Les capacités attendues dans le domaine du raisonnement sont transversales et doivent être développées à l'intérieur de chacune des quatre parties. Le travail sur l'algorithmique et la programmation doit être réinvesti dans les trois autres parties. Des activités de type algorithmique possibles sont signalées dans les différentes parties du programme et précédées du symbole $\diamond$.

Le programme n'est pas un plan de cours et ne contient pas de préconisations pédagogiques. Il fixe les objectifs à atteindre en termes de capacités et pour cela **indique les types de problèmes que les élèves doivent savoir résoudre**.

Évaluation des élèves

Les élèves sont évalués en fonction des capacités attendues et selon des modes variés : travaux écrits, rédaction de travaux de recherche, compte-rendus de travaux pratiques. L'évaluation doit être en phase avec les objectifs de formation rappelés au début de cette introduction.

1. Fonctions

L'objectif est de rendre les élèves capables d'étudier :

- un problème se ramenant à une équation du type $f(x) = k$ et de le résoudre dans le cas où la fonction est donnée (définie par une courbe, un tableau de données, une formule) et aussi lorsque toute autonomie est laissée pour associer au problème divers aspects d'une fonction ;
- un problème d'optimisation ou un problème du type $f(x) > k$ et de le résoudre, selon les cas, en exploitant les potentialités de logiciels, graphiquement ou algébriquement, toute autonomie pouvant être laissée pour associer au problème une fonction.

Les situations proposées dans ce cadre sont issues de domaines très variés : géométrie plane ou dans l'espace, biologie, économie, physique, actualité etc. Les logiciels mis à la disposition des élèves (tableur, traceur de courbes, logiciels de géométrie dynamique, de calcul numérique, de calcul formel, etc.) peuvent être utilement exploités.

Par ailleurs, la résolution de problèmes vise aussi à progresser dans la maîtrise du calcul algébrique et à approfondir la connaissance des différents types de nombres, en particulier pour la distinction d'un nombre de ses valeurs approchées. Au cycle 4, les élèves ont étudié des nombres rationnels ou irrationnels. En seconde, c'est la première fois qu'ils rencontrent l'ensemble des nombres réels. Aucun formalisme n'est attendu à ce niveau, mais on pourra définir brièvement les ensembles de nombres vus au lycée.

Il s'agit également d'apprendre aux élèves à distinguer la courbe représentative d'une fonction des dessins obtenus avec un traceur de courbe ou comme représentation de quelques données. Autrement dit, il s'agit de faire comprendre que des dessins peuvent suffire pour répondre de façon satisfaisante à un problème concret mais qu'ils ne suffisent pas à démontrer des propriétés de la fonction. On s'appuie pour cela sur le travail mené au cycle 4 autour de :

- la modélisation de phénomènes continus par des fonctions et
- la résolution de problèmes modélisés par des fonctions.

On commence par remobiliser les différents cadres de définition d'une fonction, ainsi que le vocabulaire associé : antécédents et images, courbe représentative, tableaux de données, formule algébrique.

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Étude qualitative de fonctions Fonction croissante, fonction décroissante ; maximum, minimum d'une fonction sur un intervalle.	• Décrire, avec un vocabulaire adapté ou un tableau de variations, le comportement d'une fonction définie par une courbe. • Dessiner une représentation graphique compatible avec un tableau de variations. Lorsque le sens de variation est donné, par une phrase ou un tableau de variations : • comparer les images de deux nombres d'un intervalle ; • déterminer tous les nombres dont l'image est supérieure (ou inférieure) à une image donnée.	Les élèves doivent distinguer les courbes pour lesquelles l'information sur les variations est exhaustive, de celles obtenues sur un écran graphique. Les définitions formelles d'une fonction croissante, d'une fonction décroissante, sont progressivement dégagées. Leur maîtrise est un objectif de fin d'année. ◊ Même si les logiciels traceurs de courbes permettent d'obtenir rapidement la représentation graphique d'une fonction définie par une formule algébrique, il est intéressant, notamment pour les fonctions définies par morceaux, de faire écrire aux élèves un algorithme de tracé de courbe. ⇔ <i>Étude des signaux périodiques en physique.</i>
Expressions algébriques Transformations d'expressions algébriques en vue d'une résolution de problème. Identités remarquables.	• Associer à un problème une expression algébrique. • Identifier la forme la plus adéquate (développée, factorisée) d'une expression en vue de la résolution du problème donné. • Développer, factoriser des expressions polynomiales simples ; transformer des expressions rationnelles simples.	Les activités de calcul nécessitent une certaine maîtrise technique et doivent être l'occasion de raisonner. Les élèves apprennent à développer des stratégies s'appuyant sur l'observation de courbes, l'anticipation et l'intelligence du calcul. Le cas échéant, cela s'accompagne d'une mobilisation éclairée et pertinente des logiciels de calcul formel.
Équations Résolution graphique et algébrique d'équations.	• Mettre un problème en équation. • Résoudre une équation se ramenant au premier degré.	Pour un même problème, combiner résolution graphique et contrôle algébrique. Utiliser, en particulier, les représentations graphiques données sur

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Systèmes d'équations.	Encadrer une racine d'une équation grâce à un algorithme de dichotomie. • Résoudre graphiquement et algébriquement un système de deux équations du premier degré à deux inconnues.	écran par une calculatrice, un logiciel. On fait le lien avec les équations de droites.
Fonctions de référence Fonctions linéaires et fonctions affines Variations de la fonction carré, de la fonction inverse.	• Donner le sens de variation d'une fonction affine. • Donner le tableau de signes de $ax + b$ pour des valeurs numériques données de a et b . • Connaître les variations des fonctions carré et inverse. • Représenter graphiquement les fonctions carré et inverse.	On fait le lien entre le signe de $ax + b$, le sens de variation de la fonction et sa courbe représentative. Exemples de non-linéarité. En particulier, faire remarquer que les fonctions carré et inverse ne sont pas linéaires.
Études de fonctions Fonctions polynômes de degré 2.	• Connaître les variations des fonctions polynômes de degré 2 (monotonie, extremum) et la propriété de symétrie de leurs courbes.	Les résultats concernant les variations des fonctions polynômes de degré 2 (monotonie, extremum) et la propriété de symétrie de leurs courbes sont donnés en classe et connus des élèves, mais peuvent être partiellement ou totalement admis. Savoir mettre sous forme canonique un polynôme de degré 2 n'est pas un attendu du programme.
Inéquations Résolution graphique et algébrique d'inéquations.	• Modéliser un problème par une inéquation. • Résoudre graphiquement des inéquations de la forme : $f(x) < k$; $f(x) < g(x)$. • Résoudre une inéquation à partir de l'étude du signe d'une expression produit ou quotient de facteurs du premier degré. • Résoudre algébriquement les inéquations nécessaires à la résolution d'un problème.	Pour un même problème, il s'agit de : • combiner les apports de l'utilisation d'un graphique et d'une résolution algébrique ; • mettre en relief les limites de l'information donnée par une représentation graphique. Les fonctions utilisables sont les fonctions polynômes de degré 2.

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Trigonométrie « Enroulement de la droite numérique » sur le cercle trigonométrique et définition du sinus et du cosinus d'un nombre réel.	• On fait le lien avec les valeurs des sinus et cosinus des angles de 0° , 30° , 45° , 60° , 90° .	On fait le lien avec la trigonométrie du triangle rectangle vue au collège. La notion de radian n'est pas exigible. $\Rightarrow$ Réfraction (optique).

2. Géométrie

L'objectif de l'enseignement de la géométrie plane est de rendre les élèves capables d'étudier un problème dont la résolution repose sur des calculs de distance, la démonstration d'un alignement de points ou du parallélisme de deux droites, la recherche des coordonnées du point d'intersection de deux droites, en mobilisant des techniques de la géométrie plane repérée.

Les configurations étudiées au collège, à base de triangles, quadrilatères, cercles, sont la source de problèmes pour lesquels la géométrie repérée et les vecteurs fournissent des outils nouveaux et performants.

En fin de compte, l'objectif est de rendre les élèves capables d'étudier un problème d'alignement de points, de parallélisme ou d'intersection de droites, de reconnaissance des propriétés d'un triangle, d'un polygone – toute autonomie pouvant être laissée sur l'introduction ou non d'un repère, l'utilisation ou non de vecteurs.

Dans le cadre de la résolution de problèmes, l'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique par les élèves leur donne une plus grande autonomie et encourage leur prise d'initiative.

Au cycle 4, les élèves ont étudié l'effet d'une translation, d'une symétrie, d'une rotation ou d'une homothétie sur une figure géométrique. En seconde, on prend appui sur ce travail pour étudier les vecteurs.

La définition proposée des vecteurs permet d'introduire rapidement l'addition de deux vecteurs et la multiplication d'un vecteur par un nombre réel. Cette introduction est faite en liaison avec la géométrie plane repérée.

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Coordonnées d'un point du plan Abscisse et ordonnée d'un point dans le plan rapporté à un repère orthonormé. Distance de deux points du plan. Milieu d'un segment.	• Repérer un point donné du plan, placer un point connaissant ses coordonnées. • Calculer la distance de deux points connaissant leurs coordonnées. • Calculer les coordonnées du milieu d'un segment.	Un repère orthonormé du plan est défini par trois points (O, I, J) formant un triangle rectangle isocèle de sommet O. À l'occasion de certains travaux, on pourra utiliser des repères non orthonormés.

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Configurations du plan Triangles, quadrilatères, cercles. Tangente à un cercle.	Pour résoudre des problèmes : • utiliser les propriétés des triangles, des quadrilatères, des cercles ; • utiliser les propriétés des symétries axiale ou centrale. • Construire la tangente à un cercle en l'un de ses points.	Les activités des élèves prennent appui sur les propriétés étudiées au collège et peuvent s'enrichir des apports de la géométrie repérée. ◊ Le cadre de la géométrie repérée offre la possibilité de traduire numériquement des propriétés géométriques et permet de résoudre certains problèmes par la mise en œuvre d'algorithmes simples.
Droites Droite comme courbe représentative d'une fonction affine. Équations de droites. Droites parallèles, sécantes.	• Tracer une droite dans le plan repéré. • Interpréter graphiquement le coefficient directeur d'une droite. • Caractériser analytiquement une droite. • Établir que trois points sont alignés, non alignés. • Reconnaître que deux droites sont parallèles, sécantes. • Déterminer les coordonnées du point d'intersection de deux droites sécantes.	On démontre que toute droite a une équation soit de la forme $y = mx + p$, soit de la forme $x = c$. On fait la liaison avec la colinéarité des vecteurs. C'est l'occasion de résoudre des systèmes d'équations linéaires.
Vecteurs Vecteur $\overrightarrow{AB}$ associé à la translation qui transforme A en B. Égalité de deux vecteurs : $\vec{u} = \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{CD}$. Coordonnées d'un vecteur dans un repère. Somme de deux vecteurs.	• Savoir que $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{CD}$ équivaut à $ABDC$ est un parallélogramme, éventuellement aplati. • Connaître les coordonnées $(x_B - x_A, y_B - y_A)$ du vecteur $\overrightarrow{AB}$. • Calculer les coordonnées de la somme de deux vecteurs dans un repère.	La notion de vecteur permet de représenter une translation par les coordonnées du vecteur associé dans un repère. La somme des deux vecteurs $\vec{u}$ et $\vec{v}$ est le vecteur associé à la translation résultant de l'enchaînement des translations de vecteur $\vec{u}$ et de vecteur $\vec{v}$.

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Produit d'un vecteur par un nombre réel.	• Utiliser la notation $\vec{u}$. • Établir la colinéarité de deux vecteurs.	Pour le vecteur $\vec{u}$ de coordonnées (a, b) dans un repère, le vecteur $\lambda\vec{u}$ est le vecteur de coordonnées $(\lambda a, \lambda b)$ dans le même repère. Le vecteur $\lambda\vec{u}$ ainsi défini est indépendant du repère.
Relation de Chasles.	• Construire géométriquement la somme de deux vecteurs. • Caractériser alignement et parallélisme par la colinéarité de vecteurs.	Si une symétrie centrale transforme A en A' et B en B', alors $\overrightarrow{A'B'} = -\overrightarrow{AB}$. Si une homothétie de rapport λ transforme A en A' et B en B', alors $\overrightarrow{A'B'} = \lambda \overrightarrow{AB}$. <i>⇒ On peut souligner le lien avec la physique des forces, qui utilise le formalisme des vecteurs mais avec un usage légèrement différent.</i>

S'adressant à tous les élèves de seconde, le programme de géométrie dans l'espace a pour objectif :

- de développer la vision dans l'espace des élèves en entretenant les acquis du collège concernant les solides usuels ;
- d'introduire les notions de plans et droites de l'espace et leurs positions respectives ;
- de fournir ainsi des configurations conduisant à des problèmes aptes à mobiliser d'autres champs des mathématiques (géométrie plane, fonctions, probabilités) ou de la physique.

Il importe donc tout particulièrement que la géométrie dans l'espace soit abordée tôt dans l'année scolaire.

L'utilisation d'un logiciel de visualisation et de construction est un élément déterminant dans « l'apprentissage de l'espace ».

Les élèves doivent être capables de représenter en perspective parallèle (dite aussi cavalière) une configuration simple et d'effectuer des constructions sur une telle figure. Ils doivent aussi être capables de mobiliser pour des démonstrations les théorèmes de géométrie plane.

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Géométrie dans l'espace		
Les solides usuels étudiés au collège : parallélépipède rectangle, pyramides, cône et cylindre de révolution, sphère.	Manipuler, construire, représenter en perspective des solides.	C'est l'occasion d'effectuer des calculs de longueur, d'aire et de volumes.
Droites et plans, positions relatives. Droites et plans parallèles.		On consolide le travail de repérage sur la sphère terrestre (demi-cercles méridiens, cercles parallèles, longitude, latitude) entamé au cycle 4. On entraîne les élèves à l'utilisation autonome d'un logiciel de géométrie dans l'espace.

Pour des questions de présentation du programme, les cadres relatifs à l'enseignement des statistiques et des probabilités sont présentés séparément à la suite l'un de l'autre. Pour autant, ces enseignements sont en relation étroite l'un avec l'autre et doivent faire l'objet d'allers et retours.

dans le cadre de l'analyse de données, rendre les élèves capables :

- dans le cadre de l'échantillonnage :***

- | CONTENUS | CAPACITÉS ATTENDUES | COMMENTAIRES |
|--|--|--|
| <p>Statistique descriptive, analyse de données</p> <p>Caractéristiques de position et de dispersion</p> <ul style="list-style-type: none"> • médiane, quartiles ; • moyennes pondérées. | <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser un logiciel (par exemple, un tableur) ou une calculatrice pour étudier une série statistique. • Passer des effectifs aux fréquences, calculer les caractéristiques d'une série définie par effectifs ou fréquences. • Calculer des effectifs cumulés, des fréquences cumulées. • Représenter une série statistique graphiquement (nuage de points, histogramme, courbe des fréquences cumulées). | <p>L'objectif est de faire réfléchir les élèves sur des données réelles, riches et variées (issues, par exemple, d'un fichier mis à disposition par l'INSEE), synthétiser l'information et proposer des représentations pertinentes.</p> |
| <p>Échantillonnage</p> <p>Notion d'échantillon.</p> <p>Réalisation d'une simulation.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Concevoir, mettre en œuvre et exploiter des simulations de situations concrètes à l'aide du tableur ou d'une calculatrice. | <p>Un échantillon de taille n est constitué des résultats de n répétitions indépendantes de la même expérience aléatoire.</p> <p>À l'occasion de la mise en place d'une simulation, on peut :</p> <ul style="list-style-type: none"> • utiliser les fonctions logiques d'un tableur ou d'une calculatrice, ◊ mettre en place des instructions conditionnelles dans un algorithme. <p>L'objectif est d'amener les élèves à un questionnement lors des activités suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'estimation d'une proportion p inconnue à partir d'un échantillon ; • la prise de décision à partir d'un échantillon. <p>Dans la pratique, pour des échantillons</p> |
| <p>Intervalle de fluctuation d'une</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Exercer un regard | |

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
fréquence au seuil de 95%.	critique sur l'information obtenue à partir d'un échantillon, notamment en faisant le lien entre la taille de l'échantillon et la largeur de l'intervalle de fluctuation qui est de l'ordre de grandeur de $\frac{2}{\sqrt{n}}$.	de taille suffisante et des valeurs de p non extrêmes, on utilise l'intervalle $\left[p - \frac{1}{\sqrt{n}}, p + \frac{1}{\sqrt{n}}\right]$ dont on fera percevoir le sens de manière expérimentale, par exemple en simulant des échantillons de taille n puis en comparant à 0,95 le pourcentage de tels échantillons pour lesquels $f \in \left[p - \frac{1}{\sqrt{n}}, p + \frac{1}{\sqrt{n}}\right]$, où f désigne la fréquence observée dans l'échantillon.

Objectifs visés par l'enseignement des statistiques et probabilités à l'occasion de résolutions de problèmes

dans le cadre des probabilités, rendre les élèves capables :

- d'étudier et modéliser des expériences relevant de l'équiprobabilité (par exemple, lancers de pièces ou de dés, tirage de cartes) ;
- de proposer un modèle probabiliste à partir de l'observation de fréquences dans des situations simples ;
- d'interpréter des événements de manière ensembliste ;
- de mener à bien des calculs de probabilité.

Les situations étudiées concernent des expériences à une ou plusieurs épreuves.

◊ La répétition d'expériences aléatoires peut donner lieu à l'écriture d'algorithmes (marches aléatoires).

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Probabilité sur un ensemble fini Probabilité d'un événement. Réunion et intersection de deux événements, formule : $p(A \cup B) + p(A \cap B) = p(A) + p(B)$	• Déterminer la probabilité d'événements dans des situations d'équiprobabilité. • Utiliser des modèles définis à partir de fréquences observées. • Connaître et exploiter cette formule.	La probabilité d'un événement est définie comme la somme des probabilités des événements élémentaires qui le constituent. Pour les calculs de probabilités, on utilise des arbres, des diagrammes ou des tableaux.

4. Algorithmique et programmation

La démarche algorithmique est, depuis les origines, une composante essentielle de l'activité mathématique. Au cycle 4, en mathématiques et en technologie, les élèves ont appris à écrire, mettre au point et exécuter un programme simple. Ce qui est proposé dans ce programme est une consolidation des acquis du cycle 4 autour de deux idées essentielles :

- la notion de fonction d'une part, et
- la programmation comme production d'un texte dans un langage informatique d'autre part.

Dans le cadre de cette activité, les élèves sont entraînés :

- à décrire des algorithmes en langage naturel ou dans un langage de programmation ;
- à en réaliser quelques-uns à l'aide d'un programme simple écrit dans un langage de programmation textuel;
- à interpréter des algorithmes plus complexes.

Un langage de programmation simple d'usage est nécessaire pour l'écriture des programmes. Le choix du langage se fera parmi les langages interprétés, concis, largement répandus, et pouvant fonctionner dans une diversité d'environnements.

L'algorithmique a une place naturelle dans tous les champs des mathématiques et les problèmes ainsi traités doivent être en relation avec les autres parties du programme (fonctions, géométrie, statistiques et probabilité, logique) mais aussi avec les autres disciplines ou la vie courante.

À l'occasion de l'écriture d'algorithmes et de petits programmes, il convient de donner aux élèves de bonnes habitudes de rigueur et de les entraîner aux pratiques systématiques de vérification et de contrôle. En programmant, les élèves revisitent les notions de variables et de fonctions sous une forme différente. Il convient d'y être attentif.

CONTENUS	CAPACITÉS ATTENDUES	COMMENTAIRES
Variables et instructions élémentaires	• choisir ou déterminer le type d'une variable (entier, flottant ou chaîne de caractères) ; • concevoir et écrire des affectations à des variables ; • écrire une formule permettant un calcul combinant des variables.	On commence par consolider les notions de variables, de boucles et d'instructions conditionnelles introduites au cycle 4 en complétant la programmation par blocs par l'utilisation d'un langage de programmation textuel.
Boucle et itérateur, instruction conditionnelle	• programmer une instruction conditionnelle ; • programmer une boucle bornée ; • programmer une boucle non bornée.	On formalise les notions de boucle bornée (for) et de boucle non bornée (while) et on introduit la notion nouvelle de fonction dans un langage de programmation.
Notion de fonction	• programmer des fonctions simples, ayant un petit nombre d'arguments.	Il est intéressant de confronter les fonctions dans un langage de programmation avec les fonctions d'un tableur.

Notations et raisonnement mathématiques (objectifs pour le lycée)

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

Notations mathématiques

Les élèves doivent connaître les notions d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire et savoir utiliser les symboles de base correspondant : $\in, \subset, \cup, \cap$ ainsi que la notation des ensembles de nombres et des intervalles.

Pour le complémentaire d'un ensemble A , on utilise la notation des probabilités $\bar{A}$.

Pour ce qui concerne le raisonnement logique, les élèves sont entraînés, sur des exemples :

- à utiliser correctement les connecteurs logiques « et », « ou » et à distinguer leur sens des sens courants de « et », « ou » dans le langage usuel ;
- à utiliser à bon escient les quantificateurs universel, existentiel (les symboles $\forall, \exists$ ne sont pas

exigibles) et à repérer les quantifications implicites dans certaines propositions et, particulièrement, dans les propositions conditionnelles ;

- à distinguer, dans le cas d'une proposition conditionnelle, la proposition directe, sa réciproque, sa contraposée et sa négation ;
- à utiliser à bon escient les expressions « condition nécessaire », « condition suffisante » ;
- à formuler la négation d'une proposition ;
- à utiliser un contre-exemple pour infirmer une proposition universelle ;
- à reconnaître et à utiliser des types de raisonnement spécifiques : raisonnement par disjonction des cas, recours à la contraposée, raisonnement par l'absurde.