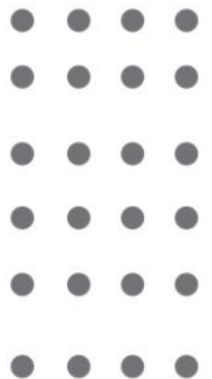


MATHEMATIQUES

PROGRAMMES

DU SECONDAIRE



Gouvernement de la
République d'Haiti

Ministère de l'Éducation
Nationale et de la
Formation Professionnelle



designed by freepik

Programmes de L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE
(MENFP)

Version définitive–24juillet 2024



PRÉAMBULE

Mots du Ministre

Très Chers Compatriotes,

Aujourd'hui, en tant que Ministre de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle, j'éprouve une grande joie et me sens aussi habité par un sentiment de grande responsabilité en m'adressant à vous, pour annoncer la mise en circulation des programmes remaniés du secondaire. Au cours des dernières années, des efforts considérables ont été déployés pour réviser et actualiser les programmes scolaires du secondaire. Une initiative qui marque une étape significative dans la quête d'un système éducatif inclusif et de qualité en Haïti.

Alors que la rentrée scolaire vient d'avoir lieu, j'ai pris la décision d'autoriser l'utilisation de ces programmes remaniés du secondaire haïtien.

Cette démarche traduit non seulement ma volonté en tant que Ministre de l'Éducation en exercice, mais aussi celle du gouvernement de rendre l'éducation, et une éducation de qualité, accessible à tous, alors que les défis socio-économiques demeurent prégnants.

Les programmes qui ont été révisés visent à répondre aux besoins actuels de notre société, en intégrant des compétences essentielles qui préparent nos jeunes à devenir des citoyens responsables et engagés. À mes yeux, l'éducation ne doit pas être un privilège, mais un droit fondamental pour chaque Haïtien et Haïtienne.

En rendant ces programmes disponibles, je souhaite encourager l'apprentissage autonome, soutenir les familles et les communautés et promouvoir une éducation tout au long de la vie.

L'Éducation est un pilier du développement durable et un vecteur de changement social.

Voilà pourquoi, j'invite les parents, les éducateurs et tous les acteurs de la société à s'approprier ces ressources, à les adapter à leurs contextes respectifs et à les utiliser dans le but d'enrichir l'expérience de nos jeunes.

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ces programmes, particulièrement **l'Agence Française de Développement (AFD)** à travers le projet **NECTAR**, ainsi que les partenaires qui soutiennent le Ministère dans cette noble mission. Mes remerciements spéciaux vont aux valeureux et dévoués concepteurs haïtiens et étrangers qui ont utilement élaboré, révisé et remanié ces programmes. Je salue aussi l'engagement de la Coordination du Pôle Enseignement et Qualité (**CGPEQ**), la détermination exemplaire de la Direction de l'Enseignement Secondaire (**DES**) et la collaboration de l'**UTICE**.

Que ces programmes contribuent à la transformation sociale tant souhaitée et longuement attendue par notre chère patrie !

Augustin ANTOINE

Ministre de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle

Table des matières

PRESENTATION	
Pourquoi ces programmes ?	5
L'enseignement secondaire	6
Sa place dans le curriculum haïtien	6
Ce qui est attendu des élèves à la sortie du secondaire	7
Une volonté de changement	14
Une conception de la classe centrée sur l'élève	14
Une notion essentielle : celle de compétence	14
Une exigence : l'évaluation	15
Des attentes fortes	16
Lire et mettre en œuvre les programmes	18
Leur fonction	19
Comment sont conçus les programmes ?	20
Les domaines - Les disciplines	20
Les parcours - Les horaires	21
Mettre en œuvre les programmes	23
La nécessité d'une coopération entre enseignants	24
Domaine des mathématiques et des sciences expérimentales	25
MATHÉMATIQUES	25

PRESENTATION

POURQUOI CES PROGRAMMES ?

Le Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle (MENFP) a entrepris depuis plusieurs années une vaste rénovation du système éducatif afin d'assurer la pleine réussite de tous les jeunes Haïtiens et de toutes les jeunes Haïtiennes, de répondre aux défis du XXI^e siècle et de contribuer au progrès de notre pays. Dans le prolongement de la réforme initiée par le ministre Joseph C. Bernard dès 1982, une évolution profonde de l'École haïtienne a été engagée avec la volonté de favoriser une pédagogie inclusive et mobilisatrice, centrée sur les activités de l'élève et privilégiant une éducation multilingue.

Dans cette perspective, le Ministère conduit une révision de l'ensemble des programmes officiels afin d'assurer leur continuité et leur cohérence. Dans ce contexte, un texte d'orientation a été élaboré : le « Cadre d'Orientation Curriculaire pour le système éducatif haïtien ». Ce document rassemble les grandes orientations du système éducatif à partir de quelques questions fondamentales : quelle formation ? pour quel citoyen ? pour quelle société ? quelles valeurs ? Il définit les lignes directrices qui permettront d'écrire les programmes au service des finalités communes et, à travers ceux-ci, les apprentissages qui seront conduits par les élèves. Le « Cadre d'Orientation Curriculaire » ne détermine pas seulement le contenu et la forme des programmes, mais il précise aussi les modalités de leur mise en œuvre et de l'évaluation des élèves, et plus largement, ce qui est attendu des enseignants et de ceux qui ont pour mission de les former. Tous les enseignants et les autres acteurs du système éducatif sont invités à prendre connaissance de ce document.

La refonte du curriculum haïtien a d'abord porté sur le 3^e cycle de l'enseignement fondamental dont les programmes sont désormais rénovés. Il s'agit aujourd'hui d'étendre progressivement cette révision aux autres cycles et, en particulier, au secondaire.

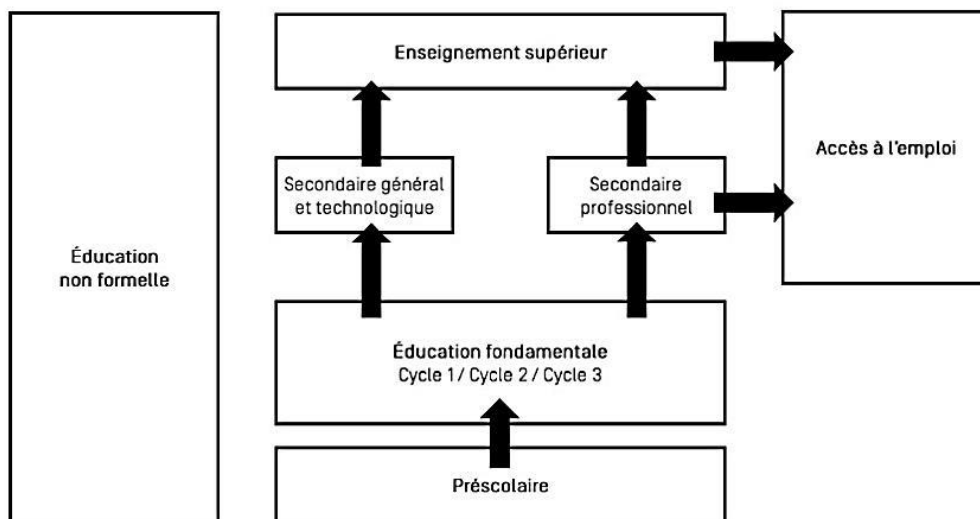
L'enseignement secondaire avait déjà fait l'objet d'une réforme d'ampleur au cours des dernières décennies avec la réorganisation du cursus scolaire et le transfert des 7^e, 8^e et 9^e années dans les écoles fondamentales. Néanmoins, il s'imposait de revoir les programmes du « Nouveau Secondaire » pour les mettre en cohérence avec les nouvelles ambitions de notre système éducatif, prendre en compte l'évolution scientifique et technologique et consolider la continuité avec l'enseignement dispensé dans les écoles fondamentales.

Ces programmes seront complétés par ceux des enseignements spécifiques à la voie technologique au fur et à mesure du développement de cette voie.

L'enseignement secondaire

Sa place dans le curriculum haïtien

À la sortie de l'école fondamentale, les élèves accèdent à l'enseignement secondaire en poursuivant leur formation, soit dans la voie générale ou technologique, soit dans la voie professionnelle. L'enseignement secondaire général ou technologique scolarise les élèves sur une durée de quatre ans et les prépare à la poursuite d'études supérieures universitaires ou professionnalisantes. Il est sanctionné par un diplôme, le baccalauréat. Les élèves de la voie générale suivent un tronc commun de deux ans, puis choisissent une série pour les deux dernières années. Les séries proposées aujourd'hui sont : « Mathématiques et physique », « Sciences de la vie et de la Terre », « Sciences économiques et sociales » et « Lettres, langues et arts ». Désormais, la voie technologique est également ouverte et progressivement plusieurs séries seront mises en place avec une option possible dès la 2^e année. Si l'éducation secondaire permet d'opter pour une « série » privilégiant un domaine particulier, elle se situe dans la continuité de l'éducation fondamentale et poursuit l'acquisition des compétences qui permettent à chacun et à chacune de s'insérer harmonieusement dans la société et de développer toutes ses potentialités.



Ce qui est attendu des élèves à la sortie du secondaire

Le cadre d'orientation curriculaire décrit très précisément ce qui doit être acquis par les jeunes Haïtiens et par les jeunes Haïtiennes à la fin du secondaire. Il présente les compétences qui leur seront nécessaires pour engager leurs études supérieures ou s'insérer dans le monde professionnel et qui composent le profil de l'élève à la sortie de l'enseignement secondaire (ce qu'on appelle le « profil de sortie »).

Ces compétences sont au nombre de sept :

Communiquer de manière efficace dans toutes les situations de sa formation, de sa vie sociale et de l'exercice de son métier

- En français et en créole, il peut exprimer sa pensée et développer un raisonnement construit et argumenté, participer à un débat ou faire un exposé. Il peut produire un écrit clair, correct et organisé sur un sujet complexe. Il pratique la lecture d'œuvres littéraires ou philosophiques.
- Il dispose des ressources linguistiques nécessaires pour suivre des enseignements de niveau universitaire ou une formation professionnelle.
- Il adapte son mode de communication et son registre de langue à toutes les situations de la vie professionnelle, familiale, associative ou politique.
- Il peut utiliser l'anglais ou l'espagnol dans la plupart des situations de la vie quotidienne ou pour établir des relations dans un contexte professionnel. Il accède à des informations produites dans ces deux langues. Il est ouvert à la culture des pays voisins anglophones et hispanophones et lit sans difficulté des textes narratifs ou informatifs écrits dans l'une et l'autre.
- Il s'engage dans l'apprentissage d'une autre langue de communication internationale.
- Il communique sans difficulté avec les outils numériques.

S'approprier les méthodes et outils nécessaires pour penser, apprendre et travailler de manière autonome

- Il utilise les méthodes et outils acquis dans l'ensemble des disciplines pour traiter des problèmes complexes dans des situations nouvelles.
- Il est initié aux démarches scientifiques. Il dispose des outils mathématiques nécessaires pour traiter les données, construire son raisonnement, représenter les faits et les objets, modéliser les solutions, optimiser ses choix ou encore évaluer son action.

- Il dispose des ressources nécessaires pour développer sa réflexion et l'exposer dans un écrit structuré ou dans une intervention orale claire et argumentée.
- Il sait accéder efficacement aux informations dont il a besoin, il sélectionne les plus pertinentes et les plus fiables et les exploite, avec un recul critique, dans toutes ses activités.
- Il maîtrise les principes de l'informatique et de la programmation. Il choisit et utilise efficacement les applications qui lui sont nécessaires. Il prend en compte les exigences d'un usage responsable et sécurisé du numérique et la nécessité de protéger les données personnelles.
- Il est autonome dans son travail personnel. Il gère et programme ses activités.
- Il organise ses notes et sa documentation.

Exercer activement sa citoyenneté en s'appuyant sur une connaissance et une compréhension de la société ouverte au monde et à son histoire

- Il resitue dans le contexte mondial son approche géographique, politique, économique et historique de la société haïtienne.
- Il est conscient des défis auxquels sont confrontées les sociétés aujourd'hui : la dégradation de l'environnement, les fléaux sanitaires, les trafics de drogue, la violence, le terrorisme. Il les prend en compte dans ses engagements au service de la collectivité et fait preuve de résilience.
- Il comprend la justification et l'enjeu des valeurs cardinales de la société haïtienne : le respect, la solidarité, la tolérance, l'honnêteté et l'équité, ainsi que les principes de l'inclusion. Il les porte et les défend. Il s'oppose à toute forme de discrimination, qu'elle soit fondée sur le genre, l'origine, la culture, la religion, la langue ou le handicap. Il connaît les principes du droit et le fonctionnement des institutions. Il coopère et s'insère efficacement dans le travail collectif. Il peut animer une équipe et conduire un projet collaboratif.
- Il exerce pleinement sa responsabilité de citoyen et contribue au progrès de la démocratie. Il est prêt à assumer une responsabilité familiale et parentale dans le respect de chacun. Il joue un rôle actif dans sa communauté.

Étendre ses connaissances scientifiques et les mettre au service de son engagement pour un développement durable

- Il relie et exploite les connaissances construites dans chaque discipline pour comprendre, avec une approche scientifique, l'environnement et les enjeux du développement durable.

- Curieux et ouvert aux progrès de la recherche, il se constitue une culture scientifique. Il utilise les outils numériques pour répondre à ses interrogations, explorer des nouveaux champs de connaissance, remettre en cause ses modèles et ses préjugés. Il appuie ses démarches sur les concepts et les modes de raisonnement acquis à travers la réflexion philosophique.
- Il est prêt à s'impliquer dans une activité pour protéger l'environnement et prendre l'initiative de projets en faveur du développement.
- Il a acquis les compétences nécessaires pour participer à la prévention des risques naturels et pour porter les premiers secours.

Concevoir, planifier et réaliser un projet innovant

- Dans tous les champs de son activité d'étudiant ou de citoyen impliqué, il manifeste sa créativité, il propose des solutions innovantes, il s'adapte aux situations nouvelles, il anticipe. Il a l'envie d'entreprendre et est informé des démarches de l'entrepreneuriat.
- Il prend l'initiative de projets individuels et collectifs. Il sait en définir l'objectif, en évaluer la pertinence et la faisabilité, en planifier les étapes, en assurer la réalisation, surmonter les obstacles rencontrés et dresser le bilan de son action.
- Il met en œuvre sa créativité dans des productions artistiques ou littéraires, dans des démarches d'investigation, dans l'utilisation du numérique pour concevoir, programmer ou simuler, dans la construction de sa pensée philosophique, politique ou économique.

Affirmer toutes les dimensions de sa personnalité

- Il conduit une réflexion personnelle sur la vie, sur ses attentes, sur sa place parmi les autres, sur ses responsabilités. Il exprime et justifie ses idées tout en respectant celles des autres. Il se prépare à prendre les décisions qui vont engager son existence et en assumer les conséquences. Il a le souci de développer et d'exploiter pleinement toutes ses potentialités intellectuelles, physiques, relationnelles, artistiques, sociales. Il prend en charge l'équilibre de sa vie quotidienne et décide de l'emploi de son temps libre.
- Il attache de l'importance à sa vie physique et s'investit dans les activités sportives. Il est attentif à son hygiène et à sa santé. Il est engagé dans la prévention des toxicomanies et dans les grandes causes sanitaires.
- Il se construit une culture personnelle ouverte à tous les champs de l'activité humaine. Il pratique la lecture avec plaisir et développe sa connaissance et son expérience des arts en affirmant ses goûts et ses choix esthétiques.

Préparer et engager les orientations de sa formation et sa vie professionnelle

- Il connaît le contexte économique de son pays, les secteurs d'activité à développer et les principes de l'entrepreneuriat. Il situe, dans ce cadre, les métiers qui l'intéressent. Il a vécu une première expérience du monde du travail.
- Il s'informe sur les conditions d'accès à ces métiers, sur les possibilités d'emploi ou de création d'activité et sur le parcours de formation nécessaire.
- Il prend en compte ses aptitudes, ses goûts et ses attentes, mais aussi les contraintes du contexte pour décider de sa voie de formation. Il tire profit de l'expérience acquise dans la série qu'il a choisie en fin de 11^e année pour confirmer ou modifier ses choix initiaux.

Les programmes sont conçus en fonction de ces compétences qui constitueront la référence de l'évaluation finale du parcours des élèves.

Chaque enseignant doit donc organiser son travail et les apprentissages conduits dans sa discipline en fonction de ces compétences et suivre la progression de chacun de ses élèves dans leur acquisition.

Pour cela, il doit aussi prendre en compte les acquis de ses élèves à l'entrée du secondaire par rapport à ces mêmes compétences. Afin d'aider l'enseignant dans cette démarche, on peut rappeler ce qui est attendu des élèves au terme de l'éducation fondamentale :

A. Communiquer avec aisance dans toutes les situations du quotidien et de ses activités d'élève

- Il dispose de compétences linguistiques en créole, en français ainsi qu'en anglais et/ou en espagnol qui lui permettent de communiquer avec aisance, à l'oral comme à l'écrit, en assumant un multilinguisme fonctionnel. Dans chacune des langues, il comprend les propos de tous ses interlocuteurs et s'exprime de façon claire et bien structurée, y compris sur des sujets complexes, sans hésitation ni confusion. Il rédige et expose sans difficulté, pour informer, raconter, décrire, expliquer et argumenter. Il pratique avec plaisir la lecture et comprend des textes longs à caractère littéraire ou documentaire.
- Il s'adapte aux situations courantes rencontrées dans sa vie personnelle, sociale et scolaire, en choisissant les modes de communication appropriés. En fonction du contexte, il utilise la langue la plus favorable à la compréhension mutuelle. Il écoute et prend en compte le point de vue de ses interlocuteurs. Il a conscience de l'importance de la communication non verbale.
- Il dispose des ressources linguistiques nécessaires pour poursuivre son parcours d'apprentissage dans l'enseignement secondaire général, technologique ou professionnel. Dans toutes les disciplines, il comprend sans effort les consignes et les informations apportées par son enseignant. Il a acquis le vocabulaire spécifique et les structures grammaticales indispensables pour accéder aux méthodes et modes de raisonnement propres à chaque discipline.

- Il a engagé l'apprentissage des deux autres langues de la région, l'anglais et l'espagnol, en s'appuyant sur les acquis construits en français et en créole. Dans chacune des deux langues, il comprend et produit des messages simples en utilisant le vocabulaire courant. Il peut participer à une conversation de la vie quotidienne sur des sujets concrets.
- Il utilise, de manière pertinente, les outils numériques pour communiquer. Il est informé des limites et des règles de leur usage. Il est initié aux principes de l'informatique et du codage.

-

B. Utiliser les modes de raisonnement, les méthodes et les outils appropriés pour traiter efficacement les problèmes posés dans la vie courante et dans les situations d'apprentissage auxquelles l'élève est confronté

- Dans les situations de la vie courante, il sait identifier et formuler un problème, engager une démarche de résolution, mobiliser les ressources nécessaires, concevoir des solutions, les mettre à l'essai, les valider. Il exploite ses ressources linguistiques pour décrire, analyser, expliquer, formuler des hypothèses, argumenter et exposer ses conclusions. Il utilise les outils propres aux mathématiques et aux disciplines scientifiques, entre autres, pour effectuer des calculs, représenter des objets, des faits ou des expériences ou pour modéliser des situations.
- Il réinvestit ces techniques et méthodes dans toutes les disciplines, y compris pour traiter des situations imaginées ou représentées.
- Il planifie et organise son travail personnel. Il se constitue ses propres outils : prise de notes, brouillons, fiches, lexiques, schémas, tableaux. Il les utilise pour s'entraîner, réviser et mémoriser. Il accède à une certaine autonomie.
- Il cherche les informations qui lui sont nécessaires, les sélectionne en faisant preuve d'esprit critique et les exploite dans son activité scolaire et personnelle. Il lit et interprète sans difficulté les cartes, les plans, les schémas, les diagrammes et les tableaux de données.
- Il sait utiliser les applications numériques dans ses activités pour accéder à l'information, produire des textes et des images, regrouper et traiter des données, travailler en coopération avec les autres élèves. Il est initié à l'algorithmique.

C. Se situer dans la société et agir en citoyen responsable

- Il dispose d'une bonne connaissance du territoire où il vit et de la géographie d'Haïti. Il est en mesure de mettre sa compréhension de la société haïtienne, de son histoire et des défis auxquels celle-ci est confrontée, au service de sa participation active à la vie et au développement de sa communauté et de son pays.
- Il a construit les repères nécessaires pour resituer les réalités haïtiennes dans le contexte régional et mondial.
- Il est initié à tous les aspects de la culture et du patrimoine de son pays tout en s'ouvrant, avec curiosité, au monde extérieur,

notamment, à l'espace régional. Il s'implique dans une pratique culturelle.

- Il connaît et met en œuvre, dans la vie scolaire et dans sa vie personnelle, les valeurs fondamentales de la société haïtienne : le respect, la solidarité, la tolérance, l'honnêteté et l'équité, ainsi que les principes de l'inclusion. Il connaît les principes du droit humain et la justification des règles de vie collective qu'il pratique et défend. Il est attentif aux droits des autres élèves. Il coopère avec eux et établit des relations confiantes et respectueuses.
- Il est prêt à exercer pleinement sa responsabilité de citoyen dans le respect de la démocratie et avec la distance critique nécessaire. Il participe activement à la vie de la communauté.

D. S'impliquer activement dans l'étude de son environnement et dans sa protection

- Il met en œuvre les principes d'une démarche d'investigation pour explorer et comprendre son environnement. Il observe son milieu de vie, il questionne, formule des hypothèses, expérimente, exploite les résultats, dégage des conclusions et les expose. Il dispose de connaissances sur le corps humain, sur le monde vivant, sur la Terre, sur la structure de l'univers, sur la matière et sur l'énergie. Il les mobilise et les met en relation pour comprendre les principaux problèmes posés par son environnement.
- Il utilise efficacement ses connaissances et le recours à des ressources externes pour adapter ses activités au respect de l'environnement. Il prend conscience de l'impact de l'activité humaine sur celui-ci et l'enjeu d'un comportement responsable. Il est prêt à assumer sa responsabilité vis-à-vis de l'environnement et à contribuer à sa protection.
- Il connaît les risques naturels qui menacent le territoire où il vit. Il est initié à leur prévention. Il sait quel comportement adopter face aux situations graves liées à ces risques et fait preuve de résilience.

E. Concevoir et réaliser un projet en mobilisant sa créativité et son sens de l'innovation

- Il prend des initiatives, entreprend et met en œuvre des projets. Il en planifie les tâches, en fixe les étapes et évalue les résultats obtenus. Il est aussi en mesure d'assumer une responsabilité dans un projet collectif. Il travaille en équipe et coopère de manière constructive.
- Il met en œuvre sa créativité à travers l'expression artistique ou littéraire, la conception technologique et l'initiation à la recherche scientifique. Il imagine, conçoit et réalise des productions de natures diverses en mobilisant des techniques de création, mais aussi ses connaissances, son imagination et son habileté corporelle.
- Il s'est initié aux activités productives avec l'envie d'entreprendre et d'innover. Il observe avec curiosité les activités humaines qui l'entourent. Il est en mesure de les décrire et de les mettre en relation. Il s'interroge sur le fonctionnement des objets qu'il utilise au quotidien, sur les besoins auxquels ils répondent et sur les modalités de leur production. Il peut concevoir et réaliser certains de ces objets en mettant en œuvre une démarche technologique.

F. Développer harmonieusement toutes les dimensions de sa personnalité

- Il est conscient de la nécessité d'un bon équilibre de sa vie personnelle et de la nécessité d'exploiter pleinement ses facultés intellectuelles, physiques et affectives, en ayant confiance en sa capacité à progresser. Il dispose des ressources nécessaires pour conduire une réflexion sur ses choix de vie.
- Il est attentif à sa vie physique et il pratique régulièrement un sport. Il s'investit dans les activités sportives. Il a le sens de l'effort et la volonté de progresser dans ses gestes ou ses performances.
- Il a acquis des habitudes d'hygiène et connaît les principes de base d'une bonne santé. Il est conscient des enjeux d'un mode de vie équilibré. Il est informé des risques sanitaires et il adapte son comportement à la prévention des épidémies.
- Il développe sa sensibilité et son sens esthétique à travers la fréquentation des œuvres artistiques et la pratique de la lecture. Il évoque ses sentiments et ses émotions en utilisant un vocabulaire précis et adapté. Il exprime ses goûts et peut les expliquer ou les justifier.
- Il est attentif aux relations humaines et à l'enjeu de cette dimension dans sa vie personnelle.

G. Préparer et engager les orientations de sa formation et sa vie professionnelle

- Il a découvert les activités professionnelles de son milieu de vie et construit une première représentation du monde du travail. Il est initié à l'entrepreneuriat.
- Il est en mesure de chercher des informations sur les métiers qui peuvent lui être ouverts et sur les conditions de l'accès aux emplois concernés.
- Il est conscient de l'enjeu des choix qu'il devra accomplir et des ressources à mobiliser pour préparer son avenir scolaire et professionnel.
- Il connaît les principes de la gestion financière et les applique dans sa vie personnelle.

La première tâche de l'enseignant de 10^e année est donc de situer chacun de ses élèves par rapport à ces attentes et de prendre le temps de renforcer ses compétences avant d'engager les apprentissages propres au secondaire.

Une volonté de changement

Le Cadre d'orientation curriculaire porte une volonté de changement profond de l'école haïtienne et de l'enseignement qui y est dispensé. Les nouveaux programmes du secondaire s'inscrivent pleinement dans cette perspective :

UNE CONCEPTION DE LA CLASSE CENTRÉE SUR L'ÉLÈVE

« Ce qui importe, ce n'est pas ce que l'enseignant enseigne, mais ce que l'élève apprend. » Le Cadre d'orientation curriculaire et l'ensemble des réformes récentes expriment la volonté de centrer l'enseignement sur l'élève, sur ce qu'il apprend réellement et sur les progrès qu'il accomplit tout au long de sa scolarité. La finalité de l'école est la réussite de chacun dans son parcours de formation. Le rôle de l'enseignant est d'organiser les situations d'apprentissage en fonction des acquis visés, de fournir les supports, les outils et les aides nécessaires, de susciter l'activité des élèves et de suivre leur progression. Son attention est centrée sur les besoins d'apprentissage de chaque élève : que sait-il déjà ? Qu'a-t-il à apprendre ? Progresse-t-il pendant la séance ? Que puis-je faire pour l'aider ?

L'élève doit être constamment actif. Il doit être mobilisé sur des tâches susceptibles de le faire avancer dans les apprentissages : traiter des problèmes, créer, s'exprimer, analyser, échanger, observer, expérimenter, etc. Si des exposés de l'enseignant restent nécessaires, ils doivent être considérés comme une ressource au service des apprentissages et faire l'objet d'une « écoute active ». Ils ne sont plus l'essentiel de l'enseignement, mais un moment d'une séquence dont l'acteur principal est l'élève. Le rôle de l'enseignant est d'aider l'élève à agir et à apprendre.

UNE NOTION ESSENTIELLE : CELLE DE COMPÉTENCE

Le choix est fait de concevoir les programmes en fonction des compétences que doit acquérir l'élève plutôt que sur les contenus que doit transmettre l'enseignant.

Il faut rappeler qu'une compétence peut être définie comme la capacité à exploiter des connaissances, mais aussi des savoir-faire et des attitudes, pour apporter des réponses efficaces aux problèmes posés dans un ensemble de situations¹. À travers ce choix, il s'agit d'amener l'élève à être capable d'assumer efficacement toutes les situations auxquelles il sera confronté dans sa vie d'homme ou de femme, dans l'exercice de sa citoyenneté et dans son travail.

La première conséquence est le lien indispensable entre le contenu du programme de chaque discipline avec les grandes compétences que vise l'enseignement secondaire. Les disciplines sont au service du développement de ces compétences et les

¹ Dans le Cadre d'orientation curriculaire, une compétence est définie comme « la capacité à mobiliser et à exploiter des ressources internes telles que les connaissances, les aptitudes et les attitudes, ainsi que des ressources externes afin de répondre efficacement aux problèmes posés dans un ensemble de situations. »

connaissances ou les savoir-faire que fixent les programmes sont avant tout des ressources qui permettent d'exercer ces compétences avec la plus grande efficacité.

De même, les enseignants doivent désormais confronter leurs élèves à des situations qui leur permettent de progresser dans ces compétences. Cela impose une conception de la classe qui privilégie l'activité des élèves et le lien entre les tâches proposées et la compétence précisément ciblée. Une telle conception induit une autre manière de préparer, de conduire et d'évaluer le travail des élèves.

UNE EXIGENCE : L'ÉVALUATION

« L'évaluation fait partie intégrante du processus d'apprentissage. Elle est intimement liée au programme d'études et elle est au cœur de sa mise en œuvre »².

L'évaluation a comme premier objectif de vérifier, étape par étape, que chaque élève a accompli les apprentissages définis par les programmes afin, si nécessaire, de remédier aux difficultés rencontrées et de lui permettre d'accéder aux acquis visés. Il n'y a pas d'apprentissage sans évaluation. Quelles que soient la discipline, l'approche ou la méthode utilisée, l'enseignant doit définir clairement ce qui est attendu, s'assurer de son acquisition effective par tous, comprendre, si ce n'est pas le cas, pourquoi certains n'ont pas réussi et les aider à surmonter les obstacles.

L'évaluation est une nécessité tout au long des apprentissages :

- Au début de chaque étape (séquence)³, il faut d'une part, se demander où en est l'élève par rapport à l'apprentissage visé, d'autre part, vérifier s'il dispose des connaissances et des savoir-faire nécessaires (les « prérequis »). C'est ce qu'on appelle généralement « l'évaluation diagnostique ». Elle est indispensable pour que l'élève apprenne et progresse.
- Au cours des activités, on doit vérifier la compréhension des consignes et des situations, l'accomplissement effectif des tâches et, surtout, la pertinence et la qualité des réponses apportées aux situations auxquelles chaque élève est confronté. Cette évaluation est « formative » parce qu'elle permet à l'élève comme à l'enseignant de réagir et de surmonter les obstacles et les difficultés rencontrées.
- À la fin de l'étape, il s'agit d'évaluer le résultat : qu'ont appris les élèves ? Ont-ils appris ce qui était prévu ? Ont-ils progressé par rapport aux compétences visées ? Sinon pourquoi ? Ce troisième temps est celui de l'évaluation dite « sommative ». Il permet à la fois de « valider » l'étape que l'élève a franchie, voire de certifier ses acquis, et d'engager les remédiations nécessaires en aidant l'élève à comprendre ses réussites et ses manques et en lui apportant les aides nécessaires.

²Cadre d'Orientation curriculaire (chapitre 2.4).

³ On peut définir une séquence comme un ensemble cohérent et continu de séances destiné à mettre en œuvre une partie du programme.

Pour que l'apprentissage soit efficace, l'élève lui-même doit être impliqué dans son évaluation : il doit connaître l'objet et l'objectif de la séance (ou de la séquence), savoir ce qu'on attend de lui. Il doit être en mesure d'évaluer ses réponses et ses productions en fonction de critères clairs posés au départ, de situer ses progrès, d'identifier les connaissances et les savoir-faire nouveaux. Il doit aussi pouvoir repérer ses erreurs et en connaître la cause, chercher des solutions et améliorer ses productions. L'évaluation est un levier pour apprendre. Ce n'est pas du temps perdu, mais, au contraire, un moment essentiel du processus d'apprentissage. L'élève qui comprend ce qui est attendu, qui organise son activité et en évalue lui-même les résultats en fonction de cette attente est un élève qui apprend et qui progresse.

Cela conduit inévitablement à redéfinir les modalités actuelles d'évaluation sommative de fin de période. Il faut, en particulier, considérer que les bilans périodiques sont d'abord un moyen de fournir aux élèves des informations sur leurs progrès et sur les points qui doivent faire l'objet d'une attention et de régulations au cours de la période suivante. Plutôt qu'un constat global du « niveau » de l'élève, le bilan de fin de période devrait être conçu comme une évaluation encourageante destinée à aider les élèves à avancer dans leurs apprentissages et à adapter les activités à leurs acquis et à leurs besoins.

Le bilan peut reposer sur les évaluations ponctuelles réalisées à la fin de chaque séquence et/ou sur l'observation continue de situations rencontrées au cours des apprentissages. Pour réaliser ces bilans, il convient que l'élève soit confronté à des situations qui permettent d'apprécier son degré de maîtrise de la (ou des) compétence(s) concernée(s). Dans tous les cas, les situations proposées et les critères choisis pour situer les productions de l'élève, doivent aider à déterminer si l'élève a progressé et s'il réinvestit les connaissances, savoir-faire et comportements acquis au cours de la période dans l'exercice de cette compétence. L'évaluation sommative ne peut se limiter à l'attribution d'une note. Elle doit permettre de positionner l'élève par rapport aux compétences visées (par exemple, à l'aide d'une grille simple) et de préciser les acquis, les progrès réalisés et les difficultés (au moins par une appréciation littérale). Si une note finale est attribuée, elle doit reposer sur des critères clairement explicités pour l'élève et ses parents.

DES ATTENTES FORTES

Une éducation inclusive

L'école haïtienne est une école inclusive, c'est-à-dire une école qui prend en considération la situation, les besoins et les potentialités de chaque enfant sans distinction de sexe, de religion ou de d'appartenance sociale. Elle vise à la réussite de tous y compris de ceux qui sont en situation de handicap, de maladie ou de grande difficulté.

« Chaque enfant est un potentiel de richesse pour sa communauté et pour la Nation. Il est digne d'être pris en compte aussi bien dans ses forces que dans ses faiblesses. L'inclusion dans l'école ordinaire est un moyen de donner à chacun une juste place dans la société. »⁴

⁴ Cadre d'Orientations curriculaires (page 11).

Chacun doit pouvoir progresser à son rythme. Les programmes ont été conçus avec cette préoccupation. Il appartient à chaque enseignant d'adapter les situations d'apprentissage, les supports, les progressions et les aides à la diversité des besoins.

L'attention portée aux valeurs fondamentales

Le cadre d'orientation curriculaire accorde une large place aux valeurs fondamentales de la société haïtienne : le respect, la solidarité, la tolérance, l'honnêteté, l'équité, le patriotisme et l'engagement.

L'École a une responsabilité première dans leur transmission. Si l'éducation à la citoyenneté constitue une discipline à part entière fortement impliquée dans l'appropriation des valeurs, il est essentiel que celles-ci soient portées par l'ensemble des disciplines, explicitées et exercées dans le quotidien de la classe et partagées dans tous les aspects de la vie de l'école et de la communauté.

Enfin, si le respect est la première des valeurs cardinales du curriculum haïtien, il est indissociable du principe de la non-violence. Le système éducatif haïtien ne tolère la violence, sous aucune forme que ce soit, et l'enseignement, au quotidien, doit intégrer ce principe fondamental.

Le choix du multilinguisme fonctionnel et ouvert

L'école haïtienne doit permettre à chaque élève de maîtriser les deux langues officielles ainsi qu'au moins l'une des deux langues régionales. Il doit pouvoir utiliser ces langues en s'adaptant à toutes les situations de communication de sa vie. C'est aussi à travers ces langues qu'il construit une culture riche du patrimoine de son pays, tout en restant ouvert sur le monde. Le créole et le français s'enseignent désormais, tout au long de la scolarité, jusqu'à la fin du secondaire. L'anglais et l'espagnol sont enseignés à partir de la 5e année du fondamental, ce qui n'exclut pas leur apprentissage précoce.

L'ambition de l'école haïtienne est d'amener, chacun à parler, comprendre, lire et écrire, avec une égale aisance dans au moins trois langues. Enfin, cette compétence linguistique doit favoriser l'ouverture aux principales langues de la région dès le fondamental, puis à d'autres langues de communication mondiale, au cours du secondaire.

L'innovation

Pour répondre aux défis de l'avenir de notre pays, les programmes accordent une place importante à l'innovation et à la création. Qu'il s'agisse des sciences, des disciplines linguistiques, de la technologie et de l'informatique, du domaine des arts, de l'éducation physique et sportive ou de la découverte de l'environnement, les élèves doivent pouvoir exercer leur créativité et être mis en situation d'imaginer, d'inventer, de concevoir des solutions nouvelles en réponse à des problèmes complexes. Ils doivent être préparés à transférer cette capacité à toutes les situations, imprévisibles aujourd'hui, qu'ils rencontreront dans leur vie future.

La maîtrise des outils numérique et l'apprentissage de l'informatique constituent un axe déterminant des programmes du secondaire. S'ils sont pris en charge par une discipline spécifique, ils traversent l'ensemble des domaines d'apprentissage, et cela pour toutes les séries générales ou technologiques.

Lire et mettre en œuvre les programmes

DES ATTENTES FORTES

Une éducation inclusive

L'école haïtienne est une école inclusive, c'est-à-dire une école qui prend en considération la situation, les besoins et les potentialités de chaque enfant sans distinction de sexe, de religion ou de d'appartenance sociale. Elle vise à la réussite de tous y compris de ceux qui sont en situation de handicap, de maladie ou de grande difficulté.

« Chaque enfant est un potentiel de richesse pour sa communauté et pour la Nation. Il est digne d'être pris en compte aussi bien dans ses forces que dans ses faiblesses. L'inclusion dans l'école ordinaire est un moyen de donner à chacun une juste place dans la société. »⁵

Chacun doit pouvoir progresser à son rythme. Les programmes ont été conçus avec cette préoccupation. Il appartient à chaque enseignant d'adapter les situations d'apprentissage, les supports, les progressions et les aides à la diversité des besoins.

L'attention portée aux valeurs fondamentales

Le cadre d'orientation curriculaire accorde une large place aux valeurs fondamentales de la société haïtienne : le respect, la solidarité, la tolérance, l'honnêteté, l'équité, le patriotisme et l'engagement.

L'École a une responsabilité première dans leur transmission. Si l'éducation à la citoyenneté constitue une discipline à part entière fortement impliquée dans l'appropriation des valeurs, il est essentiel que celles-ci soient portées par l'ensemble des disciplines, explicitées et exercées dans le quotidien de la classe et partagées dans tous les aspects de la vie de l'école et de la communauté.

Enfin, si le respect est la première des valeurs cardinales du curriculum haïtien, il est indissociable du principe de la non-violence. Le système éducatif haïtien ne tolère la violence, sous aucune forme que ce soit, et l'enseignement, au quotidien, doit intégrer ce principe fondamental.

⁵ Cadre d'Orientatation curriculaire (page 11).

Le choix du multilinguisme fonctionnel et ouvert

L'école haïtienne doit permettre à chaque élève de maîtriser les deux langues officielles ainsi qu'au moins l'une des deux langues régionales. Il doit pouvoir utiliser ces langues en s'adaptant à toutes les situations de communication de sa vie. C'est aussi à travers ces langues qu'il construit une culture riche du patrimoine de son pays, tout en restant ouvert sur le monde. Le créole et le français s'enseignent désormais, tout au long de la scolarité, jusqu'à la fin du secondaire. L'anglais et l'espagnol sont enseignés à partir de la 5e année du fondamental, ce qui n'exclut pas leur apprentissage précoce.

L'ambition de l'école haïtienne est d'amener, chacun à parler, comprendre, lire et écrire, avec une égale aisance dans au moins trois langues. Enfin, cette compétence linguistique doit favoriser l'ouverture aux principales langues de la région dès le fondamental, puis à d'autres langues de communication mondiale, au cours du secondaire.

L'innovation

Pour répondre aux défis de l'avenir de notre pays, les programmes accordent une place importante à l'innovation et à la création. Qu'il s'agisse des sciences, des disciplines linguistiques, de la technologie et de l'informatique, du domaine des arts, de l'éducation physique et sportive ou de la découverte de l'environnement, les élèves doivent pouvoir exercer leur créativité et être mis en situation d'imaginer, d'inventer, de concevoir des solutions nouvelles en réponse à des problèmes complexes. Ils doivent être préparés à transférer cette capacité à toutes les situations, imprévisibles aujourd'hui, qu'ils rencontreront dans leur vie future.

La maîtrise des outils numérique et l'apprentissage de l'informatique constituent un axe déterminant des programmes du secondaire. S'ils sont pris en charge par une discipline spécifique, ils traversent l'ensemble des domaines d'apprentissage, et cela pour toutes les séries générales ou technologiques.

Lire et mettre en œuvre les programmes

LEUR FONCTION

Les programmes établissent ce qui doit être acquis par les élèves à chaque étape de leur scolarité.

Ils sont publiés et diffusés dans tout le pays. Si le contexte peut nécessiter des adaptations locales, ils constituent une norme qui s'impose dans toutes les écoles, publiques et non publiques du pays. Les enseignants ont l'obligation de les connaître et de les appliquer. Ils sont une référence commune et officielle pour tous les acteurs, pour les concepteurs de manuels, pour les évaluateurs, pour les cadres de l'éducation et pour les instituts de formation des enseignants.

COMMENT SONT CONÇUS LES PROGRAMMES ?

Le point de départ des programmes est le profil de sortie de l'enseignement secondaire, qui regroupe les compétences que tout élève doit avoir acquises à la fin de la 13^e année de la scolarité. Le programme de chaque discipline est conçu en fonction de ce profil.

- Il est d'abord précisé pourquoi la discipline est enseignée et comment elle contribue à la maîtrise des compétences attendues.
- En un second temps, sont présentées les compétences spécifiques visées dans la discipline. Pour chacune, sont définis ce qui est attendu de l'élève à la fin du secondaire, la stratégie mise en œuvre pour cela et les modalités d'évaluation.
- Puis, sont détaillées, dans un ensemble de tableaux, les étapes (« unités d'apprentissage ») qui vont permettre à l'élève de progresser dans la maîtrise de ces compétences. Pour chaque étape, sont indiquées les connaissances, aptitudes et attitudes que l'élève doit acquérir, les situations auxquelles il doit être confronté ainsi que les modalités d'évaluation à mettre en place.

La répartition des unités d'apprentissage au cours des quatre années du secondaire et en fonction des séries est présentée dans un tableau.

Les programmes sont élaborés de manière à aider les enseignants à construire et à préparer les activités de leur classe en centrant leur attention sur les apprentissages effectivement accomplis par tous les élèves : quelles sont les compétences que chaque élève doit développer ? Que doit-il apprendre pour cela ? Quelles situations mettre en place ? Comment évaluer sa progression ?

LES DOMAINES - LES DISCIPLINES

Les compétences visées au cours du secondaire sont développées dans le cadre de 14 disciplines ou groupes de disciplines qui concourent à l'éducation de tous les jeunes haïtiens. Elles sont réunies dans cinq grands domaines :

- Les langues et la communication,
- Le développement personnel,
- Les sciences mathématiques et expérimentales,
- Les sciences sociales,
- La technologie et l'informatique.

ÉDUCATION FONDAMENTALE	5 DOMAINES	Langage et communication	Développement personnel et social	Sciences mathématiques et expérimentales		Sciences sociales	Technologie et informatique
	10 DISCIPLINES (OU GROUPES DE DISCIPLINES)	Créole	Éducation Esthétique artistique	Mathématiques	Sciences expérimentales	Histoire et géographie	ETAP : Éducation à la technologie et aux activités productives
		Français	Éducation Physique et Sportive				
		Anglais Espagnol	Éducation à la citoyenneté				
ÉDUCATION SECONDAIRE	14 DISCIPLINES (OU GROUPES DE DISCIPLINES)	Créole	Arts	Mathématiques	Physique	Histoire et géographie	Numérique et Informatique
		Français	Éducation Physique et Sportive		Chimie		
		Anglais Espagnol	Philosophie		Biologie Physiologie Géologie	Économie	
			Éducation à la citoyenneté				

Le rapprochement des disciplines d'un même domaine permet de mettre en cohérence le vocabulaire et les notions utilisées, d'harmoniser les progressions et les modalités d'évaluation et de répartir l'apprentissage de certains contenus communs.

LES PARCOURS - LES HORAIRES

En 1^{ère} et 2^e années, les élèves suivent les mêmes enseignements. Seule, la mise en place d'une option est possible en 2^e année pour préparer l'orientation choisie à partir de la 3^e année, en particulier pour les élèves souhaitant s'engager dans la voie technologique.

A partir de la 3^e année, les enseignements sont organisés en fonction des séries mises en place. Outre les séries technologiques qui feront l'objet de programmes spécifiques, quatre séries générales sont ouvertes aux élèves :

- La série « **Mathématiques et physique** ».
- La série « **Sciences de la vie et de la Terre** ».
- La série « **Sciences économiques et sociales** ».
- La série « **Lettres, langues et arts** ».

Les séries ne constituent pas des filières fermées contraignant l'élève à une orientation précoce. Si elles contribuent à préparer ses choix à venir, elles doivent lui laisser un large champ de possibilités et ménager des passerelles à la fin de la 3^e année. De même, toutes les séries ont la même finalité : permettre à tous les élèves de développer toutes les compétences composant le profil de sortie.

L'horaire total est de 30 heures par semaine pour tous les élèves du secondaire à l'exception de la 4^e année de la série « Lettres, langues et arts ». La répartition des horaires officiels est précisée dans le tableau ci-dessous.

REPARTITION HORAIRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRES	1 ^{ère} et 2 ^e années	3 ^e et 4 ^e années (S3 et S4)							
		MP		SVT		SES		LET/LA/AR	
		S3	S4	S3	S4	S3	S4	S3	S4
Français/Philosophie	4	3	4	4	4	5	4	5	6
Créole	3	2	2	2	2	2	2	3	3
Anglais	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Espagnol								2	3
Histoire/géographie	3	2	2	2	2	3	3	3	3
Éducation à la citoyenneté	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sciences économiques et sociales	1	1	-	1	-	6	6	2	2
Mathématiques	5	7	8	5	6	5	5	2	2
Physique	2	4	4	3	2	3	3	3	3
Chimie	2	1	1	2	3				
Physiologie/Biologie, géologie	3	3	2	5	5				
Informatique	2	3	3	2	3	2	3	2	2
Éducation physique et sportive	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arts	1							4	6
Horaire total	30	30	30	30	31	30	30	30	35

METTRE EN ŒUVRE LES PROGRAMMES

Chaque enseignant doit lire l'intégralité des programmes de sa discipline sans se limiter au niveau où il exerce. Les programmes forment un tout et on ne peut isoler une étape d'un parcours d'apprentissage continu et cohérent. De même, il est souhaitable qu'il prenne connaissance des programmes des autres disciplines pour coopérer efficacement avec les autres enseignants.

Il s'agit d'abord de lire les programmes de manière à pouvoir répondre clairement à cinq questions :

- Quelle est l'utilité de la discipline au service de ce qui est attendu des élèves à la sortie de l'enseignement fondamental ?
- Quelles sont les compétences que tous les élèves doivent maîtriser à la fin du secondaire ?
- Pour chaque compétence, qu'est-ce qui est attendu précisément et que doit-on faire pour cela ? Quelle stratégie mettre en place ?
- Comment évaluer que chaque élève progresse dans la maîtrise de ces compétences ?
- Quelles sont les étapes fixées par le programme ? Quels sont les connaissances, les savoir-faire et les attitudes que l'élève doit acquérir à chaque étape et dont il faut vérifier l'acquisition ?

C'est à partir des réponses à ces questions que l'enseignant va construire et préparer son travail, en planifiant la réalisation de la progression proposée en une succession de séquences⁶, en fixant précisément les résultats attendus de chaque séquence, en déterminant les modalités de leur évaluation et en prévoyant les situations à mettre en place et les supports nécessaires.

Ces programmes imposent une conception de la classe centrée sur l'élève.

- L'élève est le premier responsable de ses apprentissages : il doit savoir clairement ce qu'il apprend, pourquoi il l'apprend et ce dont il a besoin pour cela. Il réussira d'autant mieux qu'il comprendra ce qu'on attend de lui et le sens de son activité. Il doit être en mesure d'évaluer ses connaissances et ses savoir-faire, de suivre ses progrès ou encore d'identifier les difficultés rencontrées pour mieux les surmonter. Cela impose à l'enseignant de mettre les élèves en situation pour qu'ils assument effectivement la responsabilité de leurs apprentissages, de leur expliquer ce qui justifie l'activité et ce qu'on attend de leur travail ou encore de leur donner les moyens d'évaluer par eux-mêmes la qualité et l'efficacité de ce travail.
- Aucun élève ne doit être en échec : la mise en œuvre d'un enseignement centré sur l'élève conduit à adapter les interventions de l'enseignant, donc à différencier les activités, les rythmes d'apprentissage, les aides et les compléments apportés en fonction des situations et des besoins spécifiques des élèves. L'évaluation joue, sur ce point, un rôle essentiel. Elle permet de s'assurer de la progression de chacun et d'adapter, au jour le jour, les parcours d'apprentissage.

⁶ On rappellera qu'une séquence est un ensemble cohérent et continu de séances destiné à mettre en œuvre une partie du programme.

LA NÉCESSITÉ D'UNE COOPÉRATION ENTRE ENSEIGNANTS

Toutes les disciplines contribuent au développement des grandes compétences qui composent le profil de sortie. De plus, *certaines* d'entre elles, tels que les mathématiques, fournissent des outils aux autres. Les programmes prennent en compte cette nécessaire articulation entre les disciplines. Ils proposent une répartition cohérente des contenus, ils soulignent les complémentarités entre les parcours d'apprentissage et s'attachent à harmoniser le vocabulaire utilisé, les choix pédagogiques et les modalités d'évaluation.

La mise en œuvre des programmes impose la concertation et le travail commun des enseignants.

Ils ont d'abord à s'informer mutuellement de leurs progressions, des situations mises en place, des méthodes choisies, des obstacles rencontrés et des difficultés repérées. Ils ont surtout à articuler leurs contributions au service des mêmes compétences, à faire converger leurs démarches, à se répartir certains contenus et à s'entendre sur les notions et les mots utilisés. Chaque enseignant doit pouvoir solliciter un collègue d'une autre discipline pour expliciter un concept, proposer un outil, aborder une connaissance, renforcer un savoir-faire.

Ils peuvent aussi construire ensemble certaines séquences et se concerter pour travailler parallèlement autour d'un même thème ou à partir d'une même situation. Par exemple, l'environnement, la culture locale, la communication numérique ou la réaction aux crises sanitaires imposent la collaboration de plusieurs enseignants (voire de toute l'équipe pédagogique).

Enfin, il est prioritaire de coordonner l'évaluation des compétences développées par les élèves en référence au profil de sortie du secondaire. Une réunion est indispensable dès le début de l'année pour organiser et planifier les modalités d'évaluation, puis à chaque fin de période pour évaluer la progression de chaque élève, pour prévoir les apprentissages à consolider et les aides à lui apporter.

Les situations d'apprentissage et l'application des programmes ne sont pas limitées à l'espace et au temps de la classe. Les compétences attendues s'exercent à travers toutes les activités et tous les moments de la vie de l'école. La citoyenneté, la protection de l'environnement, la communication, la prévention des risques ou encore l'éducation physique et la pratique sportive impliquent, au quotidien, toute la communauté scolaire.

Le directeur et tous les enseignants doivent s'impliquer pour faire de l'établissement scolaire un espace éducatif et aider chaque élève à progresser à travers la vie collective. Son comportement et son implication doivent être encouragés et évalués. La plupart des « savoir-être » attendus de l'élève ne peuvent être considérés comme acquis que s'ils sont mis en œuvre dans la cour de récréation et aux portes de l'école.

De même la participation à la vie communautaire ou associative doit être suscitée et valorisée. Les situations qu'elle favorise peuvent être exploitées en classe et asseoir les apprentissages.

Mathématiques

La discipline

Entre toutes les sciences, les mathématiques sont sans doute, depuis des millénaires, la plus présente dans la conscience et l'inconscient humains. Elles sont à la fois mystérieuses et familières, peuvent apparaître comme un jeu abstrait mais donnent lieu à des applications très concrètes : certaines théories inaccessibles au commun des mortels ont des applications dans sa vie courante, qu'il utilise souvent d'instinct, sans même en avoir conscience.

Les mathématiques sont apparues très tôt dans l'histoire de l'humanité, et dans des civilisations différentes, comme en témoignent les fouilles de Mohenjo-daro, ville de la vallée de l'Indus datant du troisième millénaire avant JC, le papyrus égyptien Rhind datant de 1640 avant JC ou les connaissances astronomiques des Olmèques. Pour les Grecs de l'Antiquité, elles constituaient la connaissance par excellence, le mot *mathématique*, du grec *mathêma*, désignant de façon générale un objet de connaissance. Au XVII^e siècle fleurissent beaucoup des domaines qui constituent les mathématiques d'aujourd'hui : l'algèbre avec la résolution d'équations complexes, ou les probabilités qui tentent de quantifier le hasard lui-même. Les mathématiques sont utilisées pour décrire et expliquer les phénomènes physiques, comme en atteste la citation due à Galilée selon laquelle « le grand livre de la Nature est écrit dans la langue des mathématiques ». Dans les siècles qui ont suivi, l'essor vertigineux de l'analyse a permis d'accomplir des progrès considérables dans les domaines de l'astronomie et de la mécanique tandis que les progrès de la géométrie et de l'algèbre ont trouvé des champs d'application dans tous les domaines des mathématiques.

Aujourd'hui, le champ d'intervention des mathématiques s'est étendu d'un côté aux sciences de la société, particulièrement l'économie, la gestion ou la sociologie, de l'autre, de façon massive, aux sciences de l'information : informatique, réseaux, codage, traitement des images, et bien-sûr intelligence artificielle. Les mathématiques s'enrichissent de ces nouveaux champs d'intervention auxquels elles permettent en retour des développements spectaculaires. L'omniprésence (quoique souvent invisible) des mathématiques dans la vie quotidienne (professionnelle et sociale) rend aujourd'hui nécessaire, pour tout individu, de disposer de savoirs et de savoir-faire mathématiques lui permettant de comprendre et d'agir sur le monde. Par ailleurs, la pratique effective des mathématiques permet de développer des attitudes attendues de tout citoyen éclairé du XXI^e siècle, comme l'esprit critique, la créativité, l'envie d'entreprendre ou l'engagement dans un projet collectif.

C'est la raison de la présence, dans les programmes, d'un socle de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes commun à tous les élèves du secondaire, quelle que soit la filière qu'ils choisissent dans les deux dernières années du cycle secondaire. S'adjoignent à ce socle commun des notions spécifiques aux différentes séries, les théories et les outils mathématiques variant selon leur contexte d'utilisation.

Les mathématiques sont en premier lieu un langage avec lequel les sciences de la nature et de la société décrivent les phénomènes auxquelles elles s'intéressent. Pour expliquer des phénomènes réels complexes, et en particulier saisir leur évolution, les mathématiques fabriquent des modèles (représentations simplifiées du réel), accessibles aux outils numériques qui sont alors capables de les simuler à partir de données d'expériences et d'observations. La simulation informatique peut porter sur des sujets d'origine physique, biologique, économique ou sociale aussi variés que la résistance d'une plateforme pétrolière à la houle, la fatigue d'un matériau sous sollicitation vibratoire, l'usure d'un roulement à billes, l'évolution du cours d'une valeur boursière, d'un réseau social ou du climat, le comportement d'une foule en état de panique, le comportement du cerveau, etc. Les simulations permettent de prévoir l'état final d'un système à partir de son état initial tout en évitant le coût d'une série d'épreuves réelles (comme des essais de véhicules).

Les liens entre les mathématiques et l'informatique revêtent aujourd'hui une telle importance et sont amenés à connaître de tels développements qu'il est impossible d'envisager aujourd'hui un programme de mathématiques qui n'accorderait pas de place à l'informatique. Cette place s'opère de deux manières.

Tout d'abord, les programmes favorisent l'utilisation d'outils numériques (calculatrice, logiciels de géométrie dynamique, logiciels de programmation). Mais l'informatique ne se résume pas à l'utilisation d'outils numériques capables de faire des calculs complexes ou de traiter et de représenter des données massives. C'est un mode de pensée – la pensée informatique – qui permet d'envisager les problèmes pour permettre à des machines de les résoudre. Il s'agit d'abord de structurer une démarche de résolution sous la forme d'un algorithme puis de traduire cet algorithme dans un langage compréhensible par une machine (programmation, ou codage). De nombreux problèmes mathématiques peuvent être abordés et résolus de cette manière. C'est pourquoi tous les programmes de mathématiques du secondaire comportent une unité d'apprentissage intitulée « Algorithmique et programmation » qui vise à développer chez les élèves la pensée informatique à travers la conception d'algorithmes et l'apprentissage d'un langage de programmation. Ces apprentissages complètent ceux qui font partie des programmes de la discipline « informatique ».

L'utilisation régulière des outils informatiques peut intervenir selon trois modalités :

par le professeur, en classe, avec un dispositif de visualisation collective adapté ;

- par les élèves, en classe, à l'occasion de séances de travaux pratiques sur machines ;
- dans le cadre du travail personnel des élèves hors du temps scolaire (par exemple à la bibliothèque du lycée).

Contrairement au modèle des sciences de la nature, où l'arbitre ultime de vérité est la confrontation au réel selon la méthode expérimentale, ce qui fonde la vérité en mathématiques est la démonstration, à partir d'un nombre limité d'hypothèses de départ, qu'on appelle axiomes. Le raisonnement mathématique, qui se fonde sur la logique, a une portée qui dépasse le champ strict de la discipline. Acquérir des bases de logique et développer des aptitudes à raisonner dans le contexte des mathématiques constituent une formation de l'esprit qui se transfère utilement à d'autres situations. C'est la raison pour laquelle tous les programmes du secondaire comportent une unité d'apprentissage intitulée « Langage, raisonnement, logique ».

Mais pour autant, la pratique des mathématiques ne se limite pas à faire des démonstrations, et c'est tout autant vrai dans l'enseignement des mathématiques que dans la recherche. En mathématiques, on observe des formes géométriques, on effectue des calculs algébriques ou numériques, à partir de quoi on peut formuler des conjectures, c'est-à-dire énoncer des propriétés dont on pense qu'elles peuvent être universellement vraies. La méthode *inductive* qui, à partir d'un cas particulier vise à atteindre une propriété générale a une large place dans la pratique mathématique. Sollicitant la créativité, l'inventivité et la prise de risque, cette démarche est également extrêmement importante pour la formation des élèves d'aujourd'hui. À travers de nombreux allers-retours entre expérience, observation, raisonnement et démonstration, les élèves sont sensibilisés à la diversité de l'activité mathématique. Il est à noter que l'utilisation d'outils numériques favorise les possibilités d'expérimentation et de simulation, et par là-même les interactions entre observation et démonstration, entre démarche inductive et raisonnement déductif.

Les mathématiques ne sont pas seulement un outil privilégié des sciences de la nature et des sciences humaines et sociales, ainsi que des techniques avancées ; elles sont aussi indispensables à l'exercice d'une vie personnelle, sociale et professionnelle réussie et une citoyenneté éclairée et responsable. C'est pourquoi l'enseignement des mathématiques s'adresse à *tous* les élèves de l'enseignement secondaire, quelle que soit la série suivie en S3 et S4. Il importe de lutter contre l'opinion répandue selon laquelle les mathématiques ne seraient accessibles qu'à une minorité d'élèves, ceux qui ont la « bosse des maths ». Comme dans les autres disciplines, tout élève qui s'en donne les moyens est capable de réussir en mathématiques. En particulier, beaucoup de jeunes filles estiment qu'elles ne sont pas douées pour les mathématiques, et bien souvent leur entourage familial les conforte dans cette idée. Le rôle des enseignants est de lutter jour après jour contre ce préjugé, qui exclut des millions de jeunes filles de l'accès à des métiers, de plus en plus nombreux et variés, nécessitant des bases solides en mathématiques.

Les progrès en mathématiques, que ce soit pour les élèves, pour les étudiants, ou pour les chercheurs, supposent qu'ils aient une attitude *positive* par rapport à la résolution des questions mathématiques qui leur sont posées. À tous les niveaux, les uns et les autres sont confrontés à des problèmes, c'est-à-dire à des situations nouvelles dont ils ne connaissent pas la réponse, dont ils ne savent même pas comment les aborder. Pas toujours, mais bien souvent, ils relèvent le défi et surmontent la difficulté. Dans le langage

courant, dans les situations courantes de la vie, un problème est souvent perçu comme un obstacle difficile à surmonter, voir même insurmontable. À l'école, les élèves apprennent à relever les défis, et cet état d'esprit qu'une difficulté se surmonte relève des compétences définies dans le Cadre d'orientation curriculaire, notamment « Concevoir, planifier et réaliser un projet innovant ».

En mathématiques, le travail sur les problèmes permet aux élèves de constater que des problèmes ayant pu apparaître initialement insurmontables peuvent en fait être résolus si l'on sait faire preuve de créativité, de rigueur et de persévérance. Comme le coach qui encourage les sportifs qu'il entraîne, les motive et leur fait répéter un geste jusqu'à ce qu'il soit maîtrisé, l'enseignant doit accompagner tous ses élèves, et les encourager jusqu'à la réussite. Pour cela, il varie ses approches, alterne des moments plus détendus et des moments de travail très concentré, montre à quoi servent les mathématiques, et fait découvrir leur beauté.

Les sous-domaines des mathématiques

Classiquement, les mathématiques se divisent en sous-domaines, dont six sont pertinents au niveau de l'enseignement secondaire :

- **L'algèbre**, qui étudie la structure, les opérations et les propriétés des nombres et des ensembles et introduit les outils permettant la manipulation et la résolution des équations ; elle est étudiée dans les programmes dans deux unités d'apprentissages : « Nombres et calculs », et « Calcul algébrique » ;
- **L'analyse**, qui étudie la manière dont des quantités varient en fonction d'autres quantités, leurs ordres de grandeur, leurs variations (ce qui croît et ce qui décroît, ce qui s'allonge ou rétrécit, ce qui est volumineux ou non) ; elle est étudiée dans l'unité « Fonctions » ;
- **la géométrie**, qui étudie les formes des objets et les transformations du plan et de l'espace ; dans le Secondaire, elle s'appuie sur l'algèbre ;
- **Les probabilités** qui permettent de quantifier le hasard ;
- **La statistique** qui organise et traite des données de manière à pouvoir les interpréter ;
- **L'algorithmique et la programmation** qui sont deux composantes de la pensée informatique.

Le raisonnement et la logique sous-tendent toute activité mathématique et fondent la notion de preuve mathématique sur la démonstration.

Ces sous-domaines ne sont pas indépendants les uns des autres, mais très interdépendants.

La base de l'*algèbre* est l'étude des différents types de nombres, de leurs propriétés, et le calcul (les quatre opérations) avec ces nombres. Les jeunes enfants se familiarisent très tôt avec les nombres entiers *naturels* (les recherches récentes en neuropsychologie permettent même de penser que les petits nombres entiers naturels sont compris par les bébés bien avant qu'ils aient accès au langage), et progressivement ils ont accès à des nombres différents, plus compliqués : les fractions, les nombres décimaux, les

nombres entiers relatifs, et, de manière implicite car leur définition n'est pas accessible avant l'université, les nombres réels. Calculer avec ces différents types de nombres est une nécessité de la vie courante, une condition nécessaire pour l'exercice de la citoyenneté. C'est aussi une condition de base pour faire des mathématiques plus avancées, des sciences de la nature, des sciences humaines et sociales. Une deuxième étape est entamée avec la résolution de problèmes liés aux nombres ; beaucoup d'entre eux reposent sur la résolution d'équations, et donc l'utilisation langage algébrique, où les nombres sont représentés par des lettres. La pratique du calcul numérique et du calcul algébrique est aussi l'occasion pour les élèves de rencontrer les premiers algorithmes, ce qui a une grande importance, tant la pensée algorithmique irrigue aujourd'hui beaucoup de secteurs.

Le concept central de l'*analyse* est celui de fonction (au sens spécifique des mathématiques). Une fonction d'une ou de plusieurs variables décrit la dépendance d'une quantité par rapport à d'autres quantités. Par exemple, la température en fonction de l'heure de la journée, le volume d'une boule en fonction de son rayon, le prix d'un plat de griot en fonction du prix du porc, du riz et du charbon et de la main-d'œuvre. Au niveau de l'enseignement secondaire, les élèves découvrent de nouvelles fonctions ainsi que des outils spécifiques de l'analyse (dérivées, intégrales, équations différentielles).

La *géométrie* est d'abord l'étude des formes : droites, triangles, quadrilatères, cercles... dans le cas de formes planes, cubes, sphères, cônes, pyramides, dans le cas des solides de l'espace. Toutes ces formes étant présentes dans le monde environnant, leur compréhension est améliorée par la formalisation mathématique. La géométrie est le domaine des mathématiques par excellence dans lequel on peut pratiquer le raisonnement hypothético-déductif formalisé sous forme de démonstrations. Il s'agit de dépasser l'observation d'une figure, qui peut être mal réalisée, ou représenter un cas très particulier, pour démontrer une propriété générale, valable dans toutes les configurations possibles. Une avancée décisive a été accomplie en géométrie avec l'introduction par Descartes des méthodes de l'algèbre, en repérant des points par des coordonnées et en décrivant des courbes à l'aide d'équations. L'étude de ce type de méthodes, relevant de la « géométrie analytique », occupe une place importante dans le programme du secondaire.

Historiquement, les domaines des *probabilités* et de la *statistique* sont plus récents, puisqu'ils n'ont pleinement pris leur essor qu'au XX^e siècle. Mais ils sont aujourd'hui centraux dans à peu près tous les domaines des sciences naturelles, des sciences de l'ingénieur, des sciences sociales et des sciences humaines. Être capable de quantifier le hasard et de raisonner sur des phénomènes aléatoires est une dimension essentielle de la formation de l'esprit. On ne peut évidemment pas prévoir si la pièce de monnaie que l'on lance une fois va tomber sur le côté pile ou sur le côté face. En revanche, on peut, grâce à la théorie des probabilités et à la loi des grands nombres, estimer le nombre de piles et le nombre de faces que l'on peut observer sur des centaines et des centaines de lancers. Être formé à l'étude de la statistique et des probabilités est une dimension essentielle pour comprendre le monde d'aujourd'hui et mieux prévoir celui de demain. Enfin, l'étude de l'ajustement d'un nuage de points par des méthodes statistiques est une première approche des algorithmes à la base de l'apprentissage automatique, qui est l'une des composantes de l'intelligence artificielle.

L'*algorithmique* est la science des algorithmes, un algorithme étant une méthode permettant de résoudre un problème de manière systématique en un nombre fini et ordonné d'étapes. Dans la vie quotidienne, chacun est amené à exécuter, parfois sans le savoir, des algorithmes : suivre une recette de cuisine, réaliser une maquette à partir d'un mode d'emploi. Mais surtout, derrière les réponses

fournies par un moteur de recherche, un réseau social ou un GPS, se cachent de très nombreux algorithmes, sans évoquer ceux qui régissent l'intelligence artificielle. Les mathématiques sont un terrain particulièrement favorable à la compréhension, la création et la mise en œuvre d'algorithmes de nature et de difficultés très variées, qu'ils concernent les calculs, la construction de figures géométriques, ou la recherche de solutions approchées d'un problème complexe.

La *programmation* permet le codage des algorithmes de manière à les rendre compréhensibles par une machine. Deux types de logiciels ont été retenus : un logiciel de programmation par blocs (Scratch) en S1 et un logiciel de programmation textuelle (Python) à partir de l'année de S2. Le choix de ces logiciels répond à la fois à leur intérêt pédagogique et didactique, en adéquation avec le niveau et la maturité des élèves, leur facilité d'utilisation et leur grande utilisation dans le monde entier, y compris pour Python dans le monde professionnel.

La logique mathématique est née à la fin du XIX^e siècle, en lien étroit avec la philosophie. Il s'agissait de comprendre et de formaliser le raisonnement, en particulier le raisonnement déductif qui est central en mathématiques et d'approfondir l'architecture des mathématiques, basée depuis Euclide sur une fondation axiomatique. Intrinsèquement liée à toute activité mathématique, le raisonnement est une aptitude intellectuelle. Il est intéressant de noter que le travail sur les fondations des mathématiques, au début du XX^e siècle, a fourni, dans les années 1930 et 1940, les bases théoriques de l'informatique.

Les contributions des mathématiques au profil de sortie de l'enseignement secondaire général

Comme l'indique le COC, « à la sortie du secondaire, le jeune Haïtien et la jeune Haïtienne doivent pouvoir soit suivre avec succès une formation supérieure académique ou professionnelle, soit s'insérer, sans difficulté, dans le monde du travail. L'éducation secondaire doit donc les préparer à accomplir ce choix et à disposer des compétences nécessaires pour réussir dans la voie choisie. Les deux premières années du secondaire, proposent un enseignement de tronc commun en mathématiques, destiné à faire réussir tous les élèves en leur donnant les bases nécessaires pour la poursuite d'étude dans les différentes séries des deux dernières années. Les programmes permettent aux élèves de consolider les connaissances et savoir-faire acquis dans le fondamental, présentent de nouvelles connaissances, font acquérir aux élèves de nouveaux savoir-faire, dans le cadre du développement des compétences nécessaire à une bonne insertion dans la société.

Le profil de sortie.

Il est associé à 7 grandes compétences, qui concernent les mathématiques à des degrés divers. Nous les présentons dans l'ordre du COC, en indiquant à chaque fois de quelles manières les mathématiques y contribuent.

Communiquer de manière efficace dans toutes les situations de sa formation, de sa vie sociale et de l'exercice de son métier.

Au sein de cette compétence, les mathématiques contribuent de manière forte à la capacité d'exprimer sa pensée et développer un raisonnement construit et argumenté et développe l'usage des outils numériques.

S'approprier les méthodes et outils nécessaires pour penser, apprendre et travailler de manière autonome.

Les mathématiques y sont omniprésentes : elles préparent en effet les élèves à *traiter des problèmes complexes dans des situations nouvelles, à disposer des outils mathématiques nécessaires pour traiter les données, construire son raisonnement, représenter les faits et les objets, modéliser les solutions, à connaître les principes de l'informatique et de la programmation et choisir et utiliser efficacement les applications qui lui sont nécessaires.*

Exercer activement sa citoyenneté en s'appuyant sur une connaissance et une compréhension de la société ouverte au monde et à son histoire.

Outre le développement de leurs capacités générales de raisonnement, qui sont tellement importantes, les mathématiques aident les élèves à développer les outils nécessaires à la compréhension de la situation *géographique et économique d'Haïti*, et, notamment via la maîtrise d'outils développés en statistique, à évaluer les *défis que sont la dégradation de l'environnement, les fléaux sanitaires, les trafics de drogue...*

Étendre ses connaissances scientifiques et les mettre au service de son engagement pour un développement durable.

Les mathématiques, langage commun des sciences, aident les élèves à « *relier et exploiter les connaissances construites dans chaque discipline pour comprendre, avec une approche scientifique, l'environnement et les enjeux du développement durable* », et à leur montrer comment « *utiliser les outils numériques pour répondre à leurs interrogations, explorer des nouveaux champs de connaissance, remettre en cause leurs modèles et leurs préjugés* ».

Concevoir, planifier et réaliser un projet innovant.

Dans le cadre de ses études de mathématiques, l'élève aura été confronté à de nombreux problèmes de mathématiques qu'il s'agissait de résoudre. Cela se produit beaucoup dans le cadre des cours dans lesquels le professeur montre comment les mathématiciens ont, au cours de l'histoire, développé des connaissances permettant de résoudre des problèmes qui paraissaient jusque-là inaccessibles. Ainsi, on assimile la trigonométrie, qui permet de calculer les longueurs des côtés d'un triangle rectangle, le calcul symbolique, géométrie analytique qui permet d'utiliser la puissance de l'algèbre pour résoudre des problèmes de géométrie, les probabilités qui permettent de faire des prévisions en moyenne, etc. Et cela se produit aussi dans le cadre des exercices et problèmes proposés de manière très régulière aux élèves, dans lesquels ils appliquent les savoir-faire acquis dans des contextes variés, et où il faut « *innover* », faire preuve de « *créativité* », persévérer pour « *surmonter les obstacles* » et parvenir à la solution.

Affirmer toutes les dimensions de sa personnalité.

Comme l'ensemble des disciplines scolaires, les mathématiques contribuent à la construction de la personnalité des élèves. Elles permettent l'apprentissage de la discussion des idées dans le cadre de l'évaluation de la justesse d'une démonstration mathématique.

Préparer et engager les orientations de sa formation et sa vie professionnelle.

Les compétences acquises en mathématiques sont très importantes pour une poursuite d'études dans de nombreux domaines, y compris ceux qui en sont très éloignés, car en mathématiques, outrer l'acquisition de savoir-faire spécifiques, le développement de la capacité de raisonnement et de la rigueur sont centraux. C'est pourquoi l'apprentissage des mathématiques est un atout qui permet d'envisager de manière sereine des études ultérieures dans à peu près tous les domaines.

L'interdisciplinarité

Les mathématiques se sont souvent développées, au cours de leur histoire plurimillénaire, suivant leur logique propre, mais plus souvent en interaction avec les autres sciences, et c'est probablement là que réside leur importance. Par ailleurs, la manière dont elles ont évolué en tant que champ du savoir a des incidences sur leur enseignement et donc sur les programmes scolaires.

Historiquement, les mathématiques se sont considérablement inspirées des sciences physiques, et les ont influencées, au point qu'avant le XVIII^e siècle il était difficile de faire une distinction systématique entre mathématiciens et physiciens. Les interactions entre mathématiques et sciences physiques sont donc innombrables et anciennes. Dans la période plus récente, au fur et à mesure de l'évolution de la biologie et des sciences de la Terre accordant une plus grande place aux aspects quantitatifs, les mathématiques y jouent un rôle croissant, et ceci est aussi vrai aujourd'hui des sciences sociales, tout particulièrement la sociologie et l'économie.

Dans ce qui suit, on se limite aux connaissances et savoir-faire au niveau de l'enseignement secondaire, sans prendre en compte ce qui relève du niveau du fondamental, et qui a été décrit dans les programmes du fondamental.

a. Mathématiques et sciences sociales. En sciences sociales, le traitement des données, et en particulier la statistique, jouent un rôle central. En sciences économiques, pour résoudre des problèmes d'optimisation, l'étude des fonctions est un outil d'une grande pertinence, comme l'est la résolution des systèmes d'équations et d'inéquations linéaires et les matrices. La théorie des graphes, introduite dans les années S3 et S4 dans les trois séries MP, SVT et SES, est devenu dans le domaine des sciences sociales un outil efficace de modélisation des interactions entre individus ou groupes sociaux.

b. Mathématiques et informatique. L'informatique, qui a maintenant le statut d'une science autonome et est enseignée en tant que telle au lycée, fait également l'objet d'un enseignement spécifique dans le cadre de l'enseignement des mathématiques. En prenant appui sur l'apprentissage des bases de l'informatique et sur des contextes mathématiques appropriés, les élèves pourront approfondir leur

compréhension de cette discipline en mettant en œuvre des algorithmes mathématiques et en les programmant dans le langage de référence.

c. Mathématiques et art. Aujourd'hui, les outils numériques ont profondément pénétré la production artistique, que ce soit en musique ou dans la production et le traitement des images. Dans le programme de mathématiques de la série LLA, le traitement numérique des images fait l'objet d'un enseignement spécifique dans le cadre de l'unité d'apprentissage *Géométrie*. Y est également abordée la perspective, en tant qu'outil mathématique de représentation du monde.

d. Mathématiques et sciences physiques. Comme il a été dit plus haut, les mathématiques sont intimement liées à la physique. Au niveau de l'enseignement secondaire, il serait difficile d'identifier un seul des thèmes abordés dans les sciences physiques dont la mathématisation est absente. Les fonctions, leurs dérivées et leurs intégrales, le calcul algébrique, les vecteurs et les transformations sont présents dans l'étude du mouvement et de l'énergie, en électricité et en magnétisme, en optique et plus généralement dans l'étude des ondes.

E. Mathématiques et sciences de la vie et de la terre. Quoique moins présentes dans ces domaines que dans celui des sciences physiques, les mathématiques y jouent un rôle croissant. Sans les bases mathématiques étudiées dans le tronc commun (S1 et S2), on ne disposerait pas du langage mathématique nécessaire à la biologie et à la géologie. À un niveau plus avancé, les probabilités (en génétique), la statistique (notamment pour évaluer la validité d'un ensemble d'expériences, les matrices et la théorie des graphes fournissent des outils puissants, dont certains sont pertinents dès les dernières années du secondaire, et dont d'autres le seront dans le cadre des études supérieures.

Quelques principes de didactique des mathématiques dans le Secondaire

Les mathématiques représentent un enjeu très important dans la réussite scolaire, et non moins important dans l'imaginaire des élèves et de leurs familles. Plusieurs mythes sans fondement rendent difficile l'accès aux mathématiques. Le premier est qu'avoir la « bosse des mathématiques » serait un caractère inné réservée à un petit nombre de personnes, les autres étant vouées à ne pas avoir accès à la matière. Une autre, liée à la première, serait que les filles seraient encore moins nombreuses que les garçons à avoir la bosse des mathématiques ; également, les mathématiques, et les sciences en général, ne seraient pas une matière « féminine ». Pour toutes ces raisons, la matière mathématiques ne serait pas pour elles.

En sortant du cycle fondamental, les élèves ont acquis une certaine maîtrise des nombres et du calcul numérique, de la géométrie plane, savoir-faire qui sont indispensables dans le Secondaire. L'enseignant de 1^{ère} année du Secondaire veillera à les consolider. Les élèves ont déjà abordé le calcul algébrique, les équations, le traitement des données, les probabilités, qui sont au centre de l'enseignement des mathématiques du Secondaire.

Durant les deux années du tronc commun (S1 et S2), les professeurs enseignent à des élèves dont l'intérêt pour les mathématiques est très différencié. À tous, ils doivent permettre la réussite dans l'assimilation des notions nouvelles du programme, quelle que soit leur

orientation future. Même pour les plus littéraires parmi les élèves, les mathématiques ont un rôle formateur, et le programme de la série LLA reflète cette ambition, tout en étant très adapté à son public.

L'un des rôles des enseignants, et en particulier de celui de mathématiques, est d'aider les élèves à faire le meilleur choix de série à la sortie de S2, qu'il s'agisse d'élèves ayant déjà une idée assez claire de la série à laquelle ils se destinent et éventuellement des études qu'ils voudraient poursuivre, mais aussi des très nombreux indécis. Chaque série offre des perspectives de réussite, les professeurs doivent s'efforcer d'aider les élèves à choisir celle qui est la mieux adaptée à leurs goûts et à leurs chances de réussite. Le professeur de mathématiques a une responsabilité particulière, car il doit tenir compte de ce qu'un certain nombre d'élèves, dont, comme cela a été dit plus haut, un nombre important de filles, estiment ne pas être capables de suivre des études où les mathématiques ont un rôle important, voire prépondérant alors qu'en réalité, ils ont des capacités tout à fait suffisantes.

Au-delà de ces considérations générales, voici maintenant un certain nombre de principes didactiques qui doivent guider les enseignants.

Le premier principe guidant l'enseignement des mathématiques au niveau du tronc commun du Secondaire est qu'il s'adresse à tous les élèves, filles et garçons, et qu'il doit permettre à tous de réussir. L'enseignant doit régulièrement revenir sur les notions et les savoir-faire précédemment étudiés afin d'en consolider la maîtrise et d'assurer la bonne acquisition de nouveaux apprentissages.

Le deuxième principe est le principe de bienveillance vis-à-vis des élèves, et de la reconnaissance du rôle formateur des erreurs qui ne doivent pas être assimilées à des fautes (au sens moral du terme). Bien entendu, il ne s'agit pas d'encourager les erreurs ! Mais d'une part, faire des erreurs est inévitable ; d'autre part, leur compréhension est un facteur de progrès dans l'acquisition des savoirs et des savoir-faire. L'objectif est d'aider les élèves à comprendre l'origine des erreurs : une mauvaise compréhension de l'énoncé ou du résultat mathématique qu'on veut appliquer, une erreur de calcul due à l'étourderie, etc. et de les rectifier. Commettre une erreur, s'en rendre compte, comprendre pourquoi on l'a faite, recommencer... tout cela est porteur de progrès, tant sur le plan strictement mathématique que sur l'apprentissage de la persévérance.

Le troisième principe est que l'introduction des concepts mathématiques, abstraits par nature, doit s'appuyer sur des exemples concrets permettant aux élèves de s'en emparer, de « jouer » avec eux afin qu'ils deviennent familiers.

Le quatrième principe est que l'enseignement des mathématiques vise à développer des compétences générales de raisonnement et de compréhension de l'espace physique et social environnant (détaillées ci-dessous). Ces compétences s'appuient sur la compréhension globale des concepts et la mémorisation d'un petit nombre de résultats indispensables en évitant d'imposer la mémorisation d'une multitude de règles imposées qui, si elles n'ont pas été démontrées, n'ont aucun sens pour les apprenants. Les programmes sont rédigés en sorte de minimiser le nombre de résultats ou de formules à mémoriser : il est inutile de mémoriser des formules b, c, d... si elles sont des conséquences immédiates de la formule-clé a !

Le cinquième principe repose sur l'acquisition d'automatismes, en particulier d'automatismes de calcul, permettant de diminuer la surcharge cognitive quand on mène des raisonnements mathématiques lors de la résolution de problèmes. Le professeur doit

développer ces automatismes en organisant de manière régulière et fréquente de courtes séances de calcul (mental ou posé) ne relevant pas nécessairement de la leçon en cours.

Le sixième principe est que les mathématiques sont reliées aux autres domaines du savoir, et que les connaissances et les savoir-faire développés en mathématiques doivent être effectivement utilisés dans les autres disciplines. Les programmes indiquent de nombreuses pistes d'application aux autres disciplines. L'enseignant devra s'efforcer de les valoriser, soit lui-même dans son cours, soit en relation avec ses collègues enseignant les autres matières.

Faire de l'élève un acteur de sa formation

Les programmes de mathématiques du cycle Secondaire sont, par nécessité, assez denses. L'enseignant est confronté à la tentation de sacrifier le temps d'assimilation pour couvrir tout le programme.

Pour y remédier, la première recommandation est de se centrer sur les notions et les savoir-faire essentiels, en évitant la dispersion : cela permet d'une part de limiter le temps d'enseignement, et d'autre part de réduire la quantité de contenus que les élèves doivent apprendre.

Si la part d'enseignement magistral doit être plus importante qu'au cycle Fondamental, il ne faut pas pour autant que les notions nouvelles apparaissent comme « tombant du ciel ». La deuxième recommandation est donc de prévoir de manière régulière (pas à chaque séance, mais lorsqu'une notion nouvelle est introduite) des phases introductives pendant lesquelles les élèves découvrent peu à peu la notion nouvelle et se familiarisent avec elle, avant qu'elle ne soit formalisée par le professeur. Des séances d'exercices d'entraînement et d'application, et des problèmes à chercher à la maison, doivent compléter le dispositif.

Des formes d'évaluation diversifiées

En mathématiques, il y a une dimension de « performance » : on a compris, ou pas ; on a le bon résultat, ou pas. Même si les choses sont plus nuancées, l'alternative réussite/échec est une réalité ressentie par les élèves et leurs familles, ce qui engendre un phénomène maintenant bien décrit par les spécialistes : *l'anxiété mathématique*. C'est pourquoi il est particulièrement important de distinguer évaluation formative, qui permet à chaque élève (ainsi qu'à l'enseignant) de savoir où il en est de ses apprentissages, et l'évaluation sommative. L'évaluation formative a lieu lors des séances d'exercices, où, avec l'aide l'enseignant, l'élève se rend compte de son degré d'assimilation d'une connaissance ou d'un savoir-faire. Cette évaluation ne doit pas être perçue comme une sanction mais comme une aide.

En fin de séquence, une évaluation sommative, sous forme d'un contrôle en temps limité, permet de faire le point, et éventuellement de recommander à l'élève un travail supplémentaire de remise à niveau.

Les compétences visées

Les trois grandes compétences visées par l'enseignement des mathématiques

Les grandes compétences M1, M2, M3 décrites ici sont les mêmes que celles qui ont été identifiées pour le Fondamental, mais les sous-compétences sont bien évidemment plus avancées.

- **M1. Maîtriser les objets et le langage des mathématiques**
- **M2. Appréhender la démarche mathématique basée sur la résolution de problèmes et sur le raisonnement**
- **M3. Se situer et agir en citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale et de l'environnement**

Description détaillée des compétences M1, M2, M3

M1. Maîtriser les objets et le langage des mathématiques

Au niveau du Secondaire, les objets mathématiques sont plus nombreux et plus complexes. Outre les nombres et le calcul sur les nombres, le calcul algébrique, la notion de fonction, l'utilisation de l'algèbre en géométrie, les concepts probabilistes, les outils statistiques de traitement des données, l'algorithmique ont maintenant une place centrale. Plus spécifiquement, on attend que les élèves :

- M1a. comprennent les nombres, leurs représentations visuelles, la représentation symbolique des nombres, le calcul numérique et algébrique, et qu'ils associent à ces représentations symboliques des images mentales pertinentes ;
- M1b. sachent utiliser le langage de l'algèbre (coordonnées, vecteurs) pour décrire et représenter les objets géométriques ;
- M1c. aient une compréhension de la nature incertaine des phénomènes, et sachent utiliser les concepts des probabilités et de la statistique pour les interpréter.

M2. Appréhender la démarche mathématique basée sur la résolution de problèmes et sur le raisonnement

La pratique des mathématiques met en jeu de manière centrale le raisonnement déductif, et développe la capacité à résoudre des problèmes. Les élèves devront

- M2a. avoir une maîtrise du raisonnement logique, et être capables de mener à bien des démonstrations mathématiques ; appliquer le raisonnement logique dans les sciences et les sciences sociales, et dans l'exercice de la citoyenneté ;

- M2b. savoir utiliser les équations/inéquations et leur résolution comme un outil de résolution de problèmes ;
- M2c. savoir utiliser la notion de fonction mathématique et leur étude pour modéliser et représenter des phénomènes ;
- M2d. mettre en œuvre des algorithmes et des programmes informatiques pour résoudre des problèmes ;
- M2e. résoudre des problèmes mathématiques, et des problèmes issus des autres sciences et de la technologie.

M3. Se situer et agir en citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale et de l'environnement

La jeune femme et le jeune homme, à l'issue de l'enseignement secondaire, sont prêts à jouer un rôle-moteur dans la société haïtienne, en ayant la capacité d'agir et de contribuer au développement social, économique et humain d'Haïti et du monde. Ils :

- M3a. savent interpréter, représenter et traiter des données en utilisant notamment la statistique ;
- M3b. utilisent les outils des mathématiques en lien avec les sciences expérimentales, les sciences sociales et la technologie pour répondre aux enjeux de la société ;
- M3c. utilisent le langage des mathématiques pour communiquer, former, informer, comprendre et se faire comprendre ;
- M3d. décident en connaissance de cause d'entrer dans la vie active ou de s'engager dans des études supérieures qui les amèneront à exercer des professions de haut niveau.

Correspondance entre les compétences du COC et les compétences du programme de mathématiques	
Compétences du COC	Compétences du programme de mathématiques
Communiquer de manière efficace dans toutes les situations de sa formation, de sa vie sociale et de l'exercice de son métier	M2d. Mettre en œuvre des outils numériques, des algorithmes et des programmes informatiques pour représenter des situations et résoudre des problèmes ; M3c. Utiliser le langage des mathématiques pour communiquer, former, informer, comprendre et se faire comprendre ;
S'approprier les méthodes et outils nécessaires pour penser, apprendre et travailler de manière autonome	M1. Maîtriser les objets et le langage des mathématiques; M2. Appréhender la démarche mathématique basée sur la résolution de problèmes et sur le raisonnement.

Exercer activement sa citoyenneté en s'appuyant sur une connaissance et une compréhension de la société ouverte au monde et à son histoire	M1c. Avoir une compréhension de la nature incertaine des phénomènes, et savoir utiliser les concepts des probabilités et de la statistique pour les interpréter. M2a. Avoir une maîtrise du raisonnement logique, et être capables de mener à bien des démonstrations mathématiques ; appliquer le raisonnement logique dans les sciences et les sciences sociales, et dans l'exercice de la citoyenneté.
Étendre ses connaissances scientifiques et les mettre au service de son engagement pour un développement durable	M2d. Mettre en œuvre des outils numériques, des algorithmes et des programmes informatiques pour représenter des situations et résoudre des problèmes ; M2e. Résoudre des problèmes mathématiques, et des problèmes issus des autres sciences et de la technologie. M3a. Savoir interpréter, représenter et traiter des données en utilisant notamment la statistique ; M3b. Utiliser les outils des mathématiques en lien avec les sciences expérimentales, les sciences sociales et la technologie pour répondre aux enjeux de la société ; M3c. Utiliser le langage des mathématiques pour communiquer, former, informer, comprendre et se faire comprendre ;
Concevoir, planifier et réaliser un projet innovant	M2b. Savoir utiliser les équations/inéquations et leur résolution comme un outil de résolution de problèmes ; M2c. Savoir utiliser la notion de fonction mathématique et leur étude pour modéliser et représenter des phénomènes ; M2d. Mettre en œuvre des outils numériques, des algorithmes et des programmes informatiques pour représenter des situations et résoudre des problèmes ; M2e. Résoudre des problèmes mathématiques, et des problèmes issus des autres sciences et de la technologie.
Affirmer toutes les dimensions de sa personnalité	M2a. Avoir une maîtrise du raisonnement logique, et être capable de mener à bien des démonstrations mathématiques ; appliquer le raisonnement logique dans les sciences et les sciences sociales, et dans l'exercice de la citoyenneté.
Préparer et engager les orientations de sa formation et sa vie professionnelle	M3d. Décider en connaissance de cause d'entrer dans la vie active ou de s'engager dans des études supérieures qui l'amèneront à exercer des professions de haut niveau.

Évaluation des compétences

La maîtrise des savoir-faire mathématiques, appuyés sur un corpus important de connaissances, est un objectif primordial de leur enseignement, et constitue donc une part très importante des trois formes d'évaluation (formative, sommative et certificative). Comme cela a été dit plus haut, il est particulièrement important que l'évaluation formative joue pleinement son rôle, d'accompagnement des élèves dans l'acquisition des connaissances et des savoir-faire.

On veillera à ce que, progressivement, les élèves soient confrontés à des tâches de plus en plus complexes, où il ne s'agit pas de résoudre un exercice correspondant à un savoir-faire bien délimité (par exemple, résoudre l'équation $3x + 2 = 0$), mais de traiter une situation faisant appel à des connaissances relevant de parties différentes du programme, demandant une étape de modélisation, exigeant une prise d'initiative, etc.

Pour évaluer ses élèves, l'enseignant s'appuiera à la fois sur l'observation en classe et sur des contrôles classiques en temps limité. Dans la mesure du possible, on demandera aux élèves de réaliser des projets de manière collective, soit dans le seul cadre de l'enseignement des mathématiques, soit en lien avec d'autres matières.

Mode d'emploi des programmes

Le programme est divisé en neuf unités d'apprentissage,

- Nombres et calculs [NC]
- Calcul algébrique [CA]
- Fonctions [F]
- Géométrie [G]
- Probabilités [P]
- Statistique [S]
- Algorithmique et programmation [AP]
- Logique, raisonnement [LR]
- Matrices et graphes [MG].

Il y a bien évidemment de nombreux liens entre les connaissances et savoir-faire de ces différentes unités d'apprentissage, en particulier entre « Nombres et calculs », « Calcul algébrique » et « Fonctions ». Les unités d'apprentissage ne doivent donc pas être enseignées l'une à la suite de l'autre, mais dans le cadre d'une progression réfléchie. De plus, les deux unités,

« Algorithmique et programmation » et « Logique, raisonnement » sont transversales aux autres unités. Elles ne doivent pas faire l'objet de séances spécifiques ; leurs contenus correspondent à la récapitulation des savoirs et des activités en lien avec leur titre, mais qui auront été traités tout au long de l'année dans le contexte des autres unités d'apprentissage.

Ces unités d'apprentissage sont présentes la plupart des années et la plupart des séries selon le tableau suivant, mais avec des contenus *adaptés à chaque série*.

	NC	CA	F	G	P	S	AP	LR	MG
S1	X	X	X	X	X	X	X	X	
S2	X	X	X	X	X	X	X	X	
S3 MP	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S3 SVT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S3 SES	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S3 LLA	X	X	X	X	X	X	X	X	
S4 MP	X		X	X	X	X	X	X	X
S4 SVT			X	X	X	X	X	X	X
S4 SES			X	X	X	X	X	X	X
S4 LLA			X	X	X	X	X	X	

Chaque programme est présenté en trois colonnes :

Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
Connaissances/savoirs exigibles, qui doivent être présentés aux élèves et que ceux-ci doivent connaître. Les connaissances de cette colonne, en particulier les formules indiquées, sont en nombre limité ; celles qui s'en déduisent immédiatement ne sont pas indiquées, et ne sont pas à mémoriser. Exemple : dans le programme de l'UA Calcul algébrique de l'année 2, on trouve dans la colonne de gauche : Compatibilité des inégalités avec l'addition : pour tout $c, a > b$ si et seulement si $a + c > b + c$ Il n'est pas indiqué la compatibilité avec la soustraction, car ce n'est pas une propriété supplémentaire, différente, mais la même propriété formulée différemment : $a - c > b - c$ équivalent à $a + (-c) > b + (-c)$ Il ne faut pas multiplier le nombre de formules à retenir, mais permettre aux élèves de comprendre comment trouver d'autres formules à partir de l'une d'elles.	Savoir-faire exigibles, en général présentés par des phrases verbales (produire, tester, substituer...). Attention : les savoir-faire qui résultent directement des connaissances de la colonne de gauche ne sont pas répétés. Exemple : dans le programme de l'UA Logique, raisonnement de l'année 2, le raisonnement par l'absurde est dans la colonne de gauche, rien n'est spécifié dans la colonne du milieu, car il est clair que l'enseignant doit proposer des exemples de raisonnement par l'absurde, et poser des exercices dans lesquels les élèves doivent utiliser un tel raisonnement.	Ici sont indiquées des activités possibles, qui illustrent les contenus des deux colonnes de gauche, ou qui permettent d'aller plus loin. Les connaissances et les savoir-faire proposés dans cette colonne ne sont en aucun cas exigibles. Le professeur a loisir d'en choisir d'autres qu'il jugerait plus adaptées aux besoins et au niveau de ses élèves.

Année 1

UA Nombres et calculs			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Nombres entiers naturels		
	Calcul numérique Notions de diviseur et de multiple. Plus grand commun diviseur (PGCD). Algorithme d'Euclide. Plus petit commun multiple (PPCM). Division euclidienne d'un entier naturel par entier naturel non nul. Nombres premiers : définition, crible d'Eratosthène. Décomposition d'un nombre entier en facteurs premiers (résultat admis).	Appliquer les critères de divisibilité par 2, 3, et 5 pour dresser la liste des diviseurs d'un nombre entier. Sur des exemples numériques, calculer le quotient et le reste dans une division euclidienne. Faire le lien avec la division posée. Appliquer l'algorithme d'Euclide pour déterminer le PGCD de deux nombres entiers. Vérifier que le produit du PGCD par le PPCM de deux nombres est égal à leur produit. Utiliser le crible d'Eratosthène pour dresser la liste des nombres premiers inférieurs ou égaux à 100.	Modéliser et résoudre des problèmes numériques mobilisant les notions de multiple, de diviseur, de PGCD, de PPCM. Utiliser un tableur pour dresser la liste des multiples communs à deux nombres entiers de grande taille et en déduire leur PPCM. Exemples d'exercices utilisant le PPCM et le PGCD : 1. Une personne possède entre 400 et 450 livres. Elle décide de les revendre sur internet pour en acheter d'autres. Elle observe qu'elle peut regrouper ses livres par paquets de 3, de 5, ou de 7 livres. Combien de livres cette personne possède-t-elle exactement ?

		Décomposer un nombre en produit de facteurs premiers.	2. Dans une salle de bains, on veut recouvrir un mur de 210 cm de haut et de 135 cm de large avec un nombre entier de carreaux de forme carrée dont la mesure du côté est un nombre entier de centimètres. Afin d'acheter le moins de carreaux possibles, on cherche les carreaux de taille maximale. Déterminer le côté de chaque carreau et le nombre de carreaux à acheter.
	Calcul littéral Écritures littérales d'un nombre pair, d'un nombre impair. Écriture littérale du fait qu'un nombre a est un multiple d'un nombre b non nul. Expression littérale de la division euclidienne : $a = b \times q + r$ avec $0 \leq r < b$.	Démontrer que la somme de deux nombres pairs (ou de deux nombres impairs) est un nombre pair. Démontrer que le produit de deux nombres impairs est un nombre impair. Sur une demi-droite, représenter a , les multiples de b , le quotient q et le reste r .	Écrire un algorithme pour déterminer tous les multiples d'un nombre b qui sont inférieurs ou égaux à un nombre a . Coder cet algorithme en Python. Écrire l'algorithme de la division euclidienne par soustractions successives.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les notions figurant dans ce bloc ont déjà été étudiées au cycle <i>Fondamental</i> . Néanmoins, les revoir est nécessaire, à la fois sous l'angle numérique et littéral. Il importe que les élèves comprennent que l'usage d'une lettre pour désigner n'importe quelle valeur numérique permet d'énoncer et de démontrer des propriétés générales. L'utilisation des lettres dans le calcul littéral est à mettre en regard avec celle des variables en informatique.		

BLOC 2 Fractions : calcul numérique		
Fractions d'entiers relatifs. Égalité de deux fractions. Forme irréductible d'une fraction. Fractions décimales, fractions non décimales. Représentation d'une fraction décimale par une écriture à virgule et inversement, exprimer un nombre décimal sous la forme d'une fraction décimale Opérations sur les fractions : addition, soustraction, multiplication. Inverse d'une fraction ; division d'une fraction par une fraction non nulle.	Simplifier une fraction pour la rendre irréductible. Positionner une fraction (positive ou négative) sur un axe gradué. Additionner et soustraire des fractions. Multiplier deux fractions. Déterminer l'inverse d'une fraction. Diviser une fraction par une fraction.	Écrire une fraction comme la somme d'un entier et d'une fraction comprise entre 0 et 1. Démontrer qu'une fraction $\frac{a}{b}$ avec $b = 2^n \times 5^m$ est un nombre décimal. Résoudre des problèmes mettant en jeu des fractions.
Calcul littéral Conception d'une fraction comme un quotient : $\frac{a}{b}$ est le nombre qui, quand on le multiplie par b donne a.	Manipuler des fractions données sous formes littérales. À partir de relations entre variables (par exemple $d = vt$; $U = RI$; $V = \pi R^2 h$; $V = abc$), exprimer l'une des	

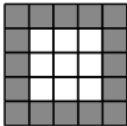
	Égalité de deux fractions : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \text{ si et seulement si } a \times d = b \times c$ (égalité des produits en croix). Règles du calcul fractionnaire : $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad+bc}{bd};$ $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{a \times c}{b \times d};$	variables comme un quotient littéral.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La notion de fraction est essentielle en mathématique, mais délicate et sa présentation didactique doit être réfléchie. Il est indispensable de réactiver sa compréhension par différentes représentations graphiques, mais sans se limiter aux fractions inférieures à 1 et aux dessins des parts de pizzas. Il importe que les élèves dépassent la conception d'une fraction comme résultat d'un partage, pour accéder à sa conception en tant que quotient. Ainsi, la fraction $\frac{2}{3}$, ne doit pas être seulement interprétée comme deux parts d'une pizza partagée en trois parts égales (conception « partage »), mais aussi comme le nombre qui, multiplié par 3, donne 2 (conception quotient). C'est un passage obligé avant la résolution d'équations du type $ax = b$. Le positionnement d'une fraction sur un axe aide à l'acquisition de la conception d'une fraction en tant que nombre rationnel. La maîtrise et la mémorisation des règles opératoires supposent que les élèves aient d'abord compris leur sens, au moins sur un exemple. Ainsi, l'addition et la soustraction des fractions (qui ne sont pas naturelles, et dont les règles diffèrent de celles de la multiplication) sont présentées de manière progressive, en commençant par le calcul numérique :		

	on débute par des fractions ayant le même dénominateur en verbalisant le résultat (deux cinquièmes + sept cinquièmes est égal à neuf cinquièmes) ; on poursuit par le cas où le dénominateur de l'une est un multiple du dénominateur de l'autre, car la réduction au même dénominateur est alors simple. La forme ultime met en jeu le PPCM des deux dénominateurs. La compréhension du sens de la division par une fraction nécessite une approche progressive, présentée ici sur un exemple : - on commence par diviser un entier par une fraction, en sollicitant la conception « quotient » de la division: par exemple, pour diviser 4 par $\frac{1}{3}$, on ne cherche pas comment partager 4 pizzas entre « un tiers de personne », mais combien de tiers de pizza on peut mettre dans 4 pizzas. Un simple dessin suffit à trouver qu'il en faut $12 = 4 \times 3$. On a bien multiplié 4 par l'inverse de $\frac{1}{3}$. - On étend ensuite à la division de $\frac{4}{5}$ par $\frac{1}{3}$, qui est le cinquième de la précédente division de 4 par $\frac{1}{3}$: $\frac{4}{5} \div \frac{1}{3} = \frac{1}{5} \times (4 \times 3) = \frac{4}{5} \times 3$. On a bien multiplié $\frac{4}{5}$ par l'inverse de $\frac{1}{3}$. - On passe enfin à la division de $\frac{4}{5}$ par $\frac{7}{3}$, qui est le septième de la précédente division de $\frac{4}{5}$ par $\frac{1}{3}$: $\frac{4}{5} \div \frac{7}{3} = \frac{1}{7} \times \left(\frac{4}{5} \times 3\right) = \frac{4}{5} \times \frac{3}{7}$. On a bien multiplié $\frac{4}{5}$ par l'inverse de $\frac{7}{3}$. Une fois ces justifications données, on peut présenter la « règle » sous forme littérale. Mais au lieu d'être « imposée par l'enseignant », elle acquiert du sens avant d'être mémorisée et utilisée de manière automatique. La mauvaise compréhension de l'origine d'une règle explique qu'elle soit mal appliquée, ou qu'elle soit étendue en dehors de son cadre de validité. Ainsi, un élève qui n'a pas compris d'où vient la règle de la multiplication des fractions va l'étendre de façon erronée à l'addition.		
BLOC 3	Puissances entières		
	Calcul numérique Puissances d'un nombre réel (d'exposant un entier positif) définies	Réduire des expressions numériques (produits, quotients) comportant des puissances positives ou négatives.	Mettre en évidence, sur des valeurs numériques de a , m et n , le fait qu'en général

	comme des produits itérés. Puissances d'exposants entiers négatifs d'un nombre réel non nul définies à partir de l'inverse. Opérations (uniquement sur des valeurs numériques) : produit, quotient. Cas particuliers des puissances de 10. Préfixes liés aux puissances de 10 : déca, hecto, kilo, méga, giga, téra ; déci, centi, milli, micro, nano, pico. Écriture scientifique d'un nombre. Ordre de grandeur des puissances de 2 utilisées en informatique : 2^8 et 2^{16}.	Utiliser, pour des valeurs numériques entières (positives et négatives) de m et n, des égalités du type : $10^m \times 10^n = 10^{m+n};$ $\frac{1}{10^n} = 10^{-n};$ $(10^m)^n = 10^{m \times n}.$ Utiliser la notation scientifique pour obtenir un encadrement ou un ordre de grandeur du résultat d'un calcul. Effectuer des calculs et donner le résultat en notation scientifique.	$a^n + a^m \neq a^{n+m}; a^n \times a^m \neq a^{n \times m}.$ Associer à des objets des ordres de grandeurs (par exemple la taille d'un atome, d'une bactérie, d'une alvéole pulmonaire, la longueur de l'intestin, la capacité de stockage d'un disque dur, la vitesse du son et celle de la lumière, la population haïtienne et la population mondiale, la distance de la Terre à la Lune et au Soleil, la distance du Soleil à l'étoile la plus proche). Exemples de calculs possibles : $(-1,5 \times 10^{-8}) \times 9 \times 10^9;$ $(3,3 \times 10^{-6}) \times (-2 \times 10^{-4}).$
	Calcul littéral Convention : $a^0 = 1$ pour $a \neq 0$. Puissances positives définies comme produit itéré. Inverse : $a^{-1} = \frac{1}{a}$.	Utiliser les définitions pour démontrer les règles opératoires sur les puissances. Simplifier des expressions littérales (produits, quotients) en utilisant des puissances.	

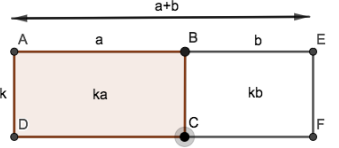
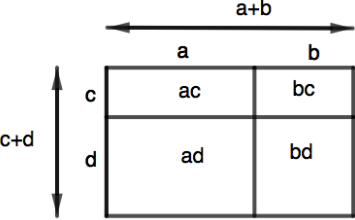
	Puissances négatives définies à partir de $a^{-n} = \frac{1}{a^n} \text{ pour } n \text{ entier naturel.}$ Règles opératoires : Pour tous entiers relatifs m et n : $a^{n+m} = a^n \times a^m ; (a^n)^m = a^{n \times m} ;$ $(a \times b)^n = a^n \times b^n ; \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} .$		
BLOC 4	Racines carrées		
	Calcul numérique Carrés parfaits. Racine carrée d'un nombre positif. Opérations : produit et quotient de racines carrées. Simplification de radicaux, du type $\sqrt{12} = 2\sqrt{3}$.	Connaître les carrés parfaits compris entre 1 et 144. En utilisant les carrés parfaits, encadrer une racine carrée par deux entiers naturels consécutifs (sans en chercher une valeur décimale approchée). Calculer l'hypoténuse d'un triangle rectangle ou la longueur de la diagonale d'un rectangle en fonction des longueurs des côtés.	En 1897, Edward Goodwin fit voter en première lecture à l'assemblée générale de l'Indiana que la « vraie » valeur de $\sqrt{2}$ est $\frac{10}{7}$. Avait-il raison ou tort ? Formats des feuilles de papier Deux rectangles ont la même forme lorsque les rapports de leur longueur sur leur largeur sont égaux. Les formats A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, etc. des feuilles de papier ont été conçus pour que les feuilles de ces différents formats aient toutes la même forme.

			Par ailleurs, une feuille de papier au format A0 a une aire de $1m^2$ et lorsqu'on la coupe en deux au milieu de sa longueur, on obtient deux feuilles au format A1 ; lorsqu'on coupe une feuille A1 au milieu de sa longueur on obtient deux feuilles au format A2, etc. Calculer le rapport de la longueur sur la largeur pour les feuilles de tous ces formats.
	Calcul littéral Si a désigne un nombre positif ou nul, $\sqrt{a}$ est défini comme l'unique nombre positif dont le carré est égal à a. Opérations : Pour a, b positifs ou nuls $\sqrt{a \times b} = \sqrt{a} \times \sqrt{b}$ $\sqrt{\frac{1}{a}} = \frac{1}{\sqrt{a}} ; \sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} \text{ (si } b \text{ est non nul).}$	Démontrer les règles sur le produit et le quotient par élévation au carré. Utiliser la définition de la racine carrée et les règles opératoires pour simplifier des calculs du type : $(-\sqrt{a})^2, \sqrt{(-a)^2}$ en indiquant les valeurs de a pour lesquelles l'expression a un sens.	À l'aide d'un contre-exemple, démontrer que l'égalité $\sqrt{a+b} = \sqrt{a} + \sqrt{b}$ est en général fausse. Déterminer les seules valeurs de a et de b pour lesquelles elle est vraie.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La recherche de la longueur de la diagonale d'un carré de côté 1m pose le problème de l'existence de la racine carrée de 2.		

	Par encadrement, les élèves peuvent vérifier que la longueur cherchée est comprise entre 1 et 2, puis entre 1 et 1,5, puis entre 1,4 et 1,5, etc. Il est possible de faire démontrer aux élèves qu'il n'existe nombre décimal dont le carré est égal à 2 (en raisonnant par l'absurde et en considérant le dernier chiffre non nul dans son écriture décimale). Il sera même démontré en S2 qu'il n'existe aucun nombre rationnel dont le carré est égal à 2. D'où la nécessité d'introduire un nouveau type de nombres, les nombres irrationnels qui seront étudiés plus en détail en S2.		
UA Calcul algébrique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Expressions littérales		
	Usage d'une lettre en tant que variable pour représenter un nombre quelconque. Substitution d'une valeur numérique à une lettre dans une expression littérale. Notion de programme de calcul.	Produire une expression littérale à une ou plusieurs variables (périmètre et aire d'un carré, d'un rectangle, d'un disque, volume d'une pyramide). Substituer une ou plusieurs valeurs numériques à des lettres dans une expression littérale. Tester sur des valeurs numériques l'égalité de deux expressions littérales. Transformer un programme de calcul en une expression littérale. Démontrer que deux programmes de calcul aboutissent au même résultat quels que soient les nombres d'entrée	Exemple d'usage d'une lettre en tant que variable Le schéma ci-dessous présente un carrelage avec 3 carreaux sur le côté du carré central blanc et 5 carreaux sur le pourtour gris.  Établir une expression littérale donnant le nombre de carreaux gris du pourtour en fonction du nombre n de carreaux sur le côté du carré central blanc.

			Calculer le nombre de carreaux gris lorsque le côté du carré blanc est composé de 100 carreaux. Exemples de programme de calcul Programme 1 : Choisir un nombre. Lui ajouter 3. Élever sa somme au carré. Soustraire le carré du nombre de départ. Écrire une expression littérale correspondant à ce programme de calcul. Programme 2 : Choisir un nombre. Le multiplier par 6 et ajouter 9 au résultat Écrire une expression littérale correspondant à ce programme de calcul. Vérifier que, quel que soit le nombre choisi en entrée, les deux programmes fournissent le même résultat en sortie.
--	--	--	--

	Réduction d'une expression littérale à une variable en utilisant notamment : - les conventions d'écriture : bc pour $b \times c$, $3a$ pour $3 \times a$; - la commutativité : $c \times b = b \times c$; - les puissances - la distributivité : $x + 0,8x = (1 + 0,8) \times x = 1,8x$; - les propriétés : $a + 0 = a$, $0 \times a = a \times 0 = 0$; $1 \times a = a \times 1 = a$; $a + (-b) = a - b$; $a \times (-b) = (-a) \times b = -ab$; $-(-a) = a$, etc	Substituer a par 2 et b par 3 dans l'expression littérale ab et comprendre pourquoi le résultat de la substitution n'est pas 23.	
	Conservation des égalités : Si $a = b$, alors $a + c = b + c$ et $ac = bc$ Règles de simplification : si $a + c = b + c$, alors $a = b$; si $ac = bc$, et si $c \neq 0$, alors $a = b$.	Démontrer les règles de conservation des égalités par soustraction par un même nombre, et par division par un même nombre non nul à partir des règles similaires pour l'addition et la multiplication, à savoir : Si $a = b$, alors $a - c = b - c$ et, pour $c \neq 0$ $\frac{a}{c} = \frac{b}{c}$.	

	Annulation d'un produit : $ab = 0$ si et seulement si $a = 0$ ou $b = 0$.	Utiliser l'implication « Si $ab = 0$, alors $a = 0$ ou $b = 0$ » sous la forme « Si $ab = 0$ et $b \neq 0$, alors $a = 0$ ».	
	Distributivité simple : $k(a + b) = ka + kb$ Double distributivité : $(a + b)(c + d) = ac + ad + bc + bd$.	Utiliser la distributivité simple dans les deux sens : - la transformation d'une somme en un produit (factorisation), notamment la réduction de sommes du type $ax + bx$; - la transformation d'un produit en somme (développement) ; Utiliser la distributivité simple de la multiplication par rapport à l'addition pour démontrer : - la distributivité simple de la multiplication par rapport à la soustraction ; - la distributivité double. Substituer à k, a, b, c et d d'autres valeurs littérales : par exemple, développer des expressions du type $(3x + 4y)(2x - y)$.	Visualiser la distributivité simple par des aires de rectangles :  Visualiser la double distributivité par des aires de rectangles : 
	Calculs littéraux sur les fractions, les puissances et les racines carrées.	Se reporter à l'UA « Nombres et calculs ».	

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.

L'usage de lettres pour représenter des nombres, ainsi que les règles du calcul algébrique ont déjà été étudiés au cycle *Fondamental*, mais il est extrêmement important de réactiver les savoirs et les savoir-faire algébriques tout au long du cycle secondaire, dans le cadre d'une progression réfléchie.

En effet, le passage du domaine des nombres à celui des lettres présente une difficulté de nature conceptuelle, d'autant que le statut des lettres varie selon leur utilisation en algèbre : ce sont parfois des variables (pour énoncer ou démontrer une propriété valable pour toute une catégorie de nombres), parfois des inconnues (dans les équations), parfois des paramètres (également dans les équations).

La compréhension de ces notions et l'acquisition d'automatismes permettant de les manipuler correctement et efficacement nécessite du temps, et surtout une pratique régulière. Seul le calcul littéral permet d'énoncer et de démontrer les propriétés générales des nombres.

La présentation des contenus de cette UA doit donc être articulée à celle des savoirs et savoir-faire de l'UA « Nombres et calcul », où les notions relevant du calcul littéral sont clairement explicitées.

La mémorisation des « règles » du calcul algébrique suppose plusieurs conditions :

- d'être limitée à la connaissance d'un petit nombre de règles de base dont les autres se déduisent ;
- que le plus grand nombre de ces règles de base soient démontrées (par exemple celles du calcul fractionnaire) ou visualisées (par exemple celles de la distributivité), afin de ne pas apparaître comme des formules magiques imposées par l'enseignant ;
- que la pratique du calcul algébrique ne soit pas limitée à la durée de la présentation de cette UA, mais fasse l'objet de séances courtes, fréquentes et régulières, organisées tout au long de l'année en suivant une progression didactique appropriée.

La suppression du signe $\times$ dans un produit nécessite de la vigilance : pour certains élèves, l'identification de ab comme un produit s'avère délicate. La présence du signe $\times$ sera alors maintenue aussi longtemps que nécessaire, sa suppression en vue de réduire l'écriture ne devant pas être une source de blocage.

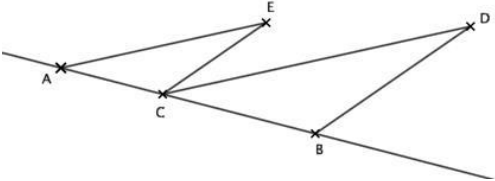
BLOC 2	Identités remarquables		
	$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$ $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$	Appliquer les identités remarquables dans les deux sens (pour développer et pour factoriser des expressions littérales). Appliquer les identités remarquables en substituant aux variables a et b des valeurs numériques ou littérales simples.	Visualiser géométriquement les identités remarquables. Développer des expressions du type $(4x \pm 5)^2$. Factoriser des expressions du type $4x^2 - 25y^2$.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques Le développement des identités remarquables n'est qu'une application de la double distributivité. Mais le passage dans l'autre sens (la factorisation) est plus délicat, car il repose uniquement sur la connaissance des trois identités. La reconnaissance de $a^2 + 2ab$ et de $a^2 - 2ab$ comme les débuts de carrés sera utilisée en S3 pour mettre un trinôme sous forme canonique. Il est donc important que les élèves mémorisent, dès à présent et dans les deux sens, les trois identités remarquables. Ils apprennent aussi à substituer à a et b des valeurs numériques ou littérales, ce qui étend le champ d'utilisation des identités remarquables.		
BLOC 3	Équation du premier degré		
	Pour des valeurs numériques de a et de b, résolution d'une équation du type $ax = b$.	Relier la résolution de l'équation à la recherche du nombre x qui, multiplié par a, donne b et identifier la solution comme le quotient de b par a.	Pour les élèves en difficulté, on pourra commencer par résoudre « l'égalité à trou »

	Résolution de l'équation $ax = b$ à coefficients littéraux en discutant selon la nullité de a .		$a \times \dots = b$ en faisant réapparaître le signe $\times$.
	Pour des valeurs numériques de a et b , résolution d'une équation du type $ax + b = cx + d$.	Utiliser les propriétés de conservation des égalités pour justifier le passage de l'équation $ax + b = cx + d$ à l'équation $(a - b)x = d - c$. Résoudre alors l'équation.	
	Mise en équation d'un problème du premier degré.	Modéliser un problème par une équation du type $ax = b$ ou, plus généralement, $ax + b = cx + d$. Résoudre cette équation et interpréter la solution en fonction du contexte.	Exemples d'exercices nécessitant une mise en équation Trouver deux entiers consécutifs dont la somme vaut 73. Un père a 29 ans et son fils a 5 ans. Quand l'âge du fils sera-t-il égal au quart de l'âge de son père ? Alice et Bertrand disposent chacun d'une calculatrice. Ils affichent un même nombre sur leur calculatrice. Alice multiplie le nombre affiché par 3, puis ajoute 4 au résultat obtenu. Bertrand, lui, multiplie le nombre affiché par 2, puis ajoute 7 au résultat

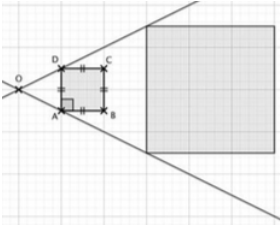
			obtenu. Quand ils ont terminé, ils s’aperçoivent que leurs calculatrices affichent exactement le même résultat. Quel nombre ont-ils affiché au départ ?
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Même si elle figure au programme du cycle fondamental, la notion d’équation demeure délicate et la maitrise de son statut nécessite du temps. La lettre x n’est pas ici une variable, mais une inconnue, de même qu’une équation n’est pas une égalité toujours vraie. Une manière de faciliter la compréhension de cette différence consiste à tester la validité de l’égalité pour différentes valeurs de l’inconnue x.			
UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d’activités
BLOC 1	Généralités sur les fonctions		
	Notion de fonction		
	Image, antécédent ; notations $f ; x \mapsto f(x); y = f(x).$	Identifier image et antécédent(s) à partir d’un tableau de valeurs d’une fonction. Identifier l’image d’un nombre par une fonction donnée par son expression symbolique.	Relier une fonction à un programme de calcul.
	Représentation graphique (ou courbe représentative) d’une fonction.	Lire et interpréter la courbe représentative d’une fonction Identifier des images et des antécédents à partir de la courbe représentative d’une fonction.	Exemple possible : représenter le niveau de la mer à Port-au-Prince en fonction de l’heure de la journée

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les fonctions sont des outils mathématiques permettant de modéliser des phénomènes évolutifs continus. Une fonction peut être donnée par une expression symbolique un tableau de valeurs ou une courbe : courbe de température, courbe de prix, courbe d'assimilation de l'alcool dans le sang, électrocardiogramme (ces exemples permettent de montrer qu'on peut interpréter une évolution uniquement à partir d'une courbe sans connaître explicitement la fonction sous-jacente. La lecture d'une courbe est une compétence de base pour tout futur citoyen.		
BLOC 2	Fonctions linéaires et fonctions affines		
	Fonction linéaire. Lien entre situation de proportionnalité et fonction linéaire. Représentation d'une fonction linéaire par une droite passant par l'origine. En particulier, lien entre la pente (ou coefficient directeur) de la droite et le coefficient de proportionnalité.	Déterminer l'expression algébrique d'une fonction linéaire à partir de la donnée d'un nombre non nul et de son image. Modéliser une situation de proportionnalité par une fonction linéaire. Utiliser cette fonction pour calculer des valeurs non fournies. Tracer la courbe représentative d'une fonction linéaire donnée par son expression algébrique. Lire sur la représentation graphique d'une fonction linéaire le coefficient de proportionnalité qui lui correspond. Trouver l'expression algébrique d'une	Transformer une augmentation de 5% (à titre d'exemple) en la multiplication par 1,05 et faire la correspondance avec la fonction $x \mapsto f(x) = 1,05x.$ Transformation similaire pour une diminution.

		fonction linéaire à partir de sa courbe représentative.	
	Fonction affine. Coefficient directeur et ordonnée à l'origine. Lien entre droite et fonction affine.	Tracer la courbe représentative d'une fonction affine donnée par son expression symbolique. Déterminer l'expression symbolique d'une fonction affine à partir de la donnée de deux nombres et de leurs images, ou du coefficient directeur et d'un nombre et de son image.	Caractériser les fonctions affines par la proportionnalité entre l'accroissement de y et l'accroissement de x . Modéliser des situations concrètes par des fonctions affines. Étudier des exemples de fonctions affines par morceaux. Fournir aux élèves plusieurs courbes et plusieurs expressions symboliques de fonctions (affines ou non) et leur demander d'associer l'expression symbolique à la courbe qui la représente.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il est important que les élèves comprennent qu'une fonction linéaire est une fonction affine particulière. Le professeur met en garde les élèves sur le fait que la courbe représentative d'une fonction affine est une droite, ce qui ne correspond pas à l'usage courant du mot « courbe ».			
UA Géométrie			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser des configurations géométriques planes		
	Consolidation de la caractérisation des quadrilatères par les longueurs, les	Résoudre des problèmes mettant en jeu des triangles et des quadrilatères.	

	angles et les diagonales.		
	Les trois cas d'égalité des triangles. Triangles homothétiques. Triangles semblables définis par la proportionnalité des longueurs de leurs côtés Caractérisation de la similitude de triangles par l'égalité de leurs angles.	Démontrer que deux triangles sont égaux, homothétiques ou semblables.	Utiliser la caractérisation des triangles semblables pour résoudre des problèmes du type de celui-ci : Sur la figure ci-dessous : - le point C appartient au segment [AB] ; AC = 3 ; AB = 7,5 ; BD = 5,4 et CD = 9 ; - les droites (AE) et (CD) sont parallèles ; - les droites (CE) et (BD) sont parallèles.  Démontrer que les angles : $\widehat{BCD}$ et $\widehat{CAE}$ ont la même mesure. Démontrer que les triangles ACE et CBD sont semblables. En déduire les longueurs des côtés du

			triangle ACE .
	Théorème de Thalès et sa réciproque (configuration des triangles emboîtés et configuration du papillon).	Résoudre des problèmes mettant en jeu le théorème de Thalès.	Utiliser les configurations de Thalès et de Pythagore pour mettre en place des raisonnements, par exemple :
	Théorème de Pythagore et sa réciproque.	Résoudre des problèmes mettant en jeu le théorème de Pythagore.	- utiliser le théorème de Thalès pour calculer des longueurs ; - utiliser la réciproque du théorème de Thalès pour démontrer que deux droites sont parallèles ; - utiliser la contraposée du théorème de Thalès pour démontrer que deux droites ne sont pas parallèles ; - utiliser le théorème de Pythagore pour calculer des longueurs dans un triangle rectangle ; - utiliser la réciproque du théorème de Pythagore pour démontrer que deux segments sont perpendiculaires ; - utiliser la contraposée du théorème de Pythagore pour démontrer que deux segments ne sont pas perpendiculaires.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont sensibilisés au fait que deux triangles semblables ont la même forme, mais pas nécessairement la même taille ni la même orientation. Ils se déduisent l'un de l'autre par un agrandissement ou une réduction. Sur les figures et les configurations déjà connues des élèves, l'objectif est double : - mettre l'accent sur les raisonnements et les démonstrations ; - utiliser les théorèmes au programme pour résoudre des problèmes.			

BLOC 2	Comprendre et utiliser des transformations géométriques du plan		
	Définition et propriétés des transformations (isométries) suivantes : - symétries axiales et centrales ; - rotations ; - translations ; ainsi que des homothéties de rapport positif.	Réaliser à la main, à l'aide d'un logiciel de géométrie ou d'une application de programmation par blocs des frises, des rosaces et des pavages du plan.	
	Effet d'une isométrie (symétrie centrale ou axiale, rotation, translation et leurs composées) et d'un agrandissement ou d'une réduction sur les longueurs, les angles, les aires.		Utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour réaliser la figure ci-dessous, sachant que le grand quadrilatère se déduit du quadrilatère ABCD dans l'homothétie de rapport 3 :  Donner la nature du grand quadrilatère ainsi que les longueurs de ses côtés et son aire. L'enseignant pourra attirer l'attention des élèves sur une différence entre les

			déplacements (c'est-à-dire les rotations, translations symétries centrales et leurs composés) et les symétries axiales : une figure qui se déduit d'une autre par un déplacement est superposable à la première, alors que ça n'est pas en général le cas pour une symétrie axiale.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est de revoir les transformations géométriques du plan déjà étudiées au cycle fondamental. Il importe que les élèves connaissent leur définition ponctuelle, ainsi que leurs effets (conservation ou non) sur les grandeurs géométriques. L'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique (par exemple le logiciel GeoGebra, libre et gratuit) complète les constructions à la main : il permet en effet de faire bouger des points pour identifier des invariants et de tester des conjectures. Sa prise en main est très aisée.		
BLOC 3	Se repérer dans le plan, dans l'espace, sur une sphère		
	Coordonnées cartésiennes du plan : abscisse et ordonnée.	Se repérer : - sur une droite graduée ; - dans le plan muni d'un repère orthogonal.	Positionner un point dans le plan muni d'un repère cartésien. Lire les coordonnées d'un point du plan muni d'un repère cartésien.
	Coordonnées cartésiennes de l'espace : abscisse, ordonnée, altitude.	Se repérer dans l'espace muni d'un repère orthogonal ou dans un parallélépipède rectangle.	Positionner un point de l'espace muni d'un repère cartésien. Lire les coordonnées d'un point de

			l'espace muni d'un repère cartésien.
	Coordonnées géographiques sur une sphère : latitude et longitude	Se repérer sur une sphère.	Positionner un point sur la sphère terrestre à partir de sa latitude et sa longitude. Lire les coordonnées géographiques d'un point de la sphère terrestre.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves ont étudié les systèmes de coordonnées du plan au cycle fondamental, et ont manipulé les coordonnées sur la sphère. Les revoir ici est néanmoins utile, mais l'accent doit être mis sur l'introduction des coordonnées cartésiennes dans l'espace. Les connaissances et les savoir-faire de ce bloc sont utiles non seulement en mathématiques, mais dans de nombreux autres domaines, en particulier la physique, la chimie, les sciences de la vie et de la Terre, la géographie, l'économie, sans oublier la vie quotidienne.			
UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser le formalisme de base des probabilités sur un ensemble fini		
	Expérience aléatoire à une seule épreuve Éléments de base du langage des probabilités : expérience aléatoire, univers (noté Ω), issue, évènement, évènement certain, évènement	Identifier l'univers correspondant à une expérience aléatoire. Identifier les issues constitutives d'un évènement. Faire le lien entre le langage des ensembles et celui des probabilités.	Les élèves seront amenés à traiter des situations familières dont les résultats dépendent du hasard et à positionner sur une échelle de probabilité (entre 0 et 1) des événements très probables, moyennement probables, peu probables, impossible.

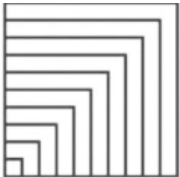
	impossible, évènement élémentaire. Évènement contraire d'un évènement A ; notation $\bar{A}$. Intersection et réunion de deux évènements Évènements incompatibles.	Correspondances entre : - univers et ensemble ; - élément et issue ; - évènement et sous-ensemble, en particulier évènement impossible et ensemble vide ; - connecteur « ou » entre deux évènements et réunion de sous-ensembles ; - connecteur « et » entre deux évènements et intersection de sous-ensembles. Identifier le contraire d'un évènement.	
	Définition d'une probabilité comme l'association, à tout évènement A, d'un nombre $P(A)$ vérifiant les 3 axiomes (dits axiomes de Kolmogorov) : • $0 \leq P(A) \leq 1$ • $P(\Omega) = 1$ • si $A \cap B = \emptyset, P(A \cup B) = P(A) + P(B)$ Probabilité de la réunion de deux évènements quelconques : $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ La probabilité d'un évènement est la somme des probabilités des issues qui le constituent.	Calculer, dans des situations simples : - la probabilité d'un évènement à partir de celle de son évènement contraire ; - la probabilité de la réunion ou de l'intersection de deux évènements.	L'enseignant pourra faire démontrer aux élèves, à partir des axiomes de Kolmogorov que : $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. 1° L'enseignant introduira le langage des probabilités de manière progressive, en commençant par définir, sur des exemples, ce qu'est une <i>expérience aléatoire</i>, puis une <i>issue</i> (tirer 6 aux dés, pile à pile-ou-face, etc.), puis <i>l'univers</i> (comme ensemble de toutes les issues possibles), puis un <i>événement</i> correspondant à une ou plusieurs issues (tirer un nombre pair, ou un nombre supérieur à 5 aux dés, etc.). 2° Le dictionnaire entre langage des probabilités et langage ensembliste ne va pas de soi pour les élèves. Il faut y passer du temps, sur la base d'exemples. Ainsi l'incompatibilité de deux événements « les deux événements ne peuvent pas se produire en même temps » se traduit par « l'intersection est vide ». 3° L'enseignant prendra appui sur le fait que la probabilité d'un événement est la somme des probabilités des issues qui le constituent.		
BLOC 2	Reconnaître et traiter une situation d'équiprobabilité		
	Modèle de l'équiprobabilité. Égalité $P(A) = \frac{\text{nombre de cas favorables}}{\text{nombre de cas possibles}}.$	Calculer des probabilités dans des situations simples relevant de l'équiprobabilité sur un univers fini. Exprimer les probabilités sous différentes formes (fractionnaire, décimale, pourcentage).	Jeu de pile ou face (pièce non-truquée). Lancer d'un ou de deux dés. Tirage avec ou sans remise dans une urne. Roue d'une loterie à plusieurs secteurs. Jeux de cartes.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il importe que l'enseignant indique qu'il y existe aussi des situations de non-équiprobabilité (par exemple, si on tire une boule dans une urne où il y a deux fois plus de boules rouges que de boules blanches, ou si on lance un dé est pipé).		

UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Série statistique associée à un caractère discret		
	Tableau d'effectifs.	Lire et produire un tableau d'effectifs à une seule entrée correspondant à un caractère discret.	L'enseignant proposera des données brutes que les élèves devront consigner dans des tableaux d'effectifs et de fréquences.
	Tableau de fréquences	Lire et produire un tableau de fréquences à une seule entrée.	Il pourra être demandé aux élèves de compléter un effectif manquant à partir de l'effectif total, ou de compléter une fréquence manquante.
		Calculer et interpréter des effectifs et des fréquences cumulées.	Les fréquences seront exprimées sous forme de nombres décimaux ou de pourcentages.
	Série statistique associée à un caractère continu		
	Classes de données. Tableau d'effectifs correspondant à des données réparties en classes. Tableau de fréquences.	Lire et produire un tableau d'effectifs correspondant à des données réparties en classes. Lire et produire un tableau de fréquences à une seule entrée.	On se limite à des classes de même amplitude.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.			
Il est possible de regrouper par classes des données discrètes.			

BLOC 2	Lire et produire des représentations graphiques de données		
	Diagrammes en bâton Histogrammes Diagrammes circulaires et demi-circulaires	pour produire un histogramme.	Les élèves seront amenés à lire et à produire des représentations de données, mais aussi à choisir, parmi plusieurs représentations, celle qui est la mieux adaptée pour rendre compte des spécificités des données.
BLOC 3	Calculer et interpréter des indicateurs d'une série statistique discrète		
	Indicateurs de position : moyenne, médiane. Premiers indicateurs de dispersion : étendue, quartiles, intervalle interquartile.	À partir d'un tableau de données les élèves calculent la moyenne de deux manières suivantes - quotient de la somme des valeurs par l'effectif total ; - moyenne des valeurs pondérées par leurs effectifs. Ils savent déterminer une valeur médiane.	Pour de petits effectifs, les élèves devront savoir calculer une moyenne à la main, par la procédure de leur choix. Pour des effectifs plus grands, ils utiliseront une calculatrice ou un tableur. Les élèves seront amenés à interpréter des indicateurs statistiques, notamment les premier et troisième quartiles et l'intervalle interquartile. Sur des exemples bien choisis, l'enseignant sensibilisera les élèves à bien différencier moyenne et médiane.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'attention des élèves est attirée sur le fait qu'on parle d' une valeur médiane, car il peut y avoir plusieurs choix possibles de valeur médiane. Le même problème se pose pour les quartiles.		

UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Notions d'algorithme et de programme		
	Algorithme, instructions d'un algorithme.	Réaliser des activités d'algorithmique débranchée. Écrire un algorithme dans le langage naturel.	Analyser des algorithmes issus de la vie quotidienne : - recette de cuisine ; - instructions de déplacement d'un robot ; Analyser des algorithmes mathématiques : - algorithme de l'addition de deux entiers naturels à trois chiffres ; - algorithmes donnant la liste des diviseurs d'un nombre entier ; - algorithme de la division euclidienne par soustractions successives. Écrire dans le langage naturel un algorithme permettant d'effectuer un déplacement ou un calcul.
	Programme.		Exécuter différents programmes déjà écrits en Scratch :
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Un algorithme est défini comme une méthode permettant de résoudre un problème de manière systématique en un nombre fini et ordonné d'étapes. Un programme est le résultat du codage d'un algorithme dans un langage compréhensible par une machine.		

BLOC 2	Utiliser une application de programmation par blocs (Scratch) pour découvrir les premières notions d'informatique		
	Boucles. Tests.	Mettre en ordre et compléter des blocs pour construire un programme simple sur une application de programmation par blocs. Écrire un script de déplacement ou de construction géométrique utilisant des instructions conditionnelles (tests) et des boucles bornées. Simuler une expérience aléatoire.	Identifier, parmi plusieurs programmes fournis, celui qui permet d'obtenir une figure donnée. En utilisant une instruction de déplacement et une boucle bornée, écrire un programme qui permet de dessiner un triangle équilatéral, un carré, un rectangle. Écrire un programme qui permet d'obtenir une figure plus complexe, par exemple :  Écrire un programme qui permet de dessiner une frise géométrique. Écrire un programme qui renvoie 100 nombres aléatoires égaux à 0 ou à 1, et qui compte le nombre de 1 obtenus.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Scratch est l'outil idéal pour initier les jeunes enfants à la programmation et au code informatique. Publié sous licence Open Source, c'est un logiciel entièrement gratuit qui ne comporte aucune publicité. Il a été développé pour permettre aux enfants (dès l'âge de sept ou huit ans) d'appréhender de manière intuitive et ludique les techniques nécessaires à la			

	programmation, sans avoir à écrire eux-mêmes le code informatique. Le logiciel propose en effet une série de blocs d'instructions déjà écrits relatifs à des actions de natures variées effectuées par un ou plusieurs personnages appelés « lutins ». L'utilisateur doit choisir, déplacer et ordonner ceux qui correspondent à la suite d'actions qu'il souhaite faire effectuer aux lutins. Il peut ensuite exécuter le programme assemblé et observer ses effets. L'interface visuelle du logiciel est très ludique et sa prise en main est très intuitive. Scratch permet de développer l'esprit créatif des jeunes à travers la réalisation de projets variés, notamment des jeux.		
UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent toutes les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui lui serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, fonctions, nombres et calculs, calcul algébrique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de S1.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Utiliser une lettre pour énoncer ou démontrer une propriété générale		
	Rôle de la lettre pour énoncer une propriété générale.	Utiliser une lettre pour écrire une propriété mathématique. Passer du langage naturel au langage mathématique et vice versa Démontrer une propriété mathématique énoncée avec une ou plusieurs lettres.	Traduire en langage mathématique que la somme de trois entiers consécutifs est toujours un multiple de 3. Démontrer que deux fractions $\frac{a}{b}$ et $\frac{a'}{b'}$ sont égales si et seulement si $a \times b' = a' \times b$. Démontrer que $\frac{a}{b} + \frac{c}{b} = \frac{a+c}{b}$, pour

			toutes fractions $\frac{a}{b}$ et $\frac{c}{b}$ de même dénominateur. Démontrer que $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{a \times c}{b \times d}$ pour toutes fractions $\frac{a}{b}$ et $\frac{c}{d}$
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves n'utilisent pas les notations des quantificateurs existentiel et universel, mais énoncent et écrivent en langage naturel « pour tout ... » et « il existe... ».		
BLOC 2	Comprendre et mobiliser des raisonnements mathématiques		
	Raisonnement déductif.	Comprendre l'articulation entre les différentes étapes d'un raisonnement déductif. Dans le cadre de la résolution de problèmes, mobiliser des raisonnements et les rédiger sous la forme de démonstrations.	Avant de produire eux-mêmes des démonstrations complètes, les élèves sont amenés à : - mettre dans l'ordre différentes étapes d'un raisonnement ; - compléter une démonstration partiellement rédigée.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont entraînés à reconnaître des analogies et des particularités entre un problème à résoudre et une situation déjà connue. En géométrie, les élèves doivent comprendre que, si l'observation d'une figure est un support au raisonnement, elle ne peut en aucune manière s'y substituer. Dans une démarche inductive, à la suite d'essais sur des cas particuliers, les élèves sont amenés à émettre des conjectures qu'ils devront ensuite prouver à l'aide d'une démonstration ou infirmer en produisant un contre-exemple.		

Année 2

UA Nombres et calculs			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Ensembles de nombres		
	Nombres décimaux (positifs ou négatifs) Un nombre x est un nombre décimal s'il existe deux entiers relatifs a et n tels que $x = \frac{a}{10^n}$ Nombres rationnels Un nombre x est un nombre rationnel s'il existe un entier relatif a et un entier naturel b tels que $x = \frac{a}{b}$. Existence de nombres irrationnels : par exemple $\sqrt{2}$ et π. Nombres réels ; représentation par la droite graduée. Inclusions $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{D} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R}$. Encadrement d'un nombre réel à 10^{-n} près par deux nombres décimaux. Développement décimal illimité d'un nombre réel.	Pour un nombre décimal, passer de l'écriture à virgule à l'écriture fractionnaire et vice-versa. Sur des exemples, observer que le développement décimal d'un nombre rationnel non décimal est illimité et périodique à partir d'un certain nombre de décimales. Donner une valeur approchée (par excès ou par défaut), ou un encadrement, à 10^{-n} près, d'un nombre réel. Positionner un nombre réel sur une droite graduée, de manière exacte ou approchée.	Présenter la découverte de l'existence grandeurs « incommensurables » (grandeurs dont le rapport est irrationnel) par les Pythagoriciens. Démontrer que $\frac{1}{3}$ n'est pas un nombre décimal. Démontrer que $\sqrt{2}$ est irrationnel.

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Aucune présentation rigoureuse d'un développement décimal illimité ne peut être faite à ce niveau, car elle suppose la connaissance des séries. Les élèves peuvent observer la périodicité du développement décimal d'un nombre rationnel en effectuant la division du numérateur par le dénominateur. Ils doivent par ailleurs savoir que les résultats décimaux fournis par une calculatrice sont en général tronqués. Aucune définition des nombres réels ne peut être donnée à ce niveau. Les élèves connaissent les nombres rationnels et savent qu'il existe des nombres qui n'en sont pas. La droite graduée est une représentation géométrique de l'ensemble des nombres réels. Il importe que les élèves sachent y positionner des nombres, de manière exacte ou approchée. La compréhension du sens des nombres repose sur cette représentation et sur la maîtrise d'automatismes de calcul qui ne peuvent s'acquérir que par une pratique régulière et fréquente. Les professeurs sont encouragés à organiser, au début de chaque cours, des activités de calcul sur un créneau court (5 à 10 minutes) mettant en jeu des nombres entiers positifs ou négatifs, des nombres décimaux positifs ou négatifs, des fractions, des puissances, des racines carrées.		
BLOC 2	Inégalités, intervalles, valeur absolue Ordre dans $\mathbb{R}$ Symboles d'inégalités : $>$, $\geq$, $<$, $\leq$. Compatibilité avec les opérations : pour tout nombre réel c, $a > b$ si et seulement si $a + c > b + c$; si $a > b$ et $c > 0$, alors $ac > bc$;	Interpréter l'ordre de manière géométrique et numérique : $a > b$ si et seulement si a est à droite de b sur l'axe orienté $a > b$ si et seulement si $a - b > 0$ Relier la position de ac par rapport à bc à la règle des signes.	Manipuler des inégalités.

si $a > b$ et $c < 0$, alors $ac < bc$		
Intervalles bornés, ouverts, fermés, semi-ouverts. Notations $+\infty, -\infty$. Intervalles non bornés.	Représenter des intervalles sur une droite graduée. Interpréter l'appartenance d'un réel à un intervalle par une ou deux inégalités.	Étudier l'intersection et la réunion de deux intervalles.
Valeur absolue. Définition ; notation a. Interprétation en termes de distance à 0. Égalité $a = \sqrt{a^2}$. Distance entre deux nombres définie par la valeur absolue de leur différence. Pour tout nombre réel a et tout nombre réel positif r, représentation de l'intervalle $[a - r; a + r]$ sur la droite graduée et caractérisation de l'appartenance de x à cet intervalle par l'inégalité $x - a \leq r$ ou la double inégalité $-r \leq x - a \leq r$.	Pour un nombre positif a donné, résoudre l'équation $x = a$ et les inéquations $x \leq a$ et $x \geq a$. Représenter les solutions sur une droite graduée. Démontrer l'inégalité triangulaire en discutant selon que a et b sont ou non de même signe et en s'appuyant sur une représentation des nombres a, b et $a + b$ sur la droite graduée. Démontrer que $a + b = a + b$ si et seulement si $a = 0$ ou $b = 0$.	Démontrer que l'inégalité $a - b \leq a - b$ n'est pas toujours vraie. Déterminer les valeurs de a et b pour lesquelles elle l'est. Démontrer la double inégalité $a - b \leq a - b \leq a + b$ à partir de l'inégalité triangulaire dans laquelle on remplace a et b par des valeurs adéquates.

	Inégalité triangulaire $ a + b \leq a + b $.		
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La valeur absolue est une notion délicate, qu'il convient de présenter sous différents angles : sa valeur selon le signe du nombre a , son interprétation géométrique en tant que de a distance à 0, sa caractérisation comme $\sqrt{a^2}$. Certaines égalités ou inégalités comportant des valeurs absolues peuvent être démontrées par disjonction de cas selon le signe, ou par élévation au carré.			
BLOC 3	Racine n -ième		
	Racine n -ième d'un nombre réel a positif définie comme l'unique nombre positif dont la puissance n -ième est a . Notation $a^{1/n}$. Extension des propriétés vues pour la racine carrée.	Si t désigne le taux moyen d'évolution, sur n périodes, correspondant au taux global d'évolution T , démontrer la formule $(1 + t)^n = 1 + T$ et l'utiliser sur des exemples concrets.	Calculer le taux d'évolution mensuel qui équivaut à un taux annuel de 12 %. Une publicité d'un organisme bancaire annonce : « Pour le placement d'un capital de 1000\$, la banque accorde, sur les deux premiers mois, un taux mensuel correspondant à un taux annuel de 12 %, puis, sur les dix derniers mois un taux mensuel correspondant au taux annuel de 3 % ». Déterminer, sous ces conditions, le taux d'évolution du capital sur un an.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour tout nombre réel positif a , on admet l'existence et l'unicité d'un nombre positif dont la puissance n -ième est égale à a .		

UA Calcul algébrique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Expressions littérales		
	Aucun savoir nouveau par rapport à ce qui a été étudié en S1.	Développer, factoriser, réduire des expressions littérales à une ou plusieurs variables.	Développer $(a + b + c)^2$. Factoriser $3ax - 2bx + 5x$. Factoriser $6ax - 9ay - 15a$. Développer et réduire les expressions $1 - [(3x + 2)(x - 1)]$. $(ax + by)^2 - (ay + bx)^2 - (a^2 - b^2)(x^2 - y^2)$.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Dans les expressions littérales, on pourra complexifier progressivement la nature des coefficients numériques : d'abord des entiers positifs et négatifs, puis des décimaux non entiers, puis des fractions, et enfin des racines carrées		
BLOC 2	Équations se ramenant à des équations du premier degré		
	Équations produits	Pour des valeurs numériques des paramètres a, b, c, d , résoudre une équation du type $(ax + b)(cx + d) = 0$ en utilisant la caractérisation de la nullité d'un produit.	
	Équations quotients	Pour des valeurs numériques des paramètres a, b, c, d, k , résoudre une équation du type $\frac{ax + b}{cx + d} = k.$	

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il importe que les élèves comprennent les méthodes de résolution, qui devront toujours être justifiées. Dans le cadre d'une progression didactique, on commence par résoudre des équations dont les coefficients ont des valeurs numériques simples (des entiers positifs ou négatifs). Des exercices techniques plus complexes (coefficients décimaux, fractionnaires, ou sous forme de radicaux) ne seront proposés qu'aux élèves les plus avancés et se destinant à la série SMP, les difficultés techniques ne devant pas être une source de blocage pour les autres élèves.			
BLOC 3	Inégalités		
	Règle des signes		
	Rappels sur les symboles $>, <, \geq, \leq$.	Ordre entre nombres réels. Comparer deux nombres en étudiant le signe de leur différence.	Comparer deux nombres strictement positifs en étudiant la position de leur quotient par rapport à 1. Visualiser sur la droite graduée l'ordre entre deux nombres.
	Compatibilité des inégalités avec l'addition : Pour tout $c, a > b$ si et seulement si $a + c > b + c$ Propriétés similaires pour les inégalités $<, \leq, \geq$.	Retenir qu'on ne change pas une inégalité en ajoutant un même nombre à chacun de ses membres.	
	Compatibilité des inégalités avec la multiplication : Si $a > b$ et $c > 0$, alors $ac > bc$;	Démontrer qu'on ne change pas une inégalité en multipliant chacun de ses membres par un même nombre strictement positif. Démontrer qu'on change le sens	Faire le lien avec les homothéties de rapports positifs ou négatifs.

	Si $a > b$ et $c > 0$, alors $ac < bc$	d'une inégalité en multipliant chacun de ses membres par un même nombre strictement négatif.	
	Passage à l'inverse : Un nombre est de même signe que son inverse. Si $0 < a < 1$, alors $\frac{1}{a} > 1$. Si $-1 < a < 0$, alors $\frac{1}{a} < -1$.	Démontrer que si deux nombres a et b sont de même signe, alors ils sont rangés dans l'autre contraire à celui de leurs inverses. Étudier la situation où les deux nombres sont de signes contraires.	Lire les inégalités sur la courbe représentative de la fonction inverse.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La visualisation sur la droite graduée et le lien entre une inégalité et un signe sont deux approches permettant la compréhension des règles de compatibilité. Les élèves ont, depuis le cycle fondamental, l'habitude de manipuler des inégalités entre nombres, mais la difficulté provient ici de l'utilisation de lettres. L'accent est mis sur le fait que a ne représente pas toujours un nombre positif, et surtout que $-a$ ne représente pas toujours un nombre négatif.		
	Inéquations		
BLOC 4	Pour des valeurs numériques des paramètres a et b , résolution d'une inéquation du type $ax > b$.	Représenter les solutions en terme d'inégalité et d'appartenance à un intervalle.	
	Résolution littérale en discutant selon le signe de a .	Justifier la résolution par la compatibilité des inégalités avec la multiplication par un nombre positif.	

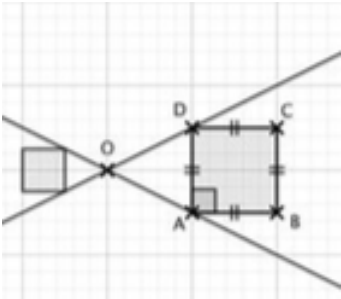
	Pour des valeurs numériques des paramètres a, b, c, d , résolution d'une inéquation du type $ax + b > cx + d$.		Proposer aux élèves les plus avancés (et à eux seuls), des inéquations dont la résolution nécessite plusieurs manipulations algébriques. Par exemple : $7 - \frac{x-1}{7} \geq \frac{x+4}{4} - \frac{x-23}{5}$.
	Pour des valeurs numériques des paramètres a, b, c, d , résolution d'inéquations du type $(ax + b)(cx + d) > 0$	Dresser un tableau de signes et l'utiliser pour résoudre une inéquation produit.	
	Utilisation d'une inéquation pour modéliser une situation.		Exemples d'exercice possible : Un touriste loue une voiture pour le week-end. Le prix de la location est de 98\$. La consommation moyenne du véhicule loué est de 6,5 litres de carburant pour 100 km parcourus et le prix d'un litre de carburant est de 2\$. Quelle distance maximale pourra-t-il parcourir pendant le week-end avec un budget de 150\$?
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il importe d'insister sur le fait que, contrairement à l'équation $ax = b$, la résolution de l'inéquation $ax > b$ dépend du signe de a .		
BLOC 5	Systèmes de deux équations linéaires à deux inconnues		
	Résolution d'un système 2×2 à coefficients numériques par la	Interpréter chaque ligne du système comme l'équation d'une droite (en	Proposer des systèmes avec paramètre et discuter l'existence et l'unicité de la solution

	méthode de substitution. Interprétation géométrique.	lien avec l'UA « Géométrie »). Résoudre un système 2×2 par la méthode de substitution et faire le lien avec l'intersection des deux droites. Lorsqu'elle existe et est unique, interpréter la solution comme couple des coordonnées du point d'intersection des deux droites.	selon les valeurs du paramètre.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Déjà étudiés au cycle fondamental, les systèmes de deux équations à deux inconnues sont ici interprétés en termes géométriques. Le lien entre les aspects numérique et géométrique est l'un des enjeux de la reprise en S2 de cette notion algébrique, à aborder en lien avec les équations de droites étudiées dans l'UA « Géométrie ». Les cas où les deux droites sont confondues ou sont parallèles permettent de comprendre qu'un système peut avoir une infinité de solutions ou aucune.			
UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Un répertoire de fonctions de référence		
	Fonction carré, fonction inverse, fonction racine carrée, fonction cube : définition et courbe représentative.	Résoudre graphiquement et algébriquement des équations et inéquations du type	En utilisant un outil numérique (calculatrice graphique, tableur, logiciel de géométrie dynamique) représenter ces fonctions dans un même repère.

	Parité de la fonction carré. Imparité des fonctions inverse et cube.	$f(x) = k; f(x) \leq k; f(x) \geq k;$ $f(x) < k, f(x) > k$, etc. pour l'une des fonctions de référence et interpréter les solutions.	
	Positions relatives des courbes représentatives	Étudier les positions relatives des courbes représentatives des fonctions : $x \mapsto x, x \mapsto x^2, x \mapsto x^3, x \mapsto \sqrt{x}$	On commence en comparant, sans calculatrice (ou avec si nécessaire) les valeurs de ces quatre fonctions pour $x = 10, 100, 1000$, puis $x = \frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \frac{1}{1000}$.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La notion de fonction est encore relativement nouvelle pour les élèves. Sa maîtrise suppose un travail régulier, combinant usage de formules, de tableaux de valeurs, d'égalités et d'inégalités, de lecture des courbes représentatives.		
BLOC 2	Représentations algébriques et graphiques d'autres fonctions		
	Équation $y = f(x)$ de la courbe représentative de la fonction f. Parité, imparité d'une fonction. Interprétation géométrique.	Identifier la courbe d'équation $y = f(x)$ comme l'ensemble des points de coordonnées $(x, f(x))$. Reconnaître si un point de coordonnées (x, y) appartient ou non à la courbe représentative d'une fonction. Résoudre graphiquement une	Dresser un tableau de valeurs d'une fonction donnée par sa courbe représentative ou son expression algébrique Lire et interpréter différents exemples de courbes : - la courbe de croissance d'un enfant, - l'évolution du prix du pétrole,

		équation ou une inéquation du type $f(x) = k, f(x) \leq k, f(x) \geq k,$ $f(x) < k, f(x) > k$ et interpréter les solutions de manière adaptée au contexte	• l'évolution de la population d'Haïti depuis 1950, etc. Si f et g sont deux fonctions, résoudre graphiquement une équation ou une inéquation du type $f(x) = g(x)$; $f(x) < g(x)$. Interpréter les solutions par rapport au contexte.
	Modélisation d'une situation réelle par une fonction.	Compléter un nuage de points par une courbe et l'utiliser pour faire des interpolations ou des extrapolations. À partir d'un tableau de valeurs, déterminer une fonction qui modélise au mieux la situation ; en particulier, selon la rapidité de la croissance des valeurs, choisir entre la fonction racine carrée, une fonction affine, la fonction carré, la fonction cube.	Travailler à partir de données réelles (issues des sciences sociales, sciences physiques, biologie, science de la Terre, etc.)
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves doivent faire le lien entre la résolution graphique d'une inéquation du type $f(x) \geq k$ et son interprétation par rapport au contexte. Exemple : dans le cas concret de la courbe représentant la population d'Haïti, la résolution de l'inéquation $f(x) \geq 10^7$ permet de déterminer l'année à partir de laquelle la population de Haïti a dépassé 10 millions.		
BLOC 3	Variation d'une fonction : approche par les inégalités		
	Sens de variation des fonctions de référence sur un intervalle.	Utiliser des inégalités pour étudier la croissance ou la décroissance d'une des fonctions de référence sur un intervalle.	

		Interpréter graphiquement le sens de variation des fonctions de référence.	
	Sens de variation d'une fonction ne relevant pas des exemples précédents. Tableau de variation. Maximum, minimum. Parité, imparité d'une fonction.	Relier la représentation graphique d'une fonction et ses variations. À partir de sa représentation graphique, identifier des intervalles sur lesquels une fonction est monotone. À partir de sa représentation graphique, identifier un maximum ou un minimum d'une fonction.	Exemple possible : déterminer un rectangle de périmètre 4cm et d'aire maximale.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Si les élèves peuvent, dans une première phase de sensibilisation, utiliser des expressions familières du type « la fonction monte », ou « la fonction descend », il importe qu'ils apprennent rapidement à utiliser le vocabulaire adéquat sans perdre de vue le caractère concret de leurs observations ; la monotonie d'une fonction doit toujours être exprimée sur un certain intervalle. Ainsi, les fonctions $x \rightarrow x$ et $x \rightarrow x^3$ sont croissantes sur les intervalles $\mathbb{R}, \mathbb{R}^+$ et $\mathbb{R}^-$. La fonction $x \rightarrow x^2$ est croissante sur $\mathbb{R}^+$ et décroissante sur $\mathbb{R}^-$. Les élèves disposeront en S3 de la dérivée qui est l'outil privilégié pour l'étude des variations d'une fonction.			
UA Géométrie			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Maîtriser les vecteurs du plan		
	Vecteur $\overrightarrow{MM'}$ associé à la translation qui transforme le point	Représenter des vecteurs.	

M en le point M'. Direction, sens et norme. Égalité de deux vecteurs. Vecteur nul.	Identifier des vecteurs égaux. Déterminer l'image d'un point par une translation de vecteur donné.	
Somme de deux vecteurs en lien avec l'enchaînement de deux translations. Relation de Chasles. Produit d'un vecteur par un nombre réel.	Construire géométriquement la somme de deux vecteurs.	
Définition vectorielle d'une homothétie (rapport non nul, positif ou négatif).	Déterminer l'image d'un point par une homothétie de rapport donné (positif ou négatif).	Utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour réaliser la figure suivante, sachant que le petit quadrilatère se déduit du quadrilatère ABCD dans l'homothétie de rapport $-0,5$:  Donner la nature du petit quadrilatère ainsi que les mesures de ses côtés et son aire.

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les translations ont été étudiées au cycle fondamental et revues en S1, ce qui a déjà permis une sensibilisation à la notion de vecteur, sans que le terme ait été explicité.		
BLOC 2	Maîtriser les notions de base de la géométrie analytique plane		
	Base orthonormée. Coordonnées d'un vecteur. Exprimer les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{AB}$ en fonction de celles des points A et B. Colinéarité de deux vecteurs.	Représenter un vecteur dont on connaît les coordonnées. Lire les coordonnées d'un vecteur. Calculer la norme d'un vecteur. Calculer la distance entre deux points. Calculer les coordonnées de l'image d'un point par une translation ou par une homothétie.	Utiliser les coordonnées dans une base orthonormée pour : - calculer la somme de deux vecteurs ; - calculer le produit d'un vecteur par un nombre réel ; - établir la colinéarité de deux vecteurs ; - établir l'alignement de trois points.
	Déterminant de deux vecteurs dans une base orthonormée. Critère de colinéarité de deux vecteurs : nullité de leur déterminant.		
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La notion de colinéarité de deux vecteurs, et son interprétation géométrique, sont premières. Parmi les méthodes de calcul pour déterminer si deux vecteurs sont colinéaires, la caractérisation par la nullité de leur déterminant est commode ; elle permet de travailler :		

	- le raisonnement par disjonction de cas ; - la notion de condition nécessaire et suffisante. Les élèves apprennent à utiliser des vecteurs pour résoudre des problèmes de géométrie et à en choisir la représentation la plus adaptée (géométrie ou par les coordonnées).		
BLOC 3	Maîtriser les droites du plan		
	Vecteur directeur d'une droite. Équation d'une droite : équation cartésienne, équation réduite pour une droite non parallèle à l'axe des ordonnées. Pente (ou coefficient directeur) d'une droite non parallèle à l'axe des ordonnées.	Déterminer une équation d'une droite à partir : - d'un point et d'un vecteur directeur ; - de deux points ; - d'un point et de la pente. Pour une droite non parallèle à l'axe des ordonnées, passer de l'équation cartésienne à l'équation réduite et réciproquement. Tracer une droite connaissant son équation cartésienne.	Reconnaître, à partir de leurs équations, si deux droites sont parallèles ou sécantes ; Déterminer le point d'intersection de deux droites sécantes en résolvant un système de deux équations à deux inconnues ; Représenter des parties de plan décrites par des inéquations.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le passage entre équation cartésienne et équation réduite d'une droite est un point important. Les systèmes de deux équations à deux inconnues figurent dans l'UA <i>Calcul algébrique</i>. Leur interprétation géométrique en termes d'intersection de droites est importante.		
BLOC 4	Étendre les notions de trigonométrie dans le triangle rectangle		
	Projeté orthogonal d'un point sur une droite : lien avec le cosinus.	Relation trigonométrique $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$ à partir du théorème de Pythagore	Utiliser le théorème de Pythagore pour démontrer que le projeté orthogonal d'un point M sur une droite D est le point de la

		dans un triangle rectangle dont l'hypoténuse vaut 1.	droite D le plus proche de M .
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. À ce niveau, la trigonométrie se limite au triangle rectangle (angles non orientés compris entre 0 et 90°). L'utilisation du cosinus dans la projection orthogonale est très utile en géométrie vectorielle, avec des applications aux forces en physique. L'étude des fonctions trigonométriques (avec des angles dont la mesure varie dans $\mathbb{R}$) fera l'objet du programme de l'année S3.			
UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser la représentation d'une loi de probabilité par un tableau		
	Distribution de probabilité associée à une expérience aléatoire.	Représenter une distribution de probabilité par un tableau à deux lignes (les différentes issues et leurs probabilités). Calculer des probabilités d'événements en sommant les probabilités de ses issues.	Les élèves sont confrontés à des expériences aléatoires variées (lancer d'un ou de deux dés, tirages de cartes, tirages de boules dans une urne, avec ou sans remise), et amenés à déterminer la distribution de probabilité correspondante.
	Épreuve de Bernoulli : épreuve à deux issues (échec, succès).		

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Par rapport au S1, ce qui est nouveau est l'usage d'un tableau pour représenter une distribution de probabilité, ainsi que l'introduction d'épreuves de Bernoulli. Dans un premier temps, travaille sur de telles épreuves dont le paramètre p a une valeur numérique.		
BLOC 2	Comprendre et utiliser les premières notions relatives aux variables aléatoires		
	Variable aléatoire finie : une variable aléatoire X est une application de l'univers fini Ω dans $\mathbb{R}$. On note $\{X = a\}$ ou $\{X = a\}$ l'événement formé de l'ensemble des issues ω telles que $X(\omega) = a$.	Si X désigne une variable aléatoire finie, interpréter en situation les écritures du type $\{X = a\}, \{X \leq a\}$, etc. Calculer les probabilités correspondantes notées $P(X = a), P(X \leq a)$.	Dans le cadre d'activités expérimentales, les élèves utilisent les fonctions random () et randint () du logiciel Python (bibliothèque random) ou la fonction ALEA () du logiciel Excel pour simuler une variable aléatoire finie.
	Loi de probabilité d'une variable aléatoire sur un univers fini. Espérance d'une variable aléatoire : $E(X) = \sum x_i p(X = x_i)$	Calculer et interpréter l'espérance d'une variable aléatoire finie.	Calculer des espérances de gain ou de perte dans des jeux de hasard.
	Loi de Bernoulli de paramètre p, notée $B(p)$.	Reconnaître une situation aléatoire modélisée par une loi de Bernoulli.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves interprètent l'espérance d'une variable aléatoire finie comme une valeur moyenne.		

UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Séries statistiques		
	Révision des notions étudiées en S1 : - tableaux d'effectifs et de fréquences ; - représentations graphiques (diagramme en bâton, histogramme, diagramme circulaire) ; - moyenne, médiane, étendue.		Dans le cas de variables continues, lorsque cela a du sens, on pourra proposer de répartir les effectifs par classes d'amplitudes différentes.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques Il s'agit de réactiver les notions étudiées en S1, en vue notamment de les traiter à l'aide d'outils numériques.		
BLOC 2	Variance et écart-type d'une série statistique discrète		
	Variance et écart-type d'une série statistique	Calculer la variance et l'écart-type d'une série statistique. Interpréter la variance et l'écart-type comme des indicateurs de dispersion. Comparer la dispersion de deux séries statistiques.	Une série statistique étant donnée sous forme de liste, de tableau, ou par une représentation graphique, les élèves sont amenés à déterminer sa variance et son écart-type. Le travail sera mené en liaison avec les autres disciplines. Ainsi, l'écart-type est présenté comme un nouvel indicateur de dispersion, à relier, sur des exemples, au problème posé par la disparité des mesures d'une grandeur, obtenues lors d'une activité expérimentale, en particulier en physique-chimie ou en

			sciences de la vie et de la Terre.
	Influence des valeurs extrêmes d'une série statistique sur les indicateurs de position et de dispersion	Modifier les valeurs extrêmes d'une série statistique pour observer leur influence sur les différents indicateurs	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Un lien est fait entre les notions statistiques étudiées depuis la classe de S1 et les notions probabilistes analogues : sous-population, fréquence, moyenne, écart type d'une part ; événement, probabilité, espérance, écart type d'autre part.		
BLOC 3	Utiliser un tableur pour traiter des données		
		Créer, modifier une feuille de calcul, insérer une formule dans une feuille de calcul. Utiliser un tableur pour calculer des indicateurs statistiques (moyenne, écart-type) Créer un graphique à partir des données d'une feuille de calcul	L'utilisation d'un tableur ou d'une calculatrice permet de traiter des situations plus riches que celles qui peuvent être traitées à la main.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Ce bloc ne contient aucune notion nouvelle, mais est consacré à l'usage d'un tableur pour représenter les données et effectuer les calculs.		
BLOC 4	Utiliser un script Python pour traiter des données statistiques		
		Pour des données réelles, lire et écrire un script Python renvoyant la moyenne m et l'écart-type s d'une	Les données traitées peuvent être issues : - de mesures expérimentales collectées dans d'autres disciplines ; - d'articles scientifiques, économiques ou

		série et calculant la proportion d'éléments appartenant à l'intervalle $[m - 2s ; m + 2s]$.	sociologiques issus de la presse ou de sites spécialisés.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le calcul de la proportion d'éléments appartenant à l'intervalle $[m - 2s ; m + 2s]$ permet de quantifier la dispersion de la série autour de sa moyenne et de comprendre en quoi l'écart-type est un indicateur de dispersion.			
UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Notion de variable informatique		
	Variable informatique. Affectation d'une variable.	Déterminer l'effet d'une affectation sur le contenu d'une ou de plusieurs variables. Coder en Python l'affectation d'une valeur à une variable.	Travailler sur des affectations du type $X \leftarrow X+1$, verbalisée sous la forme « la variable X reçoit (le contenu de X) plus 1 ». Étudier de l'effet d'une suite d'instructions sur le contenu d'une ou de plusieurs variables. Inversement, écrire une suite d'instructions d'affectation dans le but de modifier le contenu d'une ou de plusieurs variables.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Dans un algorithme, l'affectation d'une variable sera écrite sous la forme-symbole $X \leftarrow a$ et verbalisée sous la forme « La variable X reçoit la valeur a ».		

	Les élèves sont formés à distinguer les symboles Python d'affectation (=) et d'égalité (==). Leur attention est donc attirée sur la différence de signification du signe « = » en mathématiques et dans le langage Python.		
BLOC 2	Comprendre et utiliser les boucles bornées et non bornées		
	La boucle bornée « Pour ».	Écrire en Python une boucle bornée.	Calculer : - la somme des 100 premiers entiers ; - la somme de leurs carrés ou de leurs cubes ; - la somme des 100 premiers entiers pairs ou impairs. Remplir un tableau indiquant les différentes valeurs d'une variable avant et après chaque passage dans une boucle (bornée ou non bornée).
	La boucle non bornée « Tant que ».	Écrire en Python une boucle non bornée.	Écrire des algorithmes et des scripts Python effectuant : - la division euclidienne d'un entier naturel a par un entier naturel b non nul ; - le calcul du PGCD de deux entiers naturels ; - la recherche d'une valeur approchée à € près d'une solution d'une équation simple par la méthode de dichotomie.

BLOC 3	Comprendre et utiliser les tests à un ou plusieurs cas		
	Instruction conditionnelle « Si..., alors »	Écrire en Python une instruction conditionnelle « Si..., alors ».	
	Instruction conditionnelle « Si..., alors..., sinon ».	Écrire en Python une instruction conditionnelle « Si..., alors..., sinon... ».	
			Interpréter un algorithme ou un script Python comportant des affectations et des tests et donner la valeur finale d'une ou de plusieurs variables. Compléter, modifier, corriger, ou écrire des algorithmes et des scripts Python comportant à la fois des variables, des boucles et des tests. Écrire un script Python permettant de calculer les termes de la suite de Syracuse.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. À l'issue de l'étude de ces trois blocs, les élèves disposent des bases leur permettant d'écrire des programmes simples en Python. Ils sont également formés à acquérir de bonnes habitudes, en respectant les trois étapes suivantes, dans l'ordre : - conception del'algorithme ; - écriture du programme ; - vérification, contrôle du programme, notamment en procédant à des tests.		

UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent toutes les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui lui serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, fonctions, nombres et calculs, calcul algébrique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de S2.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser le vocabulaire mathématique de base		
	Notions d'ensemble, d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance, d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire. Symboles mathématiques correspondants : $\in$, $\subset$, $=$, $\cap$, $\cup$, etc. Égalité entre deux ensembles. Diagramme de Venn.	Écrire un ensemble en extension (s'il est fini) ou en compréhension. Démontrer l'égalité de deux ensembles par double inclusion.	Activités mettant en jeu l'ensemble des multiples et l'ensemble des diviseurs d'un nombre entier n donné. Représenter sur un diagramme de Venn l'ensemble des diviseurs communs à deux nombres entiers donnés. Utiliser les notions et les représentations ensemblistes sur des exemples non mathématiques. Par exemple : - Haïti fait partie des Caraïbes. Cela signifie-t-il tout pays appartenant aux Caraïbes est Haïti ? Représenter par des ensembles Haïti et les Caraïbes. - Un poisson vit dans l'eau. Tu vois un animal dans l'eau. Est-ce un poisson ? Représenter par des ensembles les animaux aquatiques et les poissons.
	Notation des ensembles de nombres et des intervalles de $\mathbb{R}$.	Déterminer l'intersection et la réunion de deux intervalles de $\mathbb{R}$.	

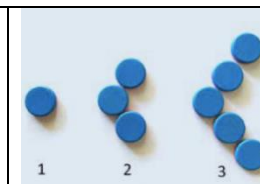
	Produit cartésien de deux ensembles.	Exprimer sous la forme d'un produit cartésien l'univers correspondant à une expérience aléatoire à deux épreuves.	
		Trouver la négation d'une propriété mathématique.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour le complémentaire d'un sous-ensemble A d'un ensemble E, on utilise à la fois la notation des probabilités A^c et la notation $E \setminus A$.		
BLOC 2	Lire et écrire des propositions mathématiques		
	Proposition mathématique. Connecteurs « et » et « ou ». Quantificateur universel (symbole $\forall$) ; quantificateurs existentiels (symboles $\exists$; $\exists!$).	Utiliser des variables pour écrire des propositions mathématiques. Lire et écrire des propositions contenant les connecteurs « et » et « ou » et les relier à l'intersection et à la réunion de sous-ensembles. Lire et écrire des propositions contenant des quantificateurs. Formuler la négation d'une proposition simple comportant un connecteur « et » ou « ou », mais ne comportant pas d'implication ni de quantificateur. Produire un contre-exemple pour montrer qu'une proposition est fausse.	Les notions de logique sont introduites à partir de formulations dans le langage naturel. Pour faire comprendre le sens des quantificateurs, on s'appuie des exemples non-mathématiques. Par exemple : Activité visant à faciliter la compréhension du sens du quantificateur universel : Une réunion de cosmonautes du monde entier a lieu à Paris. Tous les cosmonautes américains portent une chemise rouge. À l'aéroport, on voit quelqu'un qui porte une chemise blanche. Est-ce un cosmonaute américain ? À côté de la personne précédente, on voit

			quelqu'un qui porte une chemise rouge. Est-ce un cosmonaute américain ? Le haut-parleur annonce l'arrivée d'un cosmonaute russe. Porte-t-il une chemise rouge ? Dans le hall, on voit un cosmonaute américain qui porte un manteau. Porte-t-il une chemise rouge ?
	Implication. Équivalence. Symboles d'implication ($\Rightarrow$ – et d'équivalence ($\Leftrightarrow$).	Formuler une implication Formuler la réciproque d'une implication. Formuler la contraposée d'une implication. Faire la différence entre réciproque et contraposée. Formuler une équivalence logique.	Les élèves travaillent ensuite les notions de logique sur des exemples mathématiques comme les théorèmes de Thalès ou de Pythagore, ou les cas d'égalité des triangles. Les élèves sont entraînés à passer du langage naturel à la formalisation mathématique et vice-versa.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les symboles logiques d'implication et d'équivalence ($\Rightarrow$ et $\Leftrightarrow$) sont très utiles pour relier clairement et de manière concise des propositions mathématiques. On ne les utilise jamais entre des phrases rédigées dans le langage naturel. On doit les utiliser uniquement entre des propositions qui ne comportent que des symboles mathématiques. Il en est de même des symboles $\forall$, $\exists$ et $\exists!$ qui ne peuvent être utilisés qu'à l'intérieur de propositions mathématiques.		
BLOC 3	Comprendre, mobiliser et formaliser des raisonnements mathématiques		
	Raisonnement par disjonction de cas	Comprendre l'articulation entre les différentes étapes d'un raisonnement	Utiliser un raisonnement par disjonction de cas pour démontrer que, pour tout entier naturel n , $\frac{n(n+1)}{2}$ est un entier.

			Utiliser un raisonnement par disjonction de cas pour démontrer que la somme de trois entiers consécutifs est toujours un multiple de 3.
	Raisonnement par l'absurde		Utiliser un raisonnement par l'absurde pour démontrer que le nombre $\frac{1}{3}$ n'est pas un nombre décimal. Utiliser un raisonnement par l'absurde pour démontrer que le nombre $\sqrt{2}$ est irrationnel.
		Dans le cadre de la résolution de problèmes, mobiliser ses connaissances et des raisonnements et les rédiger sous la forme de démonstrations.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont entraînés à reconnaître des analogies et des particularités entre un problème à résoudre et une situation déjà connue. En géométrie, les élèves doivent comprendre que, si l'observation d'une figure est un support au raisonnement, elle ne peut en aucune manière s'y substituer. Dans une démarche inductive, à la suite d'essais sur des cas particuliers, les élèves sont amenés à émettre des conjectures qu'ils devront ensuite prouver à l'aide d'une démonstration ou infirmer en produisant un contre-exemple. Avant de produire eux-mêmes des démonstrations complètes, les élèves sont amenés à : - mettre dans l'ordre différentes étapes d'un raisonnement ; - compléter une démonstration partiellement rédigée.			

Année 3 : série « Langues, littérature et arts »

UA Nombres et calculs			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Suites de nombres réels		
	Définition d'une suite comme une application de $\mathbb{N}$ dans $\mathbb{R}$. Notations : $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ ou plus simplement (u_n). Notion d'indice.		
	Différents modes de génération d'une suite : - de manière explicite : $u_n = f(n)$; - par une relation du type $u_{n+1} = f(u_n)$.	Représenter une suite donnée de manière explicite par le nuage de points $(n, f(n))$ à partir de la représentation graphique de la fonction f. Pour un entier n donné, calculer le terme d'indice n d'une suite donnée par une relation explicite ou par une relation de récurrence.	Déterminer une relation explicite ou une relation de récurrence pour une suite de nombres correspondant à un motif géométrique. Exemple : A l'aide de jetons identiques, on construit des motifs évolutifs selon la règle d'évolution décrite ci-dessous.



Donner le nombre de jetons à l'étape n .

Écrire un algorithme permettant de calculer les termes d'une suite définie par son premier terme et une relation de récurrence. Coder cet algorithme en Python.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.

Les suites sont des outils mathématiques permettant de modéliser les phénomènes évolutifs à évolution discrète (contrairement aux fonctions qui modélisent des évolutions continues). La notation (u_n) , qui représente une suite permet de la distinguer de son terme général u_n . La distinction est la même qu'entre une fonction f et sa valeur générique $f(x)$.

En début d'apprentissage, on peut accepter que les élèves parlent de la « suite u_n », mais il importe que la distinction soit très claire pour eux concernant la nature des deux objets (une application d'un côté, un nombre réel de l'autre).

BLOC 2 Suites arithmétiques

Définition, raison.

Calcul du terme général.

Monotonie.

Lien avec les fonctions affines.

Calculer le terme général d'une suite arithmétique en fonction de son premier terme et de sa raison.

Modéliser par une suite arithmétique une suite d'évolutions discrètes à accroissement constant.

Exemple d'exercice possible

Un arbre mesure un mètre lors de sa plantation et sa taille augmente

			chaque année de la même longueur. On sait que la hauteur de l'arbre a doublé en deux ans. On note u_n la taille de l'arbre, en mètres au bout de n années. Exprimer u_n en fonction de n. Au bout de combien d'années la taille de l'arbre dépassera-t-elle 25 mètres ?
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les suites arithmétiques sont des modèles mathématiques permettant d'étudier des évolutions discrètes à accroissement constant. Elles sont à mettre en relation avec les fonctions affines, qui sont des modèles permettant d'étudier des évolutions continues à taux d'accroissement constant.		
BLOC 3	Suites géométriques de raison positive		
	Définition, raison. Calcul du terme général. Monotonie.	Calculer le terme général d'une suite géométrique en fonction de son premier terme et de sa raison. Calculer la valeur acquise par un capital placé à taux fixe (intérêts composés). Représenter graphiquement le nuage de points (n, q^n) en distinguant les cas $0 < q < 1$, $q = 1$ et $q > 1$.	On place un capital de 2 000\$ à intérêts composés au taux mensuel de 0,7 %. Quelle est la valeur acquise par ce capital au bout d'un mois ? Au bout de deux mois ? Au bout de n mois ?

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour une suite géométrique, la comparaison de u_{n+1} et de u_n est plus simple en comparant leur quotient à 1 que leur différence à 0. Les suites géométriques sont des modèles mathématiques permettant d'étudier des évolutions discrètes dont le taux d'évolution $\frac{u_{n+1}-u_n}{u_n}$ est constant. Les suites géométriques (q^n) serviront en S4 à introduire les fonctions exponentielles $x \rightarrow q^x$ dans l'unité d'apprentissage « Fonctions ».		
UA Calcul algébrique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Paraboles d'équation $y = ax^2$		
	Orientation selon le signe de a. Intersection avec l'axe des abscisses. 0 est une racine « double » de l'équation $ax^2 = 0$. L'expression ax^2 s'annule une fois et, en dehors de la racine, elle garde toujours le même signe.	Déduire de la courbe représentative de la fonction « carré » celle de la fonction $x \mapsto ax^2$ (pour des valeurs numériques de a). Observer la différence d'allure des courbes selon les valeurs de « a ».	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le premier objectif est d'élargir la connaissance de la fonction carrée ($x \rightarrow x^2$) étudiée en S2 dans l'UA « Fonctions » aux fonctions $x \rightarrow ax^2$. L'observation de la courbe permet de relier la tangence de l'axe des abscisses à la parabole d'équation $y = ax^2$ avec le fait que 0 est une racine double de l'équation $ax^2 = 0$		

BLOC 2	Pour $ab > 0$, équation $ax^2 = b$; parabole d'équation $y = ax^2 - b$		
	Pour des valeurs numériques de a et de b telles que $ab > 0$: - factorisation de l'expression $ax^2 - b$; - détermination de ses racines, et de son signe. L'expression $ax^2 - b$ s'annule deux fois et change de signe aux racines.	Écrire l'expression $ax^2 - b$ sous la forme $a(x^2 - d^2)$ et la factoriser. Dresser son tableau de signes.	
	Représentation graphique de la fonction $x \rightarrow ax^2 - b$ (pour des valeurs numériques de a et b vérifiant $ab > 0$). Parabole représentative : - orientation selon le signe de a ; - intersection avec l'axe des abscisses ; - sommet de la parabole : position de l'abscisse du sommet par rapport aux racines de l'équation $ax^2 = b$.	Déduire les variations de la fonction $x \rightarrow ax^2 - b$ de celles de la fonction carré (en fonction du signe de a).	Présenter aux élèves plusieurs paraboles et plusieurs trinômes de la forme $ax^2 - b$ (avec $ab > 0$), et leur demander de relier chaque expression algébrique à la parabole correspondante.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est ici de résoudre une équation du type $ax^2 = b$ lorsque $ab > 0$, et de relier ses deux racines aux deux points d'intersection de la parabole avec l'axe des abscisses.		

BLOC 3	Équation $ax^2 + bx = 0$; parabole d'équation $y = ax^2 + bx$.		
	Pour des valeurs numériques de a et de b : - factorisation de l'expression $ax^2 + bx$; - détermination de ses racines et de son signe. L'expression $ax^2 + bx$ s'annule deux fois et change de signe aux racines.		
	Représentation graphique de la fonction $x \rightarrow ax^2 + bx$. Parabole représentative : - orientation selon le signe de a ; - intersection avec l'axe des abscisses ; - sommet de la parabole : position de l'abscisse du sommet par rapport aux racines de l'équation $ax^2 = b$.	Utiliser un tableau de valeurs pour tracer la courbe.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est de factoriser l'expression $ax^2 + bx$ par x et d'observer la similarité de la configuration avec le cas précédent : existence de deux racines de l'équation, en lien avec les deux points d'intersection de la parabole avec l'axe des abscisses.		
BLOC 4	Pour $ab > 0$, équation $ax^2 = b$; parabole d'équation $y = ax^2 - b$		
	L'équation $ax^2 = b$ n'a pas de racine et elle est toujours du signe de a .	Écrire l'expression $ax^2 - b$ sous la forme $a(x^2 + d^2)$ et déterminer son signe.	

	Représentation graphique de la fonction $x \mapsto ax^2 - b$ (pour des valeurs numériques de a et b vérifiant $ab < 0$). Parabole représentative : - orientation selon le signe de a ; - sommet de la parabole.	Interpréter graphiquement le fait que l'équation $ax^2 = b$ n'a pas de racine.	En conclusion de l'étude, on pourra présenter aux élèves plusieurs paraboles et plusieurs trinômes de l'une des formes étudiées et demander aux élèves de les apparier correctement.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La résolution générale de l'équation $ax^2 + bx + c = 0$ avec le discriminant n'est pas au programme. L'objectif est de montrer aux élèves des exemples d'équations ayant 0, 1 ou 2 solutions, de déterminer ces racines par factorisation lorsqu'elles existent et d'interpréter graphiquement les résultats. Dans le cadre de cette UA qui relève de l'algèbre, le sens de variation des fonctions trinômes étudiées n'utilise pas le signe de la dérivée. Dans trois des cas étudiés, les variations se déduisent de celles de la fonction carrée. L'utilisation de la dérivée sera traitée dans l'UA « Fonctions », ce qui permettra de revoir les résultats obtenus ici. Il convient donc, en S3, de traiter l'UA « Calcul algébrique » avant l'UA « Fonctions ».			
UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Sens de variation d'une fonction		
	Fonctions monotones, strictement monotones sur un intervalle.	Visualiser la monotonie d'une fonction sur un intervalle.	Pour une fonction donnée par sa courbe représentative, identifier les intervalles où elle est croissante ou décroissante.

	Taux d'accroissement d'une fonction entre deux valeurs. Interprétation géométrique : pente d'une sécante à la courbe. Lien entre le signe du taux d'accroissement et les variations de la fonction.	Dans le cas de fonctions modélisant des situations concrètes, interpréter un taux d'accroissement : - comme une vitesse moyenne si l'évolution concerne une distance en fonction du temps ; - une pente si l'évolution concerne une hauteur en fonction de la distance horizontale.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour les fonctions modélisant des situations concrètes, on utilisera à la place de la lettre x une lettre faisant référence au nom de la grandeur qu'elle représente. Ainsi, le temps est désigné par la lettre t, la distance par la lettre d, la hauteur par la lettre h, l'intensité électrique par la lettre I, etc. Il est important que les élèves aient une image mentale de la monotonie d'une fonction sur un intervalle.		
BLOC 3	Dérivée d'une fonction		
	Tangente à la courbe représentative de la fonction f au point $A = (a, f(a))$ définie comme position limite des sécantes en ce point.		Utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour observer la position limite des sécantes en un point.
	Le nombre dérivé de f en a est défini comme le coefficient directeur de la tangente en A.	Déterminer graphiquement un nombre dérivé par la pente de la tangente. Construire la tangente en un point à partir du nombre dérivé.	

	Équation de la tangente en A .		
	Fonction dérivée.	Interpréter f' comme une nouvelle fonction.	
	Dérivées des fonctions affines, carré. Opérations sur les fonctions dérivées : dérivées d'une somme, d'un produit.	Utiliser les formules de dérivation pour calculer la dérivée d'un trinôme.	
	Lien entre le sens de variation d'une fonction sur un intervalle et le signe de sa fonction dérivée. Interprétation graphique (signe de la pente des tangentes). Tableau de variations d'une fonction.	Déterminer, sur un intervalle donné, si une fonction est croissante ou décroissante. Étudier le signe de la dérivée d'un trinôme (à coefficients numériques) pour obtenir son sens de variation.	Résoudre des problèmes d'optimisation en déterminant les extremums d'un trinôme sur un intervalle donné.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On n'attend pas des élèves de la série LLA qu'ils acquièrent un savoir-faire élaboré dans le calcul des dérivées. Ce qui est visé, c'est une compréhension du nombre dérivé comme coefficient directeur de la tangente et le lien entre les variations d'une fonction et le signe de sa dérivée.		

UA Géométrie

Le programme de géométrie de la série LLA est très différent de celui des autres séries. L'objectif est de faire découvrir aux élèves différents modes de représentations d'images.

	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser la perspective parallèle		
	Dans l'espace à trois dimensions, projection sur un plan parallèlement à une droite non parallèle à ce plan. Cas particulier où l'une des faces de l'objet de l'espace est parallèle au plan de projection : perspective cavalière. Propriétés conservées par une projection parallèle : alignement, contact, parallélisme, milieux, rapports de longueurs. Propriétés non conservées (sauf pour des objets situés dans un plan parallèle au plan de projection) : longueurs, angles.	Utiliser les propriétés de la projection parallèle pour représenter en perspective cavalière : - un cube ; - un tétraèdre ; - une pyramide à base carrée. Utiliser les propriétés de la projection parallèle pour représenter en perspective cavalière les sections planes d'un cube.	Observer sur un mur l'ombre au soleil du squelette d'un cube pour conjecturer les propriétés d'une projection parallèle. Le mur correspond au plan de la projection et la direction des rayons solaires à celle de la droite de projection. Représenter en perspective parallèle une fenêtre rectangulaire située sur un mur vertical et l'ombre au soleil de cette fenêtre sur un autre mur vertical perpendiculaire au mur de la fenêtre et/ou sur le sol (en fonction de l'obliquité des rayons solaires).
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est d'étudier une manière de représenter dans un plan un objet ayant trois dimensions. On n'aborde ici que la perspective parallèle. La perspective centrale sera étudiée en S4.		

BLOC 2	Acquérir les notions de base sur les images numériques en noir et blanc		
	Pixel. Tableau 2D des valeurs attribuées aux pixels d'une image. Codage de ces valeurs en suites de 0 et de 1 (bits), le nombre de niveaux de gris disponibles dépendant du nombre de bits.	Calculer le nombre de niveaux de gris disponibles pour un codage sur 8 bits. Déterminer l'écriture binaire d'un nombre entier compris entre 0 et 255. Inversement, donner la valeur entière d'une suite de 8 bits.	Manipuler des formules et des fonctions dans un tableur pour créer et modifier une image numérique en niveaux de gris : - éclaircir une image en appliquant à chaque pixel la fonction $x \rightarrow \sqrt{255 \times x}$; - assombrir une image en appliquant à chaque pixel la fonction $x \rightarrow \frac{x^2}{255}$ - créer le négatif d'une image en appliquant à chaque pixel la fonction linéaire $x \rightarrow 255 - x$; - appliquer à une image une transformation simple, par exemple la symétrie par rapport à une diagonale.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques L'objectif est ici de faire comprendre aux élèves les principes de base des images numériques. Les images en couleur seront étudiées en S4.		

UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser la notion de probabilité conditionnelle		
	Probabilité conditionnelle d'un événement B sachant un événement A de probabilité non nulle. Notation $P_A(B)$. Formule des probabilités composées : $P(A \cap B) = P(A) \times P_A(B)$ Indépendance de deux événements.	Calculer des probabilités conditionnelles lorsque les événements sont présentés sous la forme d'un tableau croisé d'effectifs. Construire un arbre de probabilités pour représenter une expérience aléatoire. Utiliser cet arbre pour calculer des probabilités. Calculer la probabilité de l'intersection de deux événements indépendants.	Appliquer des raisonnements aux tests médicaux. Si M désigne l'événement « La personne est malade » et T l'événement « Le test est positif » : utiliser un tableau croisé d'effectifs issu d'un diagnostic sur échantillon pour calculer des probabilités de faux positifs ($P_T(\bar{M})$), de faux négatifs ($P_{\bar{T}}(M)$), de vrais positifs ($P_T(M)$), de vrais négatifs ($P_{\bar{T}}(\bar{M})$). Utiliser cette démarche dans d'autres contextes de classification (reconnaissance d'images, détection de messages non sollicités envoyés en masse, etc.).
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On évitera la notation $P(A/B)$ qui laisse croire que A/B est un événement. L'enseignant pourra présenter l'indépendance de deux événements de la manière suivante : pour un événement A de probabilité non nulle, B est indépendant de A si $P(B) = P_A(B)$, ce qui traduit que la réalisation de A n'a pas d'incidence sur celle de B. Les élèves sont sensibilisés au fait que la propriété d'indépendance est symétrique lorsque les probabilités de A et de B sont toutes deux non nulles.		

UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser les tableaux statistiques à double entrée		
	Tableau croisé d'effectifs mettant en jeu deux variables catégorielles. Fréquence conditionnelle ; fréquence marginale.	Calculer des fréquences conditionnelles et des fréquences marginales à partir de la donnée d'un tableau croisé d'effectifs. Compléter un tableau croisé d'effectifs à partir des fréquences conditionnelles ou marginales.	Les élèves sont amenés à travailler sur des variables catégorielles de natures diverses : des variables qualitatives (profession, espèce, département de résidence, marque, etc.), quantitatives discrètes (niveau d'étude, degré de satisfaction de la clientèle) ou continues (tranches d'âge ou de durée de transport). Ils utilisent des données réelles relatives à des domaines variés (sécurité routière, démographie, économie, agronomie, climatologie, etc.). Ces données réelles peuvent notamment provenir de l'institut haïtien de statistique et d'informatique-ISHI(https://ihsi.gouv.ht/), de l'Unesco (http://data.uis.unesco.org/?lang=fr), de l'Organisation mondiale de la santé : https://data.who.int/fr, de l'Unicef (https://www.unicef.org/fr/th%C3%A8mes/donn%C3%A9es-et-rapports), ou de la Communauté caribéenne-CARICOM

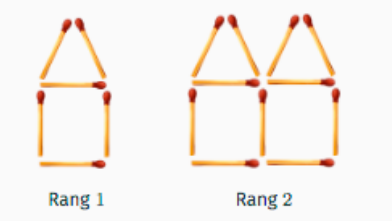
			(https://statistics.caricom.org).
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le domaine de la statistique est celui qui est le plus susceptible de donner lieu à des interactions avec les autres domaines d'enseignement (sciences physiques, sciences de la vie et de la Terre, sciences sociales), et à des mises en situation concrètes. Il est donc recommandé de mettre à profit ces interactions possibles.			
UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Notion de liste		
	Définition d'une liste : une liste est une suite finie modifiable d'objets numérotés à partir de 0. Écriture d'une liste entre crochets ; liste vide.	Générer une liste (en extension, par ajouts successifs ou en compréhension). Manipuler des éléments d'une liste (ajouts, suppressions) et leurs indices. Parcourir une liste.	On pourra proposer aux élèves d'écrire les scripts Python permettant de : - générer (en compréhension ou à l'aide d'une boucle for) la liste des 100 premiers nombres pairs ; - échanger deux éléments d'une liste donnée ; - étant donnée une liste d'entiers, donner la somme de ses éléments.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le lien est fait entre les listes informatiques et les suites étudiées en mathématiques.		

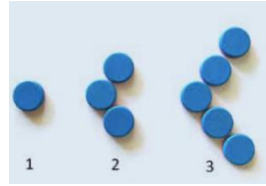
BLOC 2	Utiliser un outil numérique pour tracer des graphiques		
		Utiliser un tableur ou un langage de programmation pour représenter : - un nuage de points ; - un histogramme ; - la courbe représentative d'une fonction.	Représenter des données statistiques et des courbes de fonctions.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Aucun savoir spécifique de la syntaxe du tableur ou du logiciel Python relatif à ces tracés n'est attendu des élèves. En cas de besoin, ils se réfèrent à l'aide en ligne du tableur ou du logiciel de programmation.		
UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui leur serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, calcul algébrique, arithmétique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de 3 ^e année.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser le langage mathématique de base		
	Consolidation des notions sur les ensembles étudiées en S2 Produit cartésien de deux ensembles	Représenter par un tableau ou un arbre l'univers correspondant à une expérience aléatoire à deux épreuves. Exprimer l'univers sous la forme d'un produit cartésien.	Écrire en extension l'univers correspondant à deux lancers successifs d'une pièce de monnaie. Écrire en extension l'univers correspondant à deux tirages avec remise dans une urne contenant trois boules rouges et deux boules blanches.

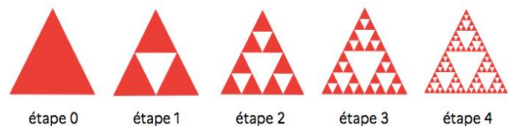
BLOC 3	Comprendre, mobiliser et formaliser des raisonnements mathématiques		
	Raisonnement par disjonction de cas.		Utiliser un raisonnement par disjonction de cas pour démontrer qu'un nombre entier et son carré ont toujours la même parité.
	Raisonnement par l'absurde.		Utiliser un raisonnement par l'absurde pour démontrer que la somme d'un nombre rationnel et d'un nombre irrationnel est un nombre irrationnel.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont entraînés à passer du langage naturel au langage mathématique et vice-versa. Le raisonnement par récurrence en tant que tel ne figure pas dans ce programme pour les raisons suivantes : - il n'est ni essentiel pour les poursuites d'études des élèves de la filière LLA, ni utile dans la vie courante ; - son approche est délicate et sa maîtrise par les élèves nécessiterait trop de temps pour pouvoir abordée efficacement dans la filière LLA. Il vaut mieux se concentrer sur les raisonnements par disjonction de cas et par l'absurde, déjà abordés dans les années antérieures et plus proches de la logique courante. En revanche, le programme de S4 accordera une place au principe d'itération sur la base de motifs géométriques (en anglais patterns).		

Année 3 : série « Mathématiques et physique »

UA Nombres et calculs			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Suites de nombres réels		
	Définition d'une suite comme une application de $\mathbb{N}$ dans $\mathbb{R}$. Notations : $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ ou plus simplement (u_n). Notion d'indice.		
	Différents modes de génération d'une suite : - de manière explicite : $u_n = f(n)$; - par des motifs géométriques évolutifs (<i>patterns</i>) ; - par son premier terme et une relation de récurrence $u_{n+1} = f(u_n)$.	Représenter une suite donnée de manière explicite par le nuage de points $(n, f(n))$ à partir de la représentation graphique de la fonction f. Pour un entier n donné, calculer le terme d'indice n d'une suite donnée par une relation explicite ou par une relation de récurrence. Substituer à n une autre valeur littérale ; par exemple, calculer le terme d'indice $2n$ dans la suite (u_n).	1. Déterminer une relation explicite ou une relation de récurrence pour une suite de nombres correspondant à un motif géométrique. Exemple : le problème des allumettes Avec des allumettes, on construit une succession de maisons : au rang 1, la construction comporte une seule maison, au rang 2, elle comporte deux maisons accolées, etc.

			 Combien faut-il d'allumettes au rang n ? 2. Écrire un algorithme permettant de calculer les termes d'une suite définie par son premier terme et une relation de récurrence. Coder cet algorithme en Python. 3. Écrire un algorithme permettant de calculer les premiers termes de la suite de Fibonacci ou de la suite de Syracuse. 4. Problème des tours de Hanoï.
	Monotonie d'une suite. Suite croissante, suite décroissante.	Étudier les variations d'une suite quelconque à l'aide du signe de $u_{n+1} - u_n$. Relier les variations d'une suite à termes strictement positifs à la position de $\frac{u_{n+1}}{u_n}$	1. Pour une suite à termes strictement positifs, choisir la méthode la plus adaptée entre l'étude du signe de $u_{n+1} - u_n$ et la position de $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ par rapport à 1.

		par rapport à 1.	2. Proposer des exemples de suites non monotones : $((-1)^n)$, $(\sin(\frac{n\pi}{2}))$, etc.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les suites sont des outils, mathématiques permettant de modéliser les phénomènes évolutifs à évolution discrète (contrairement aux fonctions qui modélisent des évolutions continues). La notation (u_n), qui représente une suite permet de la distinguer de son terme général u_n. La distinction est la même qu'entre une fonction f et sa valeur générique $f(x)$. En début d'apprentissage, on peut accepter que les élèves parlent de la « suite u_n », mais il importe que la distinction soit très claire pour eux concernant la nature des deux objets (une application d'un côté, un nombre réel de l'autre). Dans certains cas, une suite peut n'être définie que sur un sous-ensemble de $\mathbb{N}$: par exemple, la suite $(\frac{1}{n})$ n'est définie que sur $\mathbb{N}^*$, et la suite $(\frac{1}{n(n-1)})$ n'est définie que pour $n \geq 2$. La notion de limite d'une suite sera abordée en S4, en lien avec celle de limite d'une fonction, dans l'UA « Fonctions ».		
BLOC 2	Suites arithmétiques		
	Définition, raison. Calcul du terme général. Monotonie. Lien avec les fonctions affines. Somme de termes consécutifs.	Calculer le terme général d'une suite arithmétique en fonction de son premier terme et de sa raison. Calculer $1 + 2 + \dots + n$.	1. Exemple de motif géométrique évolutif :  Déterminer le nombre de jetons à l'étape n. 2. Modéliser par une suite

			arithmétique une suite d'évolutions discrètes à accroissement constant. Exemple : Un arbre mesure un mètre lors de sa plantation et sa taille augmente chaque année de la même longueur. On sait que la hauteur de l'arbre a doublé en deux ans. On note u_n la taille de l'arbre, en mètres au bout de n années. Exprimer u_n en fonction de n. Au bout de combien d'années la taille de l'arbre dépassera-t-elle 25 mètres ?
BLOC 3	Suites géométriques		
	Définition, raison. Calcul du terme général. Monotonie lorsque la raison est positive. Somme de termes consécutifs.	Calculer le terme général d'une suite géométrique en fonction de son premier terme et de sa raison. Représenter graphiquement le nuage de points (n, q^n) en distinguant les cas $0 < q < 1$, $q = 1$ et $q > 1$. Calcul de $1 + q + q^2 + \dots + q^n$ en discutant selon la valeur de q.	1.Exemple de motif géométrique évolutif : le triangle de Sierpinski :  étape 0 étape 1 étape 2 étape 3 étape 4 Calculer l'aire de la surface rouge à l'étape n.

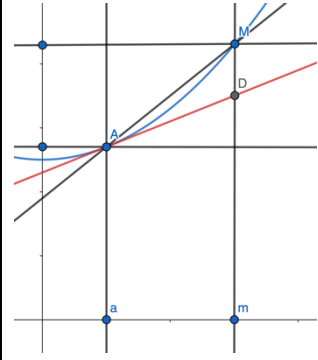
			2. Modéliser par une suite géométrique le remboursement d'un emprunt à annuités constantes. 3. Comparer les croissances entre une suite arithmétique et une suite géométrique, Exemple d'exercice possible : Jules et Nelly décident d'acheter le même ordinateur portable. Ils ne disposent pas de la somme nécessaire pour régler immédiatement leur achat. Le vendeur leur propose plusieurs modalités de paiement. En incluant les intérêts, chacun devra verser un acompte et rembourser un total de 2 000\$ (acompte compris) sur une durée de 12 mois selon des modalités à définir. Jules choisit de verser 80\$ au moment de l'achat, puis il rembourse des mensualités fixes de 160\$ chacun des 12 mois suivants. Nelly verse 125\$ à l'achat, puis chacune de ses mensualités est supérieure de 3% à la mensualité précédente. Ainsi sa première
--	--	--	--

			mensualité dépasse de 3% les 125\$ versés à l’acompte. Le 12^e mois, elle rembourse la différence entre les 2 000\$ dus et la somme totale qu’elle a déjà remboursée. Quelle somme totale Nelly a-t-elle remboursée à la fin du 11^e mois ? Quel est le montant de sa 12^e mensualité ? À partir de quel mois les mensualités de Nelly deviennent-elles plus élevées que celles de Jules ?
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On insiste surtout sur les suites géométriques dont la raison et le premier terme sont positifs. Dans ce cas, la comparaison de u_{n+1} et de u_n est plus simple en comparant leur quotient à 1 que leur différence à 0. Il est possible de présenter des suites arithmético-géométriques, mais sans exiger des élèves qu’ils en connaissent la méthode d’étude.			
UA Calcul algébrique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d’activités
BLOC 1	Trinôme $ax^2 + bx + c = 0$ (avec $a \neq 0$) et équation du second degré		
	Propriétés d’un trinôme donné sous forme factorisée $a(x - x_1)(x - x_2)$: signe.	Dresser un tableau de signes pour déterminer le signe du trinôme donné sous forme factorisée.	Recherche d’une racine « évidente », (notamment 0, 1, -1), pour factoriser un trinôme.
	Expressions de la somme et du produit		

	des racines en fonction des coefficients a, b et c de la forme développée du trinôme. Factorisation d'un trinôme dont on connaît une racine.	Déterminer tous les trinômes s'annulant en deux nombres réels distincts.	
	Forme canonique d'une fonction trinôme. Discriminant. Racines. Factorisation éventuelle.	Mettre un trinôme sous forme canonique, d'abord sur des expressions numériques, puis dans le cas général, sur une expression littérale. Les élèves connaissent les formules donnant le discriminant $\Delta = b^2 - 4ac$ et les racines quand elles existent : - cas $\Delta > 0$: $x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$, $x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$ - cas $\Delta = 0$: racine double $x_0 = \frac{-b}{2a}$ - cas $\Delta < 0$: pas de racine réelle. Déterminer deux nombres réels connaissant leur somme s et leur produit p à partir de la résolution de l'équation $x^2 - sx + p = 0$.	Étude du texte historique d'Al Khwarizmi. Déterminer les côtés d'un rectangle dont on connaît l'aire et le périmètre. Problèmes se ramenant à la résolution d'une équation du second degré, par exemple la résolution d'équations bicarrées.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il est indispensable de commencer par déterminer la forme canonique de trinômes à coefficients numériques, dans chacun des trois cas de la discussion, avant d’aborder l’étude générale. La connaissance des formules nécessite de la pratique, sur des exercices de difficulté très progressive, en commençant par transformer des trinômes dont les coefficients sont des entiers relatifs. Les élèves sont amenés à factoriser un trinôme en diversifiant les stratégies : recherche d’une racine évidente, détection des racines à partir des valeurs de leur somme et de leur produit, application des formules issues du discriminant.			
BLOC 2	Étude de la fonction $x \mapsto ax^2 + bx + c$ (avec $a \neq 0$). Parabole représentative.		
	Sens de variation.	Déduire de sa forme canonique le tableau de variation d’une fonction trinôme.	
	Courbe représentative : parabole.	Déterminer l’axe de symétrie et le sommet d’une parabole. Relier le signe de a à l’orientation de la parabole. Étudier l’intersection de la parabole d’équation $y = ax^2 + bx + c$ avec l’axe des abscisses.	Présenter aux élèves plusieurs paraboles et plusieurs trinômes et leur demander de relier chaque expression algébrique à la parabole correspondante.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Dans le cadre de cette UA qui relève de l’algèbre, le sens de variation d’une fonction trinôme n’utilise pas le signe de la dérivée, mais la forme canonique du trinôme et la connaissance des variations de la fonction carré (étudiée en S2 dans l’UA « Fonctions »). L’utilisation de la dérivée sera traitée dans l’UA « Fonctions », ce qui permettra de revoir les résultats obtenus ici. Il convient donc, en S3, de traiter l’UA « Calcul algébrique » avant l’UA « Fonctions ».		

BLOC 3	Factorisation de polynômes de degré supérieur à 2		
	Factorisation d'un polynôme du troisième degré dont on connaît une racine x_1 . Résolution de l'équation associée.	Utiliser la méthode des coefficients indéterminés pour déterminer le trinôme en facteur de $(x - x_1)$.	Factorisation de $x^n - 1$ par $x - 1$, de $x^n - a^n$ par $x - a$
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La factorisation de $x^n - 1$ par $x - 1$ et celle de $x^n - a^n$ par $x - a$ sont des approfondissements possibles uniquement destinés aux élèves les plus avancés, l'objectif de cette UA étant de faire acquérir à tous les élèves la maîtrise de la résolution des équations du second degré. L'étude de la parabole associée permet d'interpréter géométriquement et de visualiser l'existence ou non des racines.		
UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Dérivation		
	Taux d'accroissement d'une fonction entre deux valeurs. Notation $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ si la fonction est définie par $y = f(x)$. Interprétation géométrique : pente d'une sécante à la courbe.	Calculer des taux d'accroissement pour les fonctions f, g, h, k définies par : $f(x) = ax + b$; $g(x) = x^2$; $h(x) = \frac{1}{x}$; $k(x) = \sqrt{x}$. Déterminer les signes de ces taux et les	Calculer le taux d'accroissement d'une fonction simple autre que les fonctions de référence.

	Lien entre le signe du taux d'accroissement et les variations de la fonction.	relier au sens de variation de chaque fonction. Interpréter un taux d'accroissement : - comme une vitesse moyenne si la fonction représente une distance en fonction du temps ; - une pente si l'évolution la fonction représente la hauteur en fonction de la distance sur le sol.	
	Tangente à la courbe représentative de la fonction f au point $A = (a, f(a))$ définie comme position limite des sécantes en ce point.	Calculer le coefficient directeur d'une sécante passant par $A = (a, f(a))$ et $M = (x, f(x))$. Étudier sa limite quand $x \rightarrow a$. Déterminer graphiquement un nombre dérivé par la pente de la tangente. Construire la tangente en un point à partir du nombre dérivé.	Utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour observer la position limite des sécantes en un point. 

			Exemples de fonctions non dérivables : valeur absolue en 0 , racine carrée en 0 . Interprétation géométrique.
Le nombre dérivé de f en a est défini comme le coefficient directeur de la tangente en A. On admet que le coefficient directeur de la tangente est la limite du coefficient directeur des sécantes et on écrit : $f'(a) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)-f(a)}{x-a}.$ Équation de la tangente en A. Meilleure approximation affine d'une fonction en un point : $f(x) \sim f(a) + (x - a)f'(a).$	Pour les fonctions affines, la fonction carré et la fonction inverse, calculer le nombre dérivé en un point. Démontrer que la fonction racine carrée n'est pas dérivable en 0 et interpréter géométriquement le résultat (tangente verticale).	Principe de l'approximation linéaire au voisinage d'un point : pour une fonction f donnée, calculer une valeur approchée de $f(a + h)$ pour une petite valeur de h en utilisant le nombre dérivé. Comparer avec la valeur exacte donnée par une calculatrice électronique.	
Interprétation cinématique du nombre dérivé.	Dans le cas où la fonction modélise l'évolution de la distance en fonction du temps dans un mouvement linéaire, interpréter un nombre dérivé comme une vitesse instantanée.	Exemple d'exercice : Une bille est lâchée verticalement du haut d'une tour. Elle met 3 secondes pour atteindre le sol.	

			On admet que la distance (en mètres) entre la bille et le sol dépend du temps (en secondes) selon la relation $d = 5t^2$. À l'aide d'une calculatrice ou d'un tableur, calculer les vitesses moyennes de la bille : - entre 0 et 3 secondes ; - entre 2 et 3 secondes ; - entre 2,5 et 3 secondes ; - entre 2,9 et 3 secondes ; - entre 2,99 et 3 secondes. Calculer la vitesse instantanée de bille quand elle touche le sol.
	Différentes notations du nombre dérivé en a.	Faire les correspondances entre les notations de Lagrange et celles de Leibniz. Si l'évolution d'une grandeur y en fonction d'une grandeur x est modélisée par une fonction f : Pour le taux d'accroissement en a : notation de Leibniz $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_a$ très utilisée en physique. Pour la dérivée en a : notations de	

		Lagrange $f'(a)$ et de Leibniz $\left(\frac{dy}{dx}\right)_a$.	
	Fonction dérivée.	Interpréter f' comme une nouvelle fonction : • notation de Lagrange : f' ; • notation de Leibnitz : $\frac{dy}{dx}$; • notation de Newton : y'.	
	Dérivées des fonctions affines, carré, cube, inverse, racine carrée. Opérations sur les fonctions dérivées : dérivées d'une somme, d'un produit, d'un quotient (sous réserve d'existence). Dérivée de la composée d'une fonction par une fonction affine.	Connaître les dérivées des fonctions de référence. Connaître et utiliser les formules : $(f + g)' = f' + g';$ $(fg)' = fg' + f'g;$ $\left(\frac{1}{f}\right)' = \frac{-f'}{f^2}, \quad \left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - g'f}{g^2};$ $\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - fg'}{g^2}$ Si $f(x) = g(ax + b)$,	

		$f'(x) = ag'(ax + b)$ Appliquer les formules de dérivation pour calculer la dérivée d'une fonction se déduisant des fonctions de référence par opération ou par composition par une fonction affine.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. 1° L'invention de la notion de dérivée, vers la fin du XVII^e siècle, par Newton et Leibniz, a été une avancée majeure pour toutes les sciences. Elle se fonde sur l'hypothèse que les phénomènes naturels évoluent de manière linéaire quand on leur applique de très petites variations. 2° Les dérivées des fonctions carré, cube, inverse, racine carrée se ramènent toutes à la formule $(x^r)' = r x^{r-1}$. 3° Pour les fonctions modélisant des situations concrètes, on utilisera à la place de la lettre x une lettre faisant référence au nom de la grandeur qu'elle représente. Ainsi, le temps est désigné par la lettre t, la distance par la lettre d, la hauteur par la lettre h, l'intensité électrique par la lettre I, etc. 4° La maîtrise du calcul sur les dérivées suppose l'acquisition d'automatismes, à travers une pratique régulière et fréquente.		
BLOC 2	Sens de variation d'une fonction		
	Caractérisation des fonctions constantes sur un intervalle. Interprétation graphique. Lien entre le sens de variation d'une fonction dérivable sur un intervalle et le signe de sa fonction dérivée (résultat admis). Interprétation graphique (signe de la pente des tangentes).	Déterminer, sur un intervalle donné, si une fonction est croissante ou décroissante Étudier le signe de la dérivée sur un intervalle pour obtenir le sens de variation d'une fonction.	Démontrer que si une fonction est constante sur un intervalle, alors sa dérivée est nulle. Démontrer que, si une fonction est croissante sur un intervalle, alors sa fonction dérivée est positive ou nulle. Reprendre l'étude des variations de la fonction trinôme à l'aide du

	Tableau de variations d'une fonction.	Dresser des tableaux de variations de fonctions se ramenant aux fonctions de référence.	signe de sa dérivée. Exploiter les variations d'une fonction pour établir une inégalité ou étudier la position relative de deux courbes.
	Extremum local, extremum global. Nombre dérivé en un extremum. Interprétation géométrique.	Utiliser l'exemple de la fonction cube en zéro pour mettre en évidence que la nullité du nombre dérivé n'est pas suffisante pour avoir un extremum local.	Résoudre des problèmes d'optimisation en déterminant les extremums d'une fonction sur un intervalle donné.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La réciproque de l'implication ($f = k \Rightarrow f' = 0$), qui repose sur le théorème des accroissements finis, ne peut pas être démontrée à ce niveau. Il en est de même pour la caractérisation d'une fonction monotone par le signe de la dérivée. La définition d'un extremum local est donnée de manière heuristique, et interprétée sur la courbe représentative ou le tableau de variation.		
BLOC 3	La fonction exponentielle		
	Définition de la fonction exponentielle comme l'unique fonction f qui vérifie l'équation $f' = f$ et la condition $f(0) = 1$.		Écrire un algorithme et un script Python pour construire de manière approchée la courbe représentative de la fonction exponentielle par la méthode d'Euler.

	Toute fonction g vérifiant $g' = g$ est de la forme $x \mapsto k \exp(x)$ où k est une constante (résultat admis).		
	Propriétés de la fonction exponentielle : $\exp(x + x') = \exp(x) \times \exp(x')$ $\exp(0) = 1$ $\exp(-x) = \frac{1}{\exp x}$ Pour tout nombre réel x, la suite $(\exp(nx))$ est géométrique. Notation $\exp(x) = e^x$ Le nombre e. Courbe représentative. Tangente en 0.	Calculer $\exp(2), \exp(3), \exp(n)$ en fonction de $\exp(1)$ pour justifier la notation e^x. Transformer une expression en utilisant les propriétés algébriques de la fonction exponentielle.	
	Croissance exponentielle	Comparer, graphiquement et par le calcul, les valeurs prises par e^x et x^2 pour de grandes valeurs de x. Admettre qu'il en est de même en remplaçant x^2 par n'importe quelle puissance positive de x.	Modéliser une situation de croissance ou de décroissance exponentielle (évolution d'un capital à taux fixe, décroissance radioactive, croissance d'une population de bactéries, modèle démographique de Malthus).

			Sensibiliser les élèves à la rapidité d'une croissance ou d'une décroissance exponentielle.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On ne présente aucune théorie générale sur les équations différentielles, ni même d'étude d'autres équations différentielles. On admet l'existence et l'unicité de la solution du problème $f' = f ; f(0) = 1$. L'enseignant peut faire remarquer qu'on a ainsi résolu une équation dont l'inconnue est une fonction. Les élèves doivent comprendre que l'exponentielle est une nouvelle fonction, non polynomiale ou rationnelle, qui vérifie $\exp(x + x') = \exp(x) \times \exp(x')$, modélise des phénomènes nombreux, et qui a une évolution très rapide.		
BLOC 4	Fonctions trigonométriques		
	Cercle trigonométrique. Longueur d'un arc. Définition du radian comme la mesure d'un angle interceptant sur le cercle trigonométrique un arc de mesure 1. Correspondance radians-degrés.	Calculer des longueurs d'arcs de cercles.	
	Définition des deux fonctions cosinus et sinus. Périodicité. Parité. Symétries.	Faire le lien avec le cosinus et le sinus dans le triangle rectangle. Placer un point sur le cercle trigonométrique. Tracer les courbes des fonctions cosinus et sinus.	Utiliser le cercle trigonométrique pour résoudre des équations et des inéquations du type $\cos(x) = \frac{1}{2} ; \sin(x) \leq -\frac{\sqrt{2}}{2} ;$ $\cos(x) > \frac{\sqrt{3}}{2}$

	Courbes représentatives.	Utiliser le cercle trigonométrique pour trouver les valeurs des fonctions cosinus et sinus aux valeurs remarquables suivantes : $0, \pi, \frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{6}$ et utiliser les symétries pour les calculer en d'autres valeurs.	Modéliser un phénomène périodique (par exemple le mouvement d'un pendule simple) par une fonction trigonométrique. En lien avec la physique, introduire les notions d'amplitude, de pulsation, de phase.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Si la trigonométrie est, sans aucun doute, importante pour elle-même et par son utilité en mathématiques, en physique et dans de nombreuses applications, ce n'est pas par une accumulation de formules impossibles à mémoriser par les élèves. Puisque les formules d'addition ne sont pas au programme de S3, leur mémoire est ici uniquement sollicitée pour retenir l'image mentale du cercle trigonométrique, avec l'abscisse et l'ordonnée d'un point M données par $\cos \theta$ et $\sin \theta$, et la seule formule : $\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$ qui traduit que le point M appartient au cercle-unité. Ils sont entraînés à retrouver toutes les autres formules à partir de ces deux seuls éléments. Cette image mentale permet aussi de faire le lien avec le cosinus et le sinus dans le triangle rectangle.		
UA Géométrie			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser le produit scalaire dans le plan		
	Définition géométrique du produit scalaire de deux vecteurs à partir de la	Calculer des produits scalaires de différentes manières :	Développer $\ \vec{u} + \vec{v} \ ^2$ (Formule d'Al Kashi)

	projection orthogonale. Formule avec le cosinus. Notation $\vec{u} \cdot \vec{v}$ Norme d'un vecteur. Caractérisation de l'orthogonalité. Propriétés du produit scalaire : bilinéarité, symétrie.	- en projetant l'un des vecteurs sur la droite orientée dirigée par l'autre ; - en décomposant l'un des vecteurs comme une somme bien choisie et en utilisant la bilinéarité. Utiliser le produit scalaire pour : - démontrer l'orthogonalité de deux droites ; - calculer un angle ; - calculer une longueur.	Théorème de la médiane. Transformer l'expression $\overrightarrow{MA} \cdot \overrightarrow{MB}$ en utilisant le milieu I de $[AB]$, puis déterminer l'ensemble des points M tels que $\overrightarrow{MA} \cdot \overrightarrow{MB} = 0$.
	Dans une base orthonormée, expressions du produit scalaire, de la norme, de la distance entre deux points.	Calculer des produits scalaires et des normes à l'aide des coordonnées des vecteurs.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le produit scalaire est un nouvel outil qui permet de traduire une propriété géométrique comme l'orthogonalité par une égalité numérique.		
BLOC 2	Géométrie analytique plane		
	Vecteur normal à la droite d'équation $ax + by = c$	Déterminer une équation cartésienne d'une droite à partir de la donnée d'un point et d'un vecteur normal. Déterminer les coordonnées du projeté orthogonal d'un point sur une droite.	Recherche de l'ensemble des points équidistants d'une droite et d'un point.

	Représentation paramétrique d'une droite.	Donner la représentation paramétrique d'une droite définie par un point et un vecteur directeur. Déterminer un point et un vecteur directeur d'une droite à partir d'une représentation paramétrique.	Trouver une représentation paramétrique d'une droite donnée par son équation cartésienne. Réciproquement, déterminer une équation cartésienne d'une droite donnée par une représentation paramétrique.
	Équation d'un cercle de centre et de rayon donnés.	Reconnaître une équation de cercle, en déterminer le centre et le rayon.	- détermination de l'intersection d'un cercle et d'une droite ; - détermination de l'intersection de deux cercles ; - détermination de l'intersection d'une parabole avec une droite.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour traiter analytiquement un problème géométrique, le choix d'un repère adapté mérite une attention particulière. Selon le problème à résoudre, on choisit de représenter une droite par une équation cartésienne ou par une représentation paramétrique. Le passage d'une représentation paramétrique à une équation cartésienne est délicat, car il s'agit d'éliminer le paramètre t entre les équations traduisant sur chacune des coordonnées l'égalité vectorielle $\overrightarrow{AM} = t \overrightarrow{U}$. Le passage inverse suppose de déterminer un point et un vecteur directeur de la droite d'équation $ax + by = c$. Un vecteur directeur est le vecteur $(-b, a)$ orthogonal au vecteur normal (a, b). Toute solution de l'équation $ax + by = c$ fournit les coordonnées d'un point de la droite.		
BLOC 3	Géométrie vectorielle dans l'espace à trois dimensions		
	Calcul vectoriel dans l'espace : extension des opérations entre vecteurs du plan.		

	Vecteurs colinéaires. Vecteurs coplanaires	Étudier si deux vecteurs sont colinéaires Étudier si trois vecteurs sont coplanaires.	Traiter géométriquement des problèmes de configurations dans l'espace (alignement, colinéarité, parallélisme, coplanarité).
BLOC 4	Connaître et utiliser les barycentres dans le plan et dans l'espace		
	Système de points pondérés du plan ou de l'espace. La fonction vectorielle de Leibniz Barycentre d'un système de points pondérés Associativité du barycentre	Déterminer le barycentre d'un système de points pondérés du plan ou de l'espace.	Utiliser la notion de barycentre pour démontrer des alignements ou des concourances de droites. Par exemple, centres de gravité d'un triangle, d'un tétraèdre.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La notion de barycentre, utilisée en physique et en statistique illustre l'efficacité du calcul vectoriel		
UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser la notion de probabilité conditionnelle		
	Probabilité conditionnelle d'un événement B sachant un événement A de probabilité non nulle.	Calculer des probabilités conditionnelles lorsque les événements sont présentés sous la forme d'un tableau croisé d'effectifs.	

	Notation $P_A(B)$. Formule des probabilités composées : $P(A \cap B) = P(A) \times P_A(B)$ Partition de l'univers : système complet d'événements. Formule des probabilités totales.	Construire un arbre de probabilités pour représenter une expérience aléatoire. Utiliser cet arbre pour calculer des probabilités. Faire le lien entre l'utilisation de l'arbre et la formule des probabilités totales.	
	Formule de Bayes : $P_B(A) = \frac{P(A) \times P_A(B)}{P(A) \times P_A(B) + P(\bar{A}) \times P_{\bar{A}}(B)}$ Extension à un système complet de n événements. Indépendance de deux événements.		Appliquer des raisonnements de type bayésien aux tests médicaux. Si M désigne l'événement « Être malade » et T l'événement « Réagir positivement au test » : - à partir d'un tableau de données issu d'un diagnostic médical sur une sous-population, calculer les fréquences de « Vrais positifs », et « Faux positifs » pour estimer $P_M(T)$ et $P_{\bar{M}}(T)$ - connaissant $P(M)$ (appelée prévalence de la maladie), appliquer la formule de Bayes

			pour calculer $P_T(M)$ et $P_{\bar{T}(\bar{M})}$. - Comparer la fiabilité de deux tests médicaux. Appliquer une démarche de type bayésien dans d'autres contextes de classification (reconnaissance d'images, détection de messages non sollicités envoyés en masse, etc.).
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On évite la notation $P(A/B)$ qui laisse croire que A/B est un événement. La formule de Bayes a longtemps été appelée formule de probabilité des causes car elle permet de « remonter le temps », c'est-à-dire de calculer la probabilité d'une cause (la maladie) à partir de celles de ses conséquences (la positivité ou la négativité d'un test). L'indépendance de deux événements peut être présentée de la manière suivante : pour un événement A de probabilité non nulle, B est indépendant de A si $P(B) = P_A(B)$, ce qui traduit que la réalisation de A n'a pas d'incidence sur celle de B. Les élèves démontrent que la propriété d'indépendance est symétrique lorsque les probabilités de A et de B sont toutes deux non nulles.		
BLOC 2	Modéliser une expérience aléatoire à plusieurs épreuves		
	Expérience aléatoire à n épreuves : représentation d'une issue par un n-uplet.	Représenter une expérience aléatoire à deux épreuves (indépendantes ou non) par un arbre de probabilité à deux branches ou par un tableau à deux entrées.	Calculer des probabilités dans le cadre d'une succession de tirages dans une urne, avec et sans remise.

		Représenter une expérience aléatoire à n épreuves (indépendantes ou non) par un arbre de probabilités à n branches.	
	Répétition de n épreuves de Bernoulli identiques et indépendantes de paramètre p : schéma de Bernoulli. La probabilité d'une issue $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ est égale au produit des probabilités des composantes x_i. Représentation par un arbre de probabilités.	Reconnaître une loi binomiale dans une situation concrète. Exprimer les probabilités à l'aide des coefficients binomiaux.	Lancers successifs d'un dé. Tirages avec remise dans une urne comportant des boules de deux couleurs.
	Nombre de bijections d'un ensemble à n éléments dans lui-même : notation $n!$. Convention $0! = 1$. Coefficient binomial $\binom{n}{k}$ défini comme le nombre de sous-ensembles à k éléments	À l'aide des expressions avec les factorielles, démontrer que $\binom{n}{0} = 1; \binom{n}{1} = n$ Triangle de Pascal : $\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k};$ $\binom{n}{n-k} = \binom{n}{k}.$	Démonstration, par récurrence, de la formule du binôme.

	d'un ensemble à n éléments. Expression de $\binom{n}{k}$ à l'aide des factorielles. Formule du binôme.	Pour des valeurs numériques de n et de k, utiliser ces formules pour calculer des coefficients binomiaux de proche en proche.	
	Loi binomiale, notée $B(n, p)$, définie comme la loi du nombre de succès dans un schéma de Bernoulli.	Démontrer que, dans un schéma de Bernoulli, le nombre de chemins de l'arbre correspondant à k succès est égal à $\binom{n}{k}$. Reconnaître une loi binomiale dans une situation concrète. Exprimer les probabilités à l'aide des coefficients binomiaux.	Si X est une variable aléatoire suivant une loi binomiale, les élèves seront amenés à : - calculer numériquement des probabilités du type $P(X = k) ; P(X \geq k) ; P(k \leq X \leq k') ;$ - déterminer (éventuellement avec l'aide d'une calculatrice ou d'un logiciel de programmation) le plus petit entier naturel k tel que $P(X > k) \leq \alpha$. Représenter une loi binomiale par un diagramme en bâtons.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On désigne oralement le symbole $\binom{n}{k}$ par la locution « k parmi n ». Les coefficients binomiaux sont introduits dans cette UA en raison de leur lien étroit avec la loi binomiale, mais ils interviennent aussi de manière importante en calcul algébrique, comme on le voit avec la formule du binôme, qui permet de démontrer que la somme des valeurs prises par la loi binomiale est bien égale à 1.			
UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser les tableaux statistiques à double entrée		
	Tableau croisé d'effectifs mettant en jeu deux variables catégorielles. Fréquence conditionnelle ; fréquence marginale.	Calculer des fréquences conditionnelles et des fréquences marginales à partir de la donnée d'un tableau croisé d'effectifs. Compléter un tableau croisé d'effectifs à partir des fréquences conditionnelles ou marginales. Interpréter des fréquences conditionnelles et des fréquences marginales.	Créer un tableau croisé d'effectifs à partir de données brutes. Les élèves sont amenés à travailler sur des variables catégorielles de natures diverses : des variables qualitatives (profession, espèce, département de résidence, marque, etc.), quantitatives discrètes (niveau d'étude, degré de satisfaction de la clientèle) ou continues (tranches d'âge ou de durée de transport). Ils utilisent des données réelles relatives à des domaines variés (sécurité routière, démographie, économie, agronomie, climatologie, etc.). Ces données peuvent provenir, notamment, de

			l’institut haïtien de statistique et d’informatique (ISHI : https://ihsi.gouv.ht/), de l’Unesco (http://data.uis.unesco.org/?lang=fr, de l’Organisation mondiale de la santé (https://data.who.int/fr), de l’Unicef (https://www.unicef.org/fr/th%C3%A8mes/donn%C3%A9es-et-rapports), de la Communauté caribéenne (CARICOM) https://statistics.caricom.org/.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le domaine de la statistique est celui qui est le plus susceptible de donner lieu à des interactions avec les autres domaines d’enseignement (sciences physiques, sciences de la vie et de la Terre), et à des mises en situation concrètes. Il est donc recommandé de mettre à profit ces interactions possibles.		
UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d’activités
BLOC 1	Notion de fonction informatique		
	Fonction informatique sans paramètre. Fonction informatique à un ou plusieurs paramètres.	Écrire en Python une fonction avec ou sans paramètre.	Écrire des fonctions renvoyant l’aire d’une figure plane (carré, rectangle, triangle) ou le volume d’un solide (pyramide, cylindre)

			en fonction de leurs mesures. Écrire des fonctions de conversions d'unités. Utiliser une ou plusieurs fonctions pour simplifier le corps principal d'un programme.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La création d'une fonction permet de donner un nom à un ensemble d'instructions et de simplifier le corps principal d'un programme, en dissimulant un algorithme secondaire sous une commande unique, possédant le nom de la fonction. Une fonction est donc un sous-programme. Le mot « fonction » a donc un sens différent en mathématiques et en informatique. Autres précisions de vocabulaire : - un paramètre est une variable qui permet de faire varier le résultat d'une fonction selon les valeurs qui lui seront attribuées lors des différents appels de la fonction ; - un argument est une valeur passée à la place d'un paramètre lors de l'appel de la fonction.		
BLOC 2	Notion de liste		
	Définition d'une liste : une liste est une suite finie modifiable d'objets numérotés à partir de 0. Écriture d'une liste entre crochets ; liste vide.	Générer une liste (en extension, par ajouts successifs ou en compréhension). Manipuler des éléments d'une liste (ajouts, suppressions) et leurs indices. Parcourir une liste. Itérer sur les éléments d'une liste.	On pourra proposer aux élèves d'écrire les scripts Python permettant de : - générer (en compréhension ou à l'aide d'une boucle for) la liste des 100 premiers nombres pairs ; - échanger deux éléments d'une liste donnée ; - étant donnée une liste d'entiers,

			donner la somme de ses éléments ; - donner la liste des diviseurs d'un entier donné ; - générer une variable aléatoire finie et qui calcule son espérance et son écart-type.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le lien est fait entre les listes informatiques et les suites étudiées en mathématiques.			
BLOC 3	Utiliser un outil numérique pour tracer des graphiques		
		Utiliser un tableur ou le langage Python pour représenter : - un nuage de points ; - un histogramme ; - la courbe représentative d'une fonction.	Représenter des données statistiques et des courbes de fonctions.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Aucun savoir spécifique sur la syntaxe du tableur ou du logiciel Python relatif à ces tracés n'est attendu des élèves. En cas de besoin, ils se réfèrent à l'aide en ligne du tableur ou du logiciel de programmation.			
UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui leur serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, calcul algébrique, arithmétique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de 3^{ème} année.			

	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser le langage mathématique de base		
	Consolidation des notions sur les ensembles étudiées en S2 Produit cartésien de n ensembles	En s'appuyant sur un diagramme, relier le complémentaire d'une réunion et l'intersection des complémentaires. En s'appuyant sur un diagramme, relier le complémentaire d'une intersection et la réunion des complémentaires. Exprimer à l'aide d'un produit cartésien l'univers correspondant à une expérience aléatoire à n épreuves.	Écrire en extension l'univers correspondant à 2 tirages avec remise dans une urne contenant 3 boules rouges et deux boules vertes.
BLOC 2	Comprendre des propositions logiques exprimées dans le langage naturel ou dans le langage mathématique		
	Proposition mathématique.	Montrer par des exemples qu'une proposition mathématique peut être vraie (exemple : tout carré d'un nombre est positif ou nul) ou fausse (exemple : tout nombre entier naturel est pair). Identifier, dans une proposition mathématique, le statut de l'égalité en distinguant égalité (exemples : $8 = 8$, $11 - 9 = 2$), identité (exemples $(a + b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$,	Les notions de logique sont introduites à partir de formulations dans le langage naturel avant d'être mobilisées dans des activités mathématiques relevant de la géométrie, des nombres, du calcul. Activité visant à faciliter la compréhension de l'importance de la place des quantificateurs :

	Quantificateurs universel (symbole $\forall$) et existentiels (symboles $\exists$; $\exists!$)	$(\cos x)^2 + (\sin x)^2 = 1$) et équation (exemple : $ax^2 + bx + c = 0$). Identifier, dans une proposition mathématique, le statut des lettres en distinguant inconnue, variable, paramètre. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la négation de propositions telles que : • $\forall x \in E, x > 1$, où E est un sous-ensemble de $\mathbb{R}$ • $\exists x \in \mathbb{Q}, x^2 = 2$. Identifier la condition nécessaire et la condition suffisante d'une implication : $A \Rightarrow B$: B est une condition nécessaire de A $B \Rightarrow A$: B est une condition suffisante de A $A \Leftrightarrow B$: A est une condition nécessaire et	Comparer des propositions du type « Quel que soit le poisson, il existe un hameçon qui permet de l'attraper » et « Il existe un hameçon qui, quel que soit le poisson, permet de l'attraper ». Activité visant à faciliter la compréhension d'une implication : On considère l'implication suivante : S'il y a un arc-en-ciel, alors il y a un rayon de soleil. Est-elle vraie ou fausse ? La réciproque de cette proposition est-elle vraie ou fausse ? Énoncer la contraposée de cette implication. Écrire en langage mathématique les propositions suivantes : « Pour tout entier naturel n, si n
--	---	--	---

	Conditions nécessaire, suffisante, nécessaire et suffisante ;lien avec les symboles : $\Rightarrow$, $\Leftarrow$, $\Leftrightarrow$.	suffisante de B. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la réciproque d'une implication. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la contraposée d'une implication. Faire la différence entre réciproque et contraposée. Formuler une équivalence logique.	est un multiple de 6, alors c'est un multiple de 2 et de 3 ». « Il existe un multiple de 6 qui n'est pas un multiple de 3 ».
BLOC 3	Comprendre, mobiliser et formaliser des raisonnements mathématiques		
	Raisonnement par disjonction de cas.		Démontrer les assertions suivantes par disjonction de cas : - le nombre réel a étant donné, montrer que $\sqrt{a^2} = a $ - pour tout nombre entier naturel n, $\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$ est un nombre entier.

	Raisonnement par l'absurde.	Faire le lien entre le raisonnement par l'absurde et la contraposée d'une implication.	On rappelle que $\sqrt{2}$ est un nombre irrationnel. En déduire, en raisonnant par l'absurde que, si a et b sont deux entiers relatifs tels que $a + b\sqrt{2} = 0$, alors $a = b = 0$.
	Raisonnement par récurrence.	Les élèves maîtrisent les trois étapes d'un raisonnement par récurrence : - formulation de la proposition $P(n)$ à démontrer pour tout entier naturel n ; - initialisation : on démontre que $P(0)$ est vraie ; - hérédité : on démontre que si $P(n)$ est vraie, alors $P(n + 1)$ est vraie.	Démontrer par récurrence que, pour tout entier naturel n : $1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n + 1)}{2}$ Démontrer par récurrence que, si $r \neq 1$, alors, pour tout entier naturel n : $1 + r + r^2 + \dots + r^n = \frac{1 - r^{n+1}}{1 - r}.$ Démontrer par récurrence que, pour tout entier naturel non nul n, $2^n \geq n.$

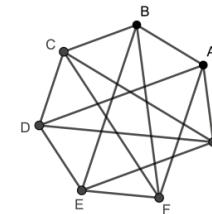
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.		
Les élèves sont entraînés à passer du langage naturel au langage mathématique et vice-versa. Le raisonnement par l'absurde et le raisonnement par récurrence sont délicats. Leur maîtrise suppose que les élèves y soient confrontés fréquemment, et que la structure du raisonnement leur soit systématiquement explicitée.			
UA Matrices et graphes			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Théorie des graphes		
	Graphe non orienté : sommets, arêtes, boucles. Degré d'un sommet. Sommets adjacents ; exemple du graphe complet. Graphe orienté : sommets, arcs, boucles. Degré entrant et degré sortant d'un sommet.	Identifier, sur un graphe donné, les éléments qui le constituent : sommets (et leurs degrés), arêtes ou arcs, boucles. Reconnaître si un graphe est complet. Vérifier, sur des exemples, que la somme des degrés des sommets d'un graphe non orienté ne comportant pas de boucle est égal au double du nombre de ses arêtes. Modéliser une situation d'interactions par un graphe, orienté ou non.	Modéliser un réseau simple par un graphe (réseau de communication, réseau social, réseau routier). Créer un graphe non-orienté ou orienté représentant des relations entre des élèves, et discuter la signification du degré en termes de relations sociales. Étudier l'exemple historique des sept ponts de Königsberg. Exemples d'exercices possibles : 1. Sept amis passent une soirée ensemble et organisent une série de jeux engageant

chacun deux joueurs. Au cours de la soirée, ils doivent tous participer au même nombre n de jeux, et ne doivent pas

affronter plusieurs fois le même adversaire.

a. Dans un premier temps, ils décident de choisir $n = 4$ et effectuent un tirage au

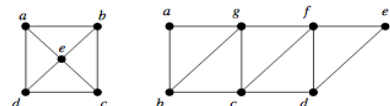
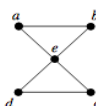
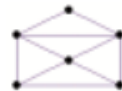
sort pour déterminer toutes les doublettes qui s'affronteront au cours de la soirée. Le résultat du tirage au sort est représenté par le graphe ci-dessous. Interpréter ce graphe en termes de doublettes d'adversaires.



b. Est-il possible de choisir $n=3$?

c. Déterminer les différentes valeurs possibles pour le nombre n de jeux.

2. Un tournoi de foot se joue entre cinq équipes A, B, C, D, E.

			Chaque équipe rencontre une et une seule fois chacune des autres. Les résultats sont les suivants : <table><tr><td>A</td><td></td><td>A</td><td>A</td><td>B</td><td>B</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td></tr><tr><td>bat tu</td><td></td><td>B</td><td>C</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>D</td><td>A</td><td>A</td></tr></table> Représenter ces résultats à l'aide d'un graphe.	A		A	A	B	B	B	C	D	E	bat tu		B	C	C	D	E	D	A	A
A		A	A	B	B	B	C	D	E														
bat tu		B	C	C	D	E	D	A	A														
		Dans un graphe non orienté, identifier des chaines, des chaines fermées, des cycles (les définitions en sont données). Dans un graphe orienté, identifier des chemins, des chemins fermés, des cycles (les définitions en sont données). Reconnaître si un graphe est connexe (la définition de la connexité est donnée).	Pour les graphes ci-dessous, étudier : - la possibilité de les parcourir sans lever le crayon et en passant une fois et une seule sur chaque arête ; - la possibilité de tracer des chemins passant une fois et une seule par tous les sommets. 																				
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est de montrer l'intérêt des graphes pour modéliser des interactions. En dehors des termes « sommet, arête, arc », la connaissance du vocabulaire spécifique aux graphes n'est pas exigible.																							

BLOC 2 Matrices

Matrice carrée 2×2 (définie comme un tableau de 4 nombres).

Matrices ligne 1×2 ; matrice colonne 2×1 .

Opérations :

Somme de matrices de même dimension, produit d'une matrice par un nombre réel.

Produit de deux matrices 2×2 .

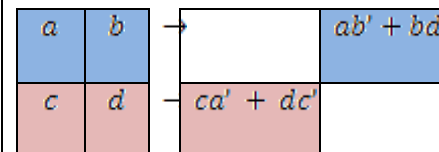
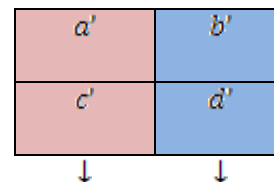
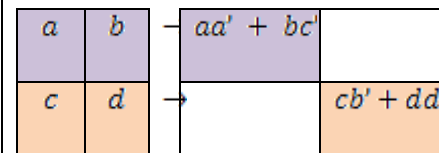
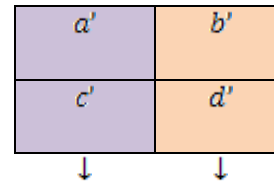
Produit d'une matrice 2×2 par une matrice 2×1 .

Produit d'une matrice 1×2 par une matrice 2×2 .

Représenter par des schémas

• la manière de calculer le terme i-j du produit de deux matrices carrées :

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{pmatrix} :$$



- la manière de calculer le produit d'une matrice carrée 2-2 par une matrice colonne 2-1 : $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$

$$\begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline y \\ \hline \end{array}$$

↓

$$\begin{array}{|c|c|} \hline a & b \\ \hline c & d \\ \hline \end{array} \rightarrow \begin{array}{|c|} \hline ax + by \\ \hline cx + dy \\ \hline \end{array}$$

- la manière de calculer le produit d'une matrice ligne 1-2 par une matrice carrée 2-2 : $(u \ v) \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline a & b \\ \hline c & d \\ \hline \end{array}$$

↓

↓

$$\begin{array}{|c|c|} \hline u & v \\ \hline \end{array} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline ua + vc & ub + vd \\ \hline \end{array}$$

		Identifier la j-ème colonne de la matrice $A \times B$ comme le produit de la matrice A par la j-ème colonne de B. Identifier la i-ème ligne de la matrice $A \times B$ comme le produit de la i-ème ligne de A par la matrice B.	
	Représentation matricielle d'une transformation géométrique du plan. Lien entre le produit de deux matrices 2×2 et la composée des transformations géométriques associées.	Représenter une transformation géométrique du plan par une écriture matricielle de la forme $X' = AX$, où X et X' sont des matrices 2×1 et A une matrice 2×2.	Parmi les transformations possibles : - les symétries orthogonales par rapport aux axes et aux deux diagonales ; - la symétrie centrale de centre O ; - les rotations de centre O. L'enseignant pourra proposer à des élèves plus avancés de calculer des matrices d'autres transformations.

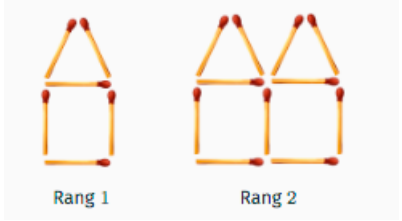
	Représentation matricielle d'un système linéaire de 2 équations à 2 inconnues.	Représenter un système linéaire de 2 équations à 2 inconnues $\begin{cases} ax + by = u \\ cx + dy = v \end{cases}$ par l'écriture matricielle $AX = B$, où $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \text{ et } B = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}.$	On note $A = \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$. Résoudre le système $\begin{cases} -2x + 3y = u \\ 4x - y = v \end{cases}$ Écrire la solution sous la forme $X = A'B$ Vérifier l'égalité $A \times A' = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$.
--	--	---	--

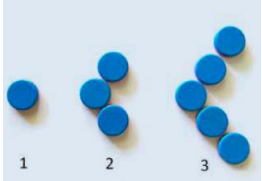
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.

L'objectif est d'introduire les matrices 2×2 et 2×1 , comme des tableaux de nombres permettant de représenter des transformations géométriques du plan et des systèmes linéaires. La formule donnant le coefficient i-j du produit de deux matrices n'est pas naturelle, mais est nécessaire pour que la matrice de la composée de deux transformations géométriques soit le produit des matrices de chacune. En S4, l'étude sera étendue aux matrices carrées de taille n et à leur utilisation pour représenter des graphes et des chaînes de Markov.

Année 3 Série SES

UA Nombres et calculs			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Suites de nombres réels		
	Définition d'une suite comme une application de $\mathbb{N}$ dans $\mathbb{R}$. Notations : $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ ou plus simplement (u_n). Notion d'indice.		
	Différents modes de génération d'une suite : - de manière explicite : $u_n = f(n)$; - par des motifs géométriques évolutifs (<i>patterns</i>) ; - par son premier terme et une relation de récurrence $u_{n+1} = f(u_n)$.	Représenter une suite donnée de manière explicite par le nuage de points $(n, f(n))$ à partir de la représentation graphique de la fonction f. Pour un entier n donné, calculer le terme d'indice n d'une suite donnée par une relation explicite ou par une relation de récurrence. Substituer à n une autre valeur littérale ; par exemple, calculer le terme d'indice $2n$ dans la suite (u_n).	Déterminer une relation explicite ou une relation de récurrence pour une suite de nombres correspondant à un motif géométrique. Exemple : Avec des allumettes, on construit une succession de maisons : au rang 1, la construction comporte une seule maison, au rang 2, elle comporte deux maisons accolées, etc.

			 Déterminer le nombre d'allumettes nécessaires à la construction à l'étape n. Écrire un algorithme permettant de calculer les termes d'une suite définie par son premier terme et une relation de récurrence. Coder cet algorithme en Python.
	Monotonie d'une suite. Suite croissante, suite décroissante.	Étudier les variations d'une suite quelconque à l'aide du signe de $u_{n+1} - u_n$. Pour une suite à termes strictement positifs, relier ses variations à la position de $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ par rapport à 1.	Proposer des exemples de suites non monotones : $((-1)^n)$, $(\sin(\frac{n\pi}{2}))$, etc.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les suites sont des outils, mathématiques permettant de modéliser les phénomènes évolutifs à évolution discrète (contrairement aux fonctions qui modélisent des évolutions continues). La notation (u_n), qui représente une suite permet de la distinguer de son terme général u_n. La distinction est la même qu'entre une fonction f et sa valeur générique $f(x)$. En début d'apprentissage, on peut accepter que les élèves parlent de la « suite u_n », mais il importe que la distinction soit			

	très claire pour eux concernant la nature des deux objets (une application d'un côté, un nombre réel de l'autre). Dans certains cas, une suite peut n'être définie que sur un sous-ensemble de $\mathbb{N}$: par exemple, la suite $\left(\frac{1}{n}\right)$ n'est définie que sur $\mathbb{N}^*$, et la suite $\left(\frac{1}{n(n-1)}\right)$ n'est définie que pour $n \geq 2$. La notion de limite d'une suite sera abordée en S4, en lien avec celle de limite d'une fonction, dans l'UA « Fonctions »		
BLOC 2	Suites arithmétiques		
	Définition, raison. Calcul du terme général. Monotonie. Lien avec les fonctions affines. Somme de termes consécutifs.	Calculer le terme général d'une suite arithmétique en fonction de son premier terme et de sa raison. Calculer $1 + 2 + \dots + n$.	Modéliser par une suite arithmétique une suite d'évolutions discrètes à accroissement constant. 1. Exemple de motif géométrique évolutif  Déterminer le nombre de jetons à l'étape n. 2. Exemple d'exercice possible Un arbre mesure un mètre lors de sa plantation et sa taille augmente chaque année de la même longueur.

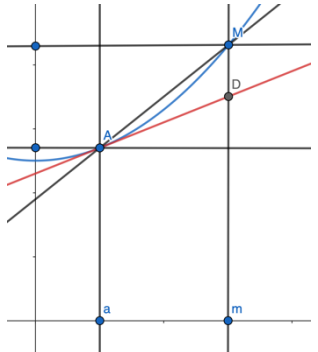
			On sait que la hauteur de l'arbre a doublé en deux ans. On note u_n la taille de l'arbre, en mètres au bout de n années. Exprimer u_n en fonction de n. Au bout de combien d'années la taille de l'arbre dépassera-t-elle 25 mètres ?
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les suites arithmétiques sont des modèles mathématiques permettant d'étudier des évolutions discrètes à accroissement constant. Elles sont à mettre en relation avec les fonctions affines, qui sont des modèles permettant d'étudier des évolutions continues à taux d'accroissement constant.		
BLOC 3	Suites géométriques de raison positive		
	Définition, raison. Calcul du terme général. Monotonie lorsque la raison est positive. Somme de termes consécutifs.	Calculer le terme général d'une suite géométrique en fonction de son premier terme et de sa raison. Représenter graphiquement le nuage de points (n, q^n) en distinguant les cas $0 < q < 1$, $q = 1$ et $q > 1$. Calcul de $1 + q + q^2 + \dots + q^n$ en discutant selon la valeur de q.	1. Modéliser par une suite géométrique le remboursement d'un emprunt à annuités constantes. 2. Comparer les croissances entre une suite arithmétique et une suite géométrique, Exemple d'exercice possible : Jules et Nelly décident d'acheter le même ordinateur portable. Ils ne disposent pas de la somme nécessaire

			pour régler immédiatement leur achat. Le vendeur leur propose des facilités de paiement. En incluant les intérêts, chacun devra verser un acompte et rembourser un total de 2 000\$ (acompte compris) sur une durée de 12 mois selon des modalités à définir. Jules choisit de verser 80\$ au moment de l'achat, puis il rembourse des mensualités fixes de 160\$ chacun des 12 mois suivants. Nelly verse 125\$ à l'achat, puis chacune de ses mensualités est supérieure de 3% à la mensualité précédente. Ainsi sa première mensualité dépasse de 3% les 125€ versés à l'acompte. Le 12^e mois, elle rembourse la différence entre les 2 000\$ dus et la somme totale qu'elle a déjà remboursée. Quelle somme totale Nelly a-t-elle remboursée à la fin du 11^e mois ? Quel est le montant de sa 12^e mensualité ? À partir de quel mois les mensualités de Nelly deviennent-elles plus élevées que celles de Jules ?
--	--	--	--

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.		
	Pour une suite géométrique, la comparaison de u_{n+1} et de u_n est plus simple en comparant leur quotient à 1 que leur différence à 0. Les suites géométriques sont des modèles mathématiques permettant d'étudier des évolutions discrètes dont le taux d'évolution $\frac{u_{n+1}-u_n}{u_n}$ est constant. Les suites géométriques (a^n) servent à introduire les fonctions exponentielles $x \rightarrow a^x$ dans l'unité d'apprentissage « Fonctions ».		
UA Calcul algébrique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Trinôme $ax^2 + bx + c = 0$ (avec $a \neq 0$) et équation du second degré		
	Propriétés d'un trinôme donné sous forme factorisée $a(x - x_1)(x - x_2)$: racines, signe. Expressions de la somme et du produit des racines en fonction des coefficients a , b et c de la forme développée du trinôme. Factorisation d'un trinôme dont on connaît une racine.	Dresser un tableau de signes pour déterminer le signe d'un trinôme donné sous forme factorisée.	Recherche d'une racine « évidente », (notamment 0, 1, -1), puis factorisation du trinôme.
	Forme canonique d'un trinôme.	Mettre un trinôme sous forme canonique, d'abord sur des expressions numériques, puis dans le cas général, sur une expression littérale.	Étude du texte historique d'Al Khwarizmi.

	Discriminant.	Connaître et appliquer les formules donnant le discriminant $\Delta = b^2 - 4ac$ et les racines quand elles existent : - cas $\Delta > 0$: deux racines $x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$, $x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$ - cas $\Delta = 0$: une racine double $x_0 = \frac{-b}{2a}$ - cas $\Delta < 0$: pas de racine réelle.	Déterminer deux nombres réels connaissant leur somme s et leur produit p à partir de la résolution de l'équation $x^2 - sx + p = 0$. Déterminer les côtés d'un rectangle dont on connaît l'aire et le périmètre.
	Racines.		
	Factorisation éventuelle.		
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il est indispensable de commencer par déterminer la forme canonique de trinômes à coefficients numériques, dans chacun des trois cas de la discussion, avant d'aborder l'étude générale. La connaissance des formules nécessite de la pratique, sur des exercices de difficulté très progressive, en commençant par transformer des trinômes dont les coefficients sont des entiers relatifs. Les élèves sont amenés à factoriser un trinôme en diversifiant les stratégies : recherche d'une racine évidente, détection des racines à partir des valeurs de leur somme et de leur produit, application des formules issues du discriminant.			
BLOC 2	Étude de la fonction $x \mapsto f(x) = ax^2 + bx + c$ (avec $a \neq 0$). Parabole représentative.		
	Sens de variation.	Déduire de sa forme canonique le tableau de variation d'une fonction trinôme.	

	Courbe représentative : parabole. Déterminer l'axe de symétrie et le sommet d'une parabole. Relier le signe de a à l'orientation de la parabole. Étudier l'intersection de la parabole d'équation $y = ax^2 + bx + c$ avec l'axe des abscisses.	Présenter aux élèves plusieurs paraboles et plusieurs trinômes et leur demander de relier chaque expression algébrique à la parabole correspondante.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Dans le cadre de cette UA qui relève de l'algèbre, le sens de variation d'une fonction trinôme n'utilise pas le signe de la dérivée, mais la forme canonique du trinôme et la connaissance des variations de la fonction carrée. L'utilisation de la dérivée sera traitée dans l'UA « Fonctions », ce qui permettra de revoir les résultats obtenus ici. Il convient donc de traiter l'UA « Calcul algébrique » avant l'UA « Fonctions ».			
UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Dérivation		
	Taux d'accroissement d'une fonction entre deux valeurs. Notation $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ si la fonction est définie par $y = f(x)$. Interprétation géométrique : pente	Calculer des taux d'accroissement pour les fonctions f, g, h, k définies par : $f(x) = ax + b$; $g(x) = x^2$. Déterminer les signes de ces taux et les	Calculer le taux d'accroissement d'une fonction simple autre que les fonctions de référence.

	d'une sécante à la courbe. Lien entre le signe du taux d'accroissement et les variations de la fonction.	relier au sens de variation de chaque fonction. Calculer le coefficient directeur d'une sécante passant par $A = (a, f(a))$ et $M = (x, f(x))$.	
	Tangente à la courbe représentative de la fonction f au point $A = (a, f(a))$ définie comme position limite des sécantes en ce point.		Utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour observer la position limite des sécantes en un point.  Exemples de fonctions non dérivables : Valeur absolue en 0, racine carrée en 0. Interprétation géométrique.
	Le nombre dérivé de f en a est défini	Déterminer graphiquement un nombre	Principe de l'approximation linéaire

	comme le coefficient directeur de la tangente en A. On admet que le coefficient directeur de la tangente est la limite du coefficient directeur des sécantes et on écrit : $f'(a) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}.$ Équation de la tangente en A. Meilleure approximation affine d'une fonction en un point : $f(x) = f(a) + (x - a)f'(a).$	dérivé par la pente de la tangente.	au voisinage d'un point : pour une fonction f donnée, calculer une valeur approchée de $f(a + h)$ pour une petite valeur de h en utilisant le nombre dérivé. Comparer avec la valeur exacte donnée par une calculatrice électronique.
	Différentes notations du nombre dérivé en a.	Faire les correspondances entre les notations de Lagrange et celles de Leibniz. Si l'évolution d'une grandeur y en fonction d'une grandeur x est modélisée par une fonction f : Pour le taux d'accroissement en a :	

		• notation de Leibniz $\left(\frac{dy}{dx}\right)_a$ très utilisée en physique. • Pour la dérivée en a : notations de Lagrange $f'(a)$ et de Leibniz $\left(\frac{dy}{dx}\right)_a$.	
	Fonction dérivée. Notations : si y est une grandeur qui varie en fonction d'une grandeur x selon la relation $y = f(x)$, • notation de Lagrange : f' ; • notation de Leibnitz : $\frac{dy}{dx}$; • notation de Newton : y'.	Interpréter f' comme une nouvelle fonction.	
	Dérivées des fonctions affines, carré, cube, inverse, racine carrée. Opérations sur les fonctions dérivées : dérivées d'une somme, d'un produit, d'un quotient (sous réserve d'existence).	Connaître les dérivées des fonctions de référence. Connaître et utiliser les formules : $(f + g)' = f' + g' ;$ $(fg)' = fg' + f'g ;$ $\left(\frac{1}{f}\right)' = -\frac{f'}{f^2}, \left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - g'f}{g^2} ;$ $\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - fg'}{g^2}$	

		Si $f(x) = g(ax + b)$, $f'(x) = a g'(ax + b)$ Appliquer les formules de dérivation pour calculer la dérivée d'une fonction se déduisant des fonctions de référence par opération ou par composition par une fonction affine.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. 1° L'invention de la notion de dérivée, vers la fin du XVII^e siècle, par Newton et Leibniz, a été une avancée majeure pour toutes les sciences. Elle se fonde sur l'hypothèse que les phénomènes naturels évoluent de manière linéaire quand on leur applique de très petites variations. 2° Les dérivées des fonctions carré, cube, inverse, racine carrée se ramènent toutes à la formule $(x^r)' = r x^{r-1}$. 3° Pour les fonctions modélisant des situations concrètes, on utilisera à la place de la lettre x une lettre faisant référence au nom de la grandeur qu'elle représente. Ainsi, le temps est désigné par la lettre t, la distance par la lettre d, la hauteur par la lettre h, l'intensité électrique par la lettre I, etc. 4° La maîtrise du calcul sur les dérivées suppose l'acquisition d'automatismes, à travers une pratique régulière et fréquente.		
BLOC 2	Sens de variation d'une fonction		
	Lien entre le sens de variation d'une fonction dérivable sur un intervalle et le signe de sa fonction dérivée (résultat admis). Interprétation graphique (signe de la pente des tangentes). Tableau de variations d'une fonction.	Déterminer, sur un intervalle donné, si une fonction est croissante ou décroissante Étudier le signe de la dérivée sur un intervalle pour obtenir le sens de variation d'une fonction.	Reprendre l'étude des variations de la fonction trinôme à l'aide du signe de sa dérivée. Exploiter les variations d'une fonction pour établir une inégalité ou étudier la position relative de deux courbes.

		Dresser des tableaux de variations de fonctions se ramenant aux fonctions de référence.	
	Extremum local, extremum global. Nombre dérivé en un extremum. Interprétation géométrique.	Utiliser l'exemple de la fonction cube en zéro pour mettre en évidence que la nullité du nombre dérivé n'est pas suffisante pour avoir un extremum local.	Résoudre des problèmes d'optimisation en déterminant les extremums d'une fonction sur un intervalle donné.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La définition d'un extremum local est donnée de manière heuristique, et interprétée sur la courbe représentative ou le tableau de variation.		
BLOC 3	Les fonctions exponentielles de base a ($a > 0$)		
	Pour tout réel a strictement positif, définition de la fonction $x \rightarrow a^x$ sur $\mathbb{R}^+$ comme prolongement à des valeurs positives non entières de la suite géométrique $(a^n)_{n \in \mathbb{N}}$; Extension à $\mathbb{R}^-$ en posant, pour tout $x \in \mathbb{R}^+$, $a^{-x} = \frac{1}{a^x}.$ Sens de variations selon les valeurs de a. Courbe représentative selon les valeurs	Prolonger à main levée le nuage de points $(n, 2^n)$ pour obtenir approximativement la courbe représentative sur $\mathbb{R}^+$ de la fonction $x \rightarrow 2^x.$ Utiliser une calculatrice pour dresser un tableau de valeurs sur $\mathbb{R}^-$ de la fonction $x \rightarrow 2^x$ afin de prolonger la courbe.	Pour une valeur numérique de a donnée, utiliser une calculatrice pour obtenir différentes valeurs prises par la fonction $x \rightarrow a^x$ afin d'en vérifier les propriétés. Utiliser une calculatrice graphique pour découvrir l'allure des courbes de différentes fonctions exponentielles selon les valeurs de a.

	de a .	Représenter graphiquement la courbe de la fonction $x \rightarrow a^x$, en discutant selon les valeurs de a. Représenter graphiquement les courbes des fonctions $x \rightarrow ka^x$ selon les valeurs de k et de a.	Comparer l'image par une fonction exponentielle de la moyenne arithmétique de deux nombres et la moyenne géométrique de leurs images.
	Propriétés algébriques : $a^{x+y} = a^x \times a^y ;$ $a^{x-y} = \frac{a^x}{a^y} ;$ Pour tout entier relatif n, $a^{nx} = (a^x)^n$.	Utiliser les propriétés algébriques pour transformer des expressions numériques ou littérales.	
	Cas particulier où $x = \frac{1}{n}$: fonction racine n -ième.	Utiliser la racine n -ième pour calculer un taux d'évolution moyen correspondant à n évolutions successives.	Calculer un taux d'évolution mensuel qui équivaut à un taux annuel donné.
	Croissance exponentielle	Lorsque $a > 1$, comparer, graphiquement et par le calcul les valeurs prises par a^x et par x^2 pour de grandes valeurs de x. Admettre qu'il en est de même en remplaçant x^2 par n'importe quelle puissance positive de x.	Modéliser une situation de croissance ou de décroissance exponentielle (évolution d'un capital à taux fixe, décroissance radioactive, croissance d'une population de bactéries, modèle démographique de Malthus).

		De même, lorsque $a < 1$, comparer les valeurs prises par a^x et $\frac{1}{x^2}$.	Sensibiliser les élèves à la rapidité d'une croissance ou d'une décroissance exponentielle.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le choix a été fait de présenter en S3 aux élèves de la série SES les fonctions exponentielles de base a sur $\mathbb{R}^+$ comme versions continues des suites géométriques de raison a . Les élèves sont sensibilisés au fait que ce sont de nouvelles fonctions, non polynomiales ou rationnelles. La comparaison des fonctions exponentielles et puissances permet de comprendre la rapidité de la croissance et de la décroissance exponentielles. La fonction exponentielle de base e sera présentée en S4 comme une fonction $x \rightarrow a^x$ particulière.			
UA Géométrie Le programme de géométrie en série SES est très différent de celui des séries MP et SVT. Il est adapté aux objectifs de formation de la série.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Résoudre des problèmes d'optimisation linéaire à deux variables		
	Régionnement du plan.	Caractériser analytiquement un demi-plan. Résoudre graphiquement un système d'inéquations linéaires. Caractériser par un système d'inéquations linéaires une région polygonale convexe du plan.	Représenter graphiquement des parties de plan définies par des inéquations linéaires.
	Programmation linéaire.	Résoudre graphiquement un problème qui conduit à maximiser ou à minimiser	Exemple possible de problème de programmation linéaire :

		une expression du type $ax + by$ sous plusieurs contraintes linéaires.	Un menuisier fabrique des armoires et des buffets. Il dispose pour cela d'au maximum 40 heures par semaine et d'au maximum 25 lots de planches par semaine. Pour fabriquer une armoire, il lui faut 3 heures de travail et il utilise 3 lots de planches. Pour fabriquer un buffet, il lui faut 5 heures de travail et il utilise 2 lots de planches. Soit x le nombre d'armoires fabriquées et y le nombre de buffets fabriqués par semaine. Représenter graphiquement les contraintes imposées à x et y. Le menuisier peut-il fabriquer 3 armoires et 6 buffets ? Si le menuisier fabrique 5 armoires, combien de buffets peut-il fabriquer au maximum ? Si une armoire est vendue 200€ et un buffet 280€, quel est le chiffre d'affaires maximum possible pour le menuisier ?
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.		

UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser la notion de probabilité conditionnelle		
	Probabilité conditionnelle d'un événement B sachant un événement A de probabilité non nulle. Notation $P_A(B)$. Formule des probabilités composées : $P(A \cap B) = P(A) \times P_A(B)$ Partition de l'univers : système complet d'événements. Formule des probabilités totales.	Calculer des probabilités conditionnelles lorsque les événements sont présentés sous la forme d'un tableau croisé d'effectifs. Construire un arbre de probabilités pour représenter une expérience aléatoire. Calculer des probabilités d'événements en sommant les probabilités d'issues associées aux différents chemins de l'arbre.	
	Formule de Bayes : $P_B(A) = \frac{P(A) \times P_A(B)}{P(A) \times P_A(B) + P(\bar{A}) \times P_{\bar{A}}(B)}$ Extension à un système complet de n événements.	Appliquer la formule de Bayes. Calculer la probabilité de l'intersection de deux événements indépendants.	Appliquer des raisonnements de type bayésien aux tests médicaux. Si M désigne l'événement « Être malade » et T l'événement « Réagir positivement au test » : - à partir d'un tableau de données issu d'un diagnostic médical sur une

	Indépendance de deux événements.		sous-population, calculer les fréquences de « Vrais positifs », et « Faux positifs » pour estimer $P_M(T)$ et $P_{\bar{M}}(T)$ - connaissant $P(M)$ (appelée prévalence de la maladie), appliquer la formule de Bayes pour calculer $P_T(M)$ et $P_{\bar{T}}(\bar{M})$. Comparer la fiabilité de deux tests médicaux. Appliquer une démarche de type bayésien dans d'autres contextes de classification (reconnaissance d'images, détection de messages non sollicités envoyés en masse, etc.).
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On évitera la notation $P(A/B)$ qui peut laisser croire que A/B est un événement. La formule de Bayes a longtemps été appelée formule de probabilité des causes car elle permet de « remonter le temps », c'est-à-dire de calculer la probabilité d'une cause (la maladie) à partir de celles de ses conséquences (la positivité ou la négativité d'un test). L'enseignant pourra présenter l'indépendance de deux événements de la manière suivante : pour un événement A de probabilité non nulle, B est indépendant de A si $P(B) = P_A(B)$, ce qui traduit que la réalisation de A n'a pas d'incidence sur celle de B. Il démontrera que la propriété d'indépendance est symétrique lorsque les probabilités de A et de B sont toutes deux non nulles.		

BLOC 2	Modéliser une expérience aléatoire à plusieurs épreuves		
	Expérience aléatoire à n épreuves : représentation d'une issue par un n-uplet. Représentation de l'expérience par un arbre.	Représenter une expérience aléatoire à plusieurs épreuves (indépendantes ou non) par un arbre de probabilité. Dans le cadre d'une expérience aléatoire à plusieurs épreuves, calculer des probabilités d'événements en sommant les probabilités d'issues associées aux différents chemins de l'arbre.	
	Répétition de n épreuves de Bernoulli identiques et indépendantes de paramètre p : schéma de Bernoulli. La probabilité d'une issue $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ est égale au produit des probabilités des composantes x_i. Représentation par un arbre de probabilités à n branches.		Lancers successifs d'une pièce de monnaie. Tirages successifs avec remise dans une urne contenant des boules de deux couleurs.
	Coefficient binomial, noté $\binom{n}{k}$, défini comme le nombre de chemins de l'arbre correspondant à k succès. Loi binomiale, notée $B(n, p)$, définie comme la loi du nombre de succès dans un schéma de Bernoulli.	Vérifier sur des exemples numériques et à l'aide d'un arbre que : $\binom{n}{0} = \binom{n}{n} = 1;$ $\binom{n}{1} = \binom{n}{n-1} = n$ $\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k};$ $\binom{n}{n-k} = \binom{n}{k};$	Si X est une variable aléatoire suivant une loi binomiale, calculer numériquement des probabilités du type $P(X = k)$; $P(X \geq k)$; $P(k \leq X \leq k')$ Représenter une loi binomiale par un diagramme en bâtons.

		Pour des valeurs numériques de n et de k, utiliser ces formules pour calculer des coefficients binomiaux de proche en proche. Reconnaître une loi binomiale dans une situation concrète. Exprimer les probabilités à l'aide des coefficients binomiaux.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On désigne oralement le symbole $\binom{n}{k}$ par la locution « k parmi n ». Les coefficients binomiaux sont présentés dans l'UA Probabilités en raison de leur place dans la loi binomiale, mais ils interviennent aussi de manière importante en calcul algébrique. Les coefficients binomiaux sont définis à partir de l'arbre de probabilité modélisant un schéma de Bernoulli et non comme le nombre de sous-ensembles à k éléments d'un ensemble à n éléments. Les calculs de coefficients binomiaux peuvent être effectués à la main pour de petites valeurs de n et de k, ou à la calculatrice.			
UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser les tableaux statistiques à double entrée		
	Tableau croisé d'effectifs mettant en jeu deux variables catégorielles.	Calculer des fréquences conditionnelles et des fréquences marginales à partir de la donnée d'un tableau croisé d'effectifs.	Les élèves sont amenés à travailler sur des variables catégorielles de natures diverses : des variables qualitatives (profession, espèce, département de résidence, marque, etc.), quantitatives

	Fréquence conditionnelle ; Fréquence marginale.	Compléter un tableau croisé d'effectifs à partir des fréquences conditionnelles ou marginales.	discrètes (niveau d'étude, degré de satisfaction de la clientèle) ou continues (tranches d'âge ou de durée de transport). Ils utilisent des données réelles relatives à des domaines variés (sécurité routière, démographie, économie, agronomie, climatologie, etc.). Ces données peuvent provenir, notamment, de l'institut haïtien de statistique et d'informatique-ISHI : (https://ihsi.gouv.ht/https://ihsi.gouv.ht/), de l'Unesco (http://data.uis.unesco.org/?lang=fr), de l'Organisation mondiale de la santé (https://data.who.int/fr), de l'Unicef (https://www.unicef.org/fr/th%C3%A8mes/donn%C3%A9es-et-rapports), ou de la Communauté caribéenne-CARICOM (https://statistics.caricom.org/).
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le domaine de la statistique est extrêmement important pour les sciences sociales. Il est susceptible de donner lieu à de nombreuses interactions avec elles, et à des mises en situation concrètes. Il est donc recommandé de les mettre à profit autant que possible.			

UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Notion de liste		
	Définition d'une liste : une liste est une suite finie modifiable d'objets numérotés à partir de 0. Écriture d'une liste entre crochets ; liste vide.	Générer une liste (en extension, par ajouts successifs ou en compréhension). Manipuler des éléments d'une liste (ajouts, suppressions) et leurs indices. Parcourir une liste. Itérer sur les éléments d'une liste.	On pourra proposer aux élèves d'écrire les scripts Python permettant de : - générer (en compréhension ou à l'aide d'une boucle for) la liste des 100 premiers nombres pairs ; - échanger deux éléments d'une liste donnée ; - étant donnée une liste d'entiers, donner la somme de ses éléments ; - donner la liste des diviseurs d'un entier donné ; - générer une variable aléatoire finie et qui calcule son espérance et son écart-type.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le lien est fait entre les listes informatiques et les suites étudiées en mathématiques.		

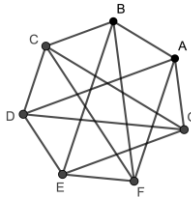
BLOC 2	Utiliser un outil numérique pour tracer des graphiques		
		Utiliser un tableur ou le langage Python pour représenter : - un nuage de points ; - un histogramme ; - la courbe représentative d'une fonction.	Représenter des données statistiques et des courbes de fonctions.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Aucun savoir spécifique sur la syntaxe du tableur ou du logiciel de programmation relatif à ces tracés n'est attendu des élèves. En cas de besoin, ils se réfèrent à l'aide en ligne du tableur ou du logiciel de programmation.		
UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui leur serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, calcul algébrique, arithmétique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de 3 ^{ème} année.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser le langage mathématique de base		
	Consolidation des notions sur les ensembles étudiées en S2. Produit cartésien de n ensembles.	En s'appuyant sur un diagramme, relier le complémentaire d'une réunion et l'intersection des complémentaires. En s'appuyant sur un diagramme, relier le complémentaire d'une	Écrire en extension l'univers correspondant à 2 tirages avec remise dans une urne contenant 3 boules rouges et deux boules vertes.

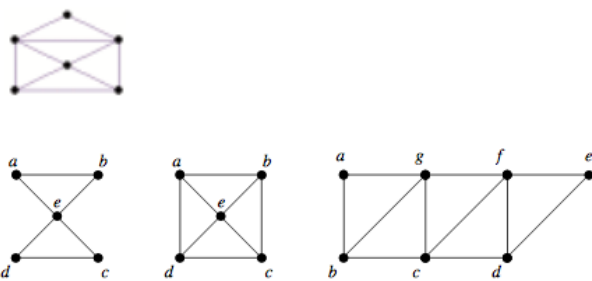
		intersection et la réunion des complémentaires. Exprimer à l'aide d'un produit cartésien l'univers correspondant à une expérience aléatoire à n épreuves.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques		
BLOC 2	Comprendre des propositions logiques exprimées dans le langage naturel ou dans le langage mathématique		
	Proposition mathématique.	Montrer par des exemples qu'une proposition mathématique peut être vraie (exemple : tout carré d'un nombre est positif ou nul) ou fausse (exemple : tout nombre entier naturel est pair). Identifier, dans une proposition mathématique, le statut de l'égalité en distinguant égalité (exemples : $8 = 8$, $11 - 9 = 2$), identité (exemples $(a + b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$, $(\cos x)^2 + (\sin x)^2 = 1$) et équation (exemple : $ax^2 + bx + c = 0$). Identifier, dans une proposition mathématique, le statut des lettres en distinguant inconnue, variable, paramètre. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la négation de	Les notions de logique sont introduites à partir de formulations dans le langage naturel avant d'être mobilisées dans des activités mathématiques relevant de la géométrie, des nombres, du calcul. Activité visant à faciliter la compréhension de l'importance de la place des quantificateurs : Comparer des propositions du type « Quel que soit le poisson, il existe un hameçon qui permet de l'attraper » et « Il existe un hameçon qui, quel que soit le poisson, permet de l'attraper ». Activité visant à faciliter la compréhension d'une implication :

	Quantificateurs universel (symbole $\forall$) et existentiel (symboles $\exists$; $\exists!$) Conditions nécessaire, suffisante, nécessaire et suffisante ; lien avec les symboles $\Rightarrow$, $\Leftarrow$, $\Leftrightarrow$.	propositions telles que : $\forall x \in E, x > 1$, où E est un sous-ensemble de $\mathbb{R}$ $\exists x \in \mathbb{Q}, x^2 = 2$. Identifier la condition nécessaire et la condition suffisante d'une implication : $A \Rightarrow B$: B est une condition nécessaire de A $B \Rightarrow A$: B est une condition suffisante de A $A \Leftrightarrow B$: A est une condition nécessaire et suffisante de B. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la réciproque d'une implication. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la contraposée d'une implication Faire la différence entre réciproque et contraposée. Formuler une équivalence logique.	On considère l'implication suivante : S'il y a un arc-en-ciel, alors il y a un rayon de soleil. Est-elle vraie ou fausse ? La réciproque de cette proposition est-elle vraie ou fausse ? Énoncer la contraposée de cette implication.
--	---	--	--

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques		
BLOC 3	Comprendre, mobiliser et formaliser des raisonnements mathématiques		
	Raisonnement par disjonction de cas.		Démontrer les assertions suivantes par disjonction de cas : - pour tout nombre réel a, $\sqrt{a^2} = a$ - pour tout nombre entier naturel n, $\frac{n(n+1)}{2}$ est un nombre entier.
	Raisonnement par l'absurde.	Faire le lien entre le raisonnement par l'absurde et la contraposée d'une implication.	On rappelle que $\sqrt{2}$ est un nombre irrationnel. En déduire, en raisonnant par l'absurde que, si a et b sont deux entiers relatifs tels que $a + b\sqrt{2} = 0$, alors $a = b = 0$.
	Raisonnement par récurrence.	Les élèves maîtrisent les trois étapes d'un raisonnement par récurrence : - formulation de la proposition $P(n)$ à démontrer pour tout entier naturel n ; - initialisation : on démontre que $P(0)$ est vraie ; - hérédité : on démontre que si $P(n)$ est vraie, alors $P(n + 1)$ est vraie.	Démontrer par récurrence que, pour tout entier naturel n : $1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}.$

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.		
Les élèves sont entraînés à passer du langage naturel au langage mathématique et vice-versa. Le raisonnement par l’absurde et le raisonnement par récurrence sont délicats. Leur maîtrise suppose que les élèves y soient confrontés fréquemment, et que la structure du raisonnement leur soit systématiquement explicitée.			
UA Matrices et graphes			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d’activités
BLOC 1	Théorie des graphes		
	Graphe non orienté : sommets, arêtes. Degré d’un sommet. Sommets adjacents ; exemple du graphe complet. Graphe orienté : sommets, arcs. Degré entrant et degré sortant d’un sommet.	Identifier, sur un graphe donné, les éléments qui le constituent : sommets (et leurs degrés), arêtes ou arcs, boucles. Modéliser une situation d’interactions par un graphe, orienté ou non.	Modéliser un réseau simple par un graphe (réseau de communication, réseau social, réseau routier). Étudier l’exemple historique des sept ponts de Königsberg. Exemples d’exercices possibles : 1. Sept amis passent une soirée ensemble et organisent une série de jeux engageant chacun deux joueurs. Au cours de la soirée, ils doivent tous participer au même nombre n de jeux, et ne doivent pas affronter plusieurs fois le même adversaire. a. Dans un premier temps, ils décident de choisir $n = 4$ et effectuent un tirage au sort pour déterminer toutes les doublettes qui s’affronteront au cours de la soirée. Le résultat du tirage au sort est représenté par le graphe ci-dessous. Interpréter ce graphe en termes de doublettes d’adversaires.

			 b. Est-il possible de choisir $n = 3$? c. Déterminer les différentes valeurs possibles pour le nombre n de jeux. 2. Un tournoi de foot se joue entre cinq équipes A, B, C, D, E. Chaque équipe rencontre une et une seule fois chacune des autres. Les résultats sont les suivants : <table><tr><td>A</td><td></td><td>A</td><td>A</td><td>B</td><td>B</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr><tr><td></td><td></td><td>B</td><td>C</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>D</td><td>A</td><td>A</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>bat</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>tu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Représenter ces résultats à l'aide d'un graphe.	A		A	A	B	B	B	C	D	E	E	E			B	C	C	D	E	D	A	A	C	D	bat												tu											
A		A	A	B	B	B	C	D	E	E	E																																								
		B	C	C	D	E	D	A	A	C	D																																								
bat																																																			
tu																																																			
		Dans un graphe non orienté fourni, identifier des chaines, des chaines fermées, des cycles (les définitions en sont données).	Pour les graphes ci-dessous, étudier : - la possibilité de les parcourir sans lever le crayon et en passant une fois et une seule sur chaque arête ; - la possibilité de tracer des chemins passant une fois et une seule par tous les sommets.																																																

		Dans un graphe orienté donné, identifier des chemins, des chemins fermés, des cycles (les définitions en sont données). Reconnaître si un graphe est connexe (la définition de la connexité est donnée).	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est de montrer l'intérêt des graphes pour modéliser des interactions. En dehors des termes « sommet, arête, arc », la connaissance du vocabulaire spécifique aux graphes n'est pas exigible.			
BLOC 2	Matrices		
	Matrice carrée 2×2 (définie comme un tableau de 4 nombres). Matrices ligne 1×2 ; matrice colonne 2×1. Opérations : Somme, produit d'une matrice par un nombre réel. Produit de 2 matrices 2×2. Produit d'une matrice 2×2 par une	Représenter par des schémas la manière de calculer le terme i-j du produit de deux matrices carrées : $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{pmatrix} :$	Exemples d'exercices possibles : 1. On considère les matrices suivantes : $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ -2 & 4 \end{pmatrix} \text{ et } B = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}.$ Calculer AB et BA et commenter le résultat. 2. On considère les matrices suivantes :

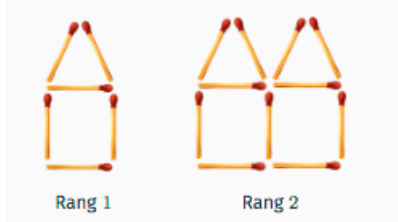
	matrice 2×1. Produit d'une matrice 1×2 par une matrice 2×2.	<table><tr><td>a'</td><td>b'</td></tr><tr><td>c'</td><td>d'</td></tr></table> ↓ ↓ <table><tr><td>a</td><td>b</td><td>→</td><td>$aa' + bc$</td><td></td></tr><tr><td>c</td><td>d</td><td>→</td><td></td><td>$cb' + dd'$</td></tr></table> <table><tr><td>a'</td><td>b'</td></tr><tr><td>c'</td><td>d'</td></tr></table> ↓ ↓ <table><tr><td>a</td><td>b</td><td>→</td><td></td><td>$ab' + bd'$</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td><td>→</td><td>$ca' + dc'$</td><td></td></tr></table> • la manière de calculer le produit d'une matrice carrée 2×2 par une matrice colonne 2×1 : $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$	a'	b'	c'	d'	a	b	→	$aa' + bc$		c	d	→		$cb' + dd'$	a'	b'	c'	d'	a	b	→		$ab' + bd'$	c	d	→	$ca' + dc'$		$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$ et $X = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$. Peut-on calculer AX ? XA ? $A^2 = A \times A$? X^2 ? Dans l'affirmative, effectuer les calculs. 3. Lors d'un examen, les élèves ont passé deux épreuves de mathématiques : une épreuve écrite de coefficient 6 et une épreuve orale de coefficient 4. Voici les notes de deux élèves : <table><tr><td></td><td>Épreuve écrite</td><td>Épreuve orale</td></tr><tr><td>Élève 1</td><td>13</td><td>15</td></tr><tr><td>Élève 2</td><td>12</td><td>17</td></tr></table> Transformer ce tableau en une matrice A. Écrire la matrice colonne C des coefficients de chaque épreuve. Interpréter les éléments de la matrice		Épreuve écrite	Épreuve orale	Élève 1	13	15	Élève 2	12	17
a'	b'																																							
c'	d'																																							
a	b	→	$aa' + bc$																																					
c	d	→		$cb' + dd'$																																				
a'	b'																																							
c'	d'																																							
a	b	→		$ab' + bd'$																																				
c	d	→	$ca' + dc'$																																					
	Épreuve écrite	Épreuve orale																																						
Élève 1	13	15																																						
Élève 2	12	17																																						

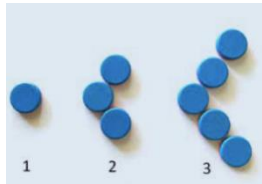
		<table border="1"><tr><td>x</td></tr><tr><td>y</td></tr></table> ↓ <table><tr><td><table border="1"><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td></tr></table></td><td>→</td><td><table border="1"><tr><td>$ax + by$</td></tr><tr><td>$cx + dy$</td></tr></table></td></tr></table>	x	y	<table border="1"><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td></tr></table>	a	b	c	d	→	<table border="1"><tr><td>$ax + by$</td></tr><tr><td>$cx + dy$</td></tr></table>	$ax + by$	$cx + dy$	$\frac{1}{10}AC.$			
x																	
y																	
<table border="1"><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td></tr></table>	a	b	c	d	→	<table border="1"><tr><td>$ax + by$</td></tr><tr><td>$cx + dy$</td></tr></table>	$ax + by$	$cx + dy$									
a	b																
c	d																
$ax + by$																	
$cx + dy$																	
		• la manière de calculer le produit d'une matrice ligne 1×2 par une matrice carrée 2×2 : $(u \ v) \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ <table><tr><td><table border="1"><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td></tr></table></td><td>↓</td><td>↓</td></tr><tr><td><table border="1"><tr><td>u</td><td>v</td></tr></table></td><td>→</td><td><table border="1"><tr><td>$ua + vc$</td><td>$ub + vd$</td></tr></table></td></tr></table>	<table border="1"><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td></tr></table>	a	b	c	d	↓	↓	<table border="1"><tr><td>u</td><td>v</td></tr></table>	u	v	→	<table border="1"><tr><td>$ua + vc$</td><td>$ub + vd$</td></tr></table>	$ua + vc$	$ub + vd$	
<table border="1"><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td></tr></table>	a	b	c	d	↓	↓											
a	b																
c	d																
<table border="1"><tr><td>u</td><td>v</td></tr></table>	u	v	→	<table border="1"><tr><td>$ua + vc$</td><td>$ub + vd$</td></tr></table>	$ua + vc$	$ub + vd$											
u	v																
$ua + vc$	$ub + vd$																

	Représentation matricielle d'un système linéaire de 2 équations à 2 inconnues.	Représenter un système linéaire de 2 équations à 2 inconnues par une écriture matricielle de la forme $AX = B$, où X et B sont des matrices 2×1 et A une matrice 2×2.	Pour des valeurs numériques des paramètres, représenter un système linéaire de 2 équations à 2 inconnues $\begin{cases} ax + by = u \\ cx + dy = v \end{cases}$ par l'écriture matricielle $AX = B$, où $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$, $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est d'introduire les matrices 2×2 et 2×1 comme des tableaux de nombres permettant de représenter des systèmes linéaires. La formule donnant le coefficient i-j du produit de deux matrices n'est pas naturelle. Même si la représentation matricielle des transformations géométriques planes ne figure pas au programme, il est important d'expliquer aux élèves que la formule est nécessaire pour que la matrice de la composée de deux transformations géométriques soit le produit des matrices de chacune. En S4, l'étude des matrices sera étendue aux matrices carrées de taille n et à leur utilisation pour représenter des graphes et des chaînes de Markov.		

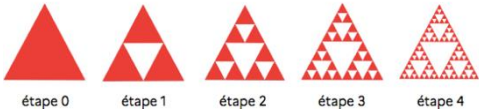
Année 3 : série « Sciences de la vie et de la Terre »

UA Nombres et calculs			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Suites de nombres réels		
	Définition d'une suite comme une application de $\mathbb{N}$ dans $\mathbb{R}$. Notations : $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ ou plus simplement (u_n). Notion d'indice.		
	Différents modes de génération d'une suite : - de manière explicite : $u_n = f(n)$; - par des motifs géométriques évolutifs (<i>patterns</i>) ; - par son premier terme et une relation de récurrence $u_{n+1} = f(u_n)$.	Représenter une suite donnée de manière explicite par le nuage de points $(n, f(n))$ à partir de la représentation graphique de la fonction f. Pour un entier n donné, calculer le terme d'indice n d'une suite donnée par une relation explicite ou par une relation de récurrence. Substituer à n une autre valeur littérale ; par exemple, calculer le terme d'indice	1. Déterminer une relation explicite ou une relation de récurrence pour une suite de nombres correspondant à un motif géométrique. Exemple : le problème des allumettes Avec des allumettes, on construit une succession de maisons : au rang 1, la construction comporte une seule maison, au rang 2, elle comporte deux maisons accolées, etc.

		$2n$ dans la suite (u_n) .	 Déterminer le nombre d'allumettes nécessaires pour réaliser la construction à l'étape n. 2. Écrire un algorithme permettant de calculer les termes d'une suite définie par son premier terme et une relation de récurrence. Coder cet algorithme en Python.
Monotonie d'une suite. Suite croissante, suite décroissante.	Étudier les variations d'une suite quelconque à l'aide du signe de $u_{n+1} - u_n$. Relier les variations d'une suite à termes strictement positifs à la position de $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ par rapport à 1.	3.Proposer des exemples de suites non monotones : $((-1)^n)$, $(\sin(\frac{n\pi}{2}))$, etc.	

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les suites sont des outils, mathématiques permettant de modéliser les phénomènes évolutifs à évolution discrète (contrairement aux fonctions qui modélisent des évolutions continues). La notation (u_n), qui représente une suite permet de la distinguer de son terme général u_n. La distinction est la même qu'entre une fonction f et sa valeur générique $f(x)$. En début d'apprentissage, on peut accepter que les élèves parlent de la « suite u_n », mais il importe que la distinction soit très claire pour eux concernant la nature des deux objets (une application d'un côté, un nombre réel de l'autre). Dans certains cas, une suite peut n'être définie que sur un sous-ensemble de $\mathbb{N}$: par exemple, la suite $\left(\frac{1}{n}\right)$ n'est définie que sur $\mathbb{N}^*$, et la suite $\left(\frac{1}{n(n-1)}\right)$ n'est définie que pour $n \geq 2$. La notion de limite d'une suite sera abordée en S4, en lien avec celle de limite d'une fonction, dans l'UA « Fonctions ».		
BLOC 2	Suites arithmétiques		
	Définition, raison. Calcul du terme général. Monotonie. Lien avec les fonctions affines. Somme de termes consécutifs.	Calculer le terme général d'une suite arithmétique en fonction de son premier terme et de sa raison. Calculer $1 + 2 + \dots + n$.	1.Exemple de motif géométrique évolutif :  Déterminer le nombre de jetons à l'étape n.

			2. Modéliser par une suite arithmétique une suite d'évolutions discrètes à accroissement constant. Exemple d'exercice possible Un arbre mesure un mètre lors de sa plantation et sa taille augmente chaque année de la même longueur. On sait que la hauteur de l'arbre a doublé en deux ans. On note u_n la taille de l'arbre, en mètres au bout de n années. Exprimer u_n en fonction de n. Au bout de combien d'années la taille de l'arbre dépassera-t-elle 25 mètres ?
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les suites arithmétiques sont des modèles mathématiques permettant d'étudier des évolutions discrètes à accroissement constant. Elles sont à mettre en relation avec les fonctions affines, qui sont des modèles permettant d'étudier des évolutions continues à taux d'accroissement constant.		

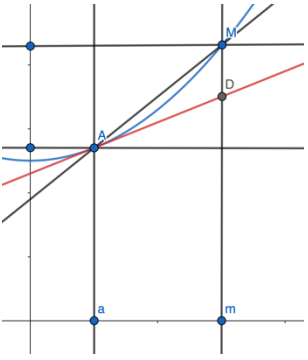
BLOC 3	Suites géométriques de raison positive		
	Définition, raison. Calcul du terme général. Monotonie. Somme de termes consécutifs.	Calculer le terme général d'une suite géométrique en fonction de son premier terme et de sa raison. Représenter graphiquement le nuage de points (n, q^n) en distinguant les cas $0 < q < 1$, $q = 1$ et $q > 1$. Calcul de $1 + q + q^2 + \dots + q^n$ en discutant selon la valeur de q.	1. Exemple de motif géométrique évolutif : triangle de Sierpinski  étape 0 étape 1 étape 2 étape 3 étape 4 Calculer l'aire de la surface rouge à l'étape n. 2. Modéliser par une suite géométrique le remboursement d'un emprunt à annuités constantes. 3. Comparer les croissances entre une suite arithmétique et une suite géométrique, Exemple d'exercice possible : Jules et Nelly décident d'acheter le même ordinateur portable. Ils ne disposent pas de la somme nécessaire pour régler immédiatement leur achat. En incluant les intérêts, chacun devra verser un acompte et rembourser un total de 2 000\$ (acompte compris) sur une durée de 12 mois, selon des modalités à définir.

			Jules choisit de verser 80\$ au moment de l'achat, puis il rembourse des mensualités fixes de 160\$ chacun des 12 mois suivants. Nelly verse 125\$ à l'achat, puis chacune de ses mensualités est supérieure de 3% à la mensualité précédente. Ainsi sa première mensualité dépasse de 3% les 125€ versés à l'acompte. Le 12^e mois, elle rembourse la différence entre les 2 000\$ dus et la somme totale qu'elle a déjà remboursée. Quelle somme totale Nelly a-t-elle remboursée à la fin du 11^e mois ? Quel est le montant de sa 12^e mensualité ? À partir de quel mois les mensualités de Nelly deviennent-elles plus élevées que celles de Jules ?
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les suites géométriques sont des modèles mathématiques permettant d'étudier des évolutions discrètes dont le taux d'évolution $\frac{u_{n+1}-u_n}{u_n}$ est constant. Le modèle mathématique continu analogue est celui des fonctions exponentielles de base $a : x \rightarrow a^x$.		

UA Calcul algébrique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Trinôme $ax^2 + bx + c = 0$ (avec $a \neq 0$) et équation du second degré		
	Propriétés d'un trinôme donné sous forme factorisée $a(x - x_1)(x - x_2)$: racines, signe. Expressions de la somme et du produit des racines en fonction des coefficients a, b et c de la forme développée du trinôme. Factorisation d'un trinôme dont on connaît une racine.	Dresser un tableau de signes pour déterminer le signe d'un trinôme donné sous forme factorisée.	Recherche d'une racine « évidente », (notamment 0, 1, -1), puis factorisation du trinôme.
	Forme canonique d'un trinôme. Discriminant. Racines. Factorisation éventuelle.	Mettre un trinôme sous forme canonique, d'abord sur des expressions numériques, puis dans le cas général, sur une expression littérale. Connaître et appliquer les formules donnant le discriminant $\Delta = b^2 - 4ac$ et les racines quand elles existent :	Étude des méthodes géométrique et algébrique d'Al Khwarizmi. Déterminer deux nombres réels connaissant leur somme s et leur produit p à partir de la résolution de l'équation $x^2 - sx + p = 0$. Déterminer les côtés d'un rectangle dont on connaît l'aire et le périmètre.

		- cas $\Delta > 0$: deux racines $x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$, $x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$ - cas $\Delta = 0$: une racine double $x_0 = \frac{-b}{2a}$ - cas $\Delta < 0$: pas de racine réelle.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il est indispensable de commencer par déterminer la forme canonique de trinômes à coefficients numériques, dans chacun des trois cas de la discussion, avant d'aborder l'étude générale. La connaissance des formules nécessite de la pratique, sur des exercices de difficulté très progressive, en commençant par transformer des trinômes dont les coefficients sont des entiers relatifs. Les élèves sont amenés à factoriser un trinôme en diversifiant les stratégies : recherche d'une racine évidente, détection des racines à partir des valeurs de leur somme et de leur produit, application des formules issues du discriminant.		
BLOC 2	Étude de la fonction $x \mapsto f(x) = ax^2 + bx + c$ (avec $a \neq 0$). Parabole représentative.		
	Sens de variation.	Déduire de sa forme canonique le tableau de variation d'une fonction trinôme.	
	Courbe représentative : parabole.	Déterminer l'axe de symétrie et le sommet d'une parabole. Relier le signe de a à l'orientation de la parabole.	Présenter aux élèves plusieurs paraboles et plusieurs trinômes et leur demander de relier chaque expression algébrique à

		Étudier l'intersection de la parabole d'équation $y = ax^2 + bx + c$ avec l'axe des abscisses.	la parabole correspondante.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.			
Dans le cadre de cette UA qui relève de l'algèbre, le sens de variation d'une fonction trinôme n'utilise pas le signe de la dérivée, mais la forme canonique du trinôme et la connaissance des variations de la fonction carrée. L'utilisation de la dérivée sera traitée dans l'UA « Fonctions », ce qui permettra de revoir les résultats obtenus ici. Il convient donc de traiter l'UA « Calcul algébrique » avant l'UA « Fonctions ».			
UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Dérivation		
	Taux d'accroissement d'une fonction entre deux valeurs. Notation $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ si la fonction est définie par $y = f(x)$. Interprétation géométrique : pente d'une sécante à la courbe.	Calculer des taux d'accroissement pour les fonctions f, g, h, k définies par : $f(x) = ax + b$; $g(x) = x^2$; $h(x) = \frac{1}{x}$; $k(x) = \sqrt{x}$. Déterminer les signes de ces taux et les relier au sens de variation de chaque fonction.	Calculer le taux d'accroissement d'une fonction simple autre que les fonctions de référence.

	Lien entre le signe du taux d'accroissement et les variations de la fonction.	Interpréter un taux d'accroissement : - comme une vitesse moyenne si la fonction représente une distance en fonction du temps ; - une pente si l'évolution la fonction représente la hauteur en fonction de la distance sur le sol.	
	Tangente à la courbe représentative de la fonction f au point $A = (a, f(a))$ définie comme position limite des sécantes en ce point.	Calculer le coefficient directeur d'une sécante passant par $A = (a, f(a))$ et $M = (x, f(x))$. Étudier sa limite quand $x \rightarrow a$. Déterminer graphiquement un nombre dérivé par la pente de la tangente. Construire la tangente en un point à partir du nombre dérivé.	Utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour observer la position limite des sécantes en un point.  Exemples de fonctions non dérivables : valeur absolue en 0, racine carrée en 0. Interprétation géométrique.
	Le nombre dérivé de f en a est défini	Pour les fonctions affines, la fonction	Principe de l'approximation

	comme le coefficient directeur de la tangente en A. On admet que le coefficient directeur de la tangente est la limite du coefficient directeur des sécantes et on écrit : $f'(a) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}.$ Équation de la tangente en A. Meilleure approximation affine d'une fonction en un point : $f(x) \sim f(a) + (x - a)f'(a).$	carré et la fonction inverse, calculer le nombre dérivé en un point. Démontrer que la fonction racine carrée n'est pas dérivable en 0 et interpréter géométriquement le résultat (tangente verticale).	linéaire au voisinage d'un point : pour une fonction f donnée, calculer une valeur approchée de $f(a + h)$ pour une petite valeur de h en utilisant le nombre dérivé. Comparer avec la valeur exacte donnée par une calculatrice électronique.
	Interprétation cinématique du nombre dérivé.	Dans le cas où la fonction modélise l'évolution de la distance en fonction du temps dans un mouvement linéaire, interpréter un nombre dérivé comme une vitesse instantanée.	Exemple d'exercice : Une bille est lâchée verticalement du haut d'une tour. Elle met 3 secondes pour atteindre le sol. On admet que la distance (en mètres) entre la bille et le sol dépend du temps (en secondes) selon la relation $d = 5t^2$. À l'aide d'une calculatrice ou

			d'un tableur, calculer les vitesses moyennes de la bille : - entre 0 et 3 secondes ; - entre 2 et 3 secondes ; - entre 2,5 et 3 secondes ; - entre 2,9 et 3 secondes ; - entre 2,99 et 3 secondes. Calculer la vitesse instantanée de bille quand elle touche le sol.
	Différentes notations du nombre dérivé en a.	Faire les correspondances entre les notations de Lagrange et celles de Leibniz. Si l'évolution d'une grandeur y en fonction d'une grandeur x est modélisée par une fonction f : Pour le taux d'accroissement en a : notation de Leibniz $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_a$ très utilisée en physique. Pour la dérivée en a : notations de Lagrange $f'(a)$ et de Leibniz $\left(\frac{dy}{dx}\right)_a$.	

	Fonction dérivée.	Interpréter f' comme une nouvelle fonction : • notation de Lagrange : f' ; • notation de Leibnitz : $\frac{dy}{dx}$; • notation de Newton : y'.	
	Dérivées des fonctions affines, carré, cube, inverse, racine carrée. Opérations sur les fonctions dérivées : dérivées d'une somme, d'un produit, d'un quotient (sous réserve d'existence). Dérivée de la composée d'une fonction par une fonction affine.	Connaître les dérivées des fonctions de référence. Connaître et utiliser les formules : $(f + g)' = f' + g';$ $(fg)' = fg' + f'g;$ $\left(\frac{1}{f}\right)' = \frac{-f'}{f^2}, \quad \left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - g'f}{g^2};$ $\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - fg'}{g^2}$ Si $f(x) = g(ax + b)$, $f'(x) = ag'(ax + b)$	

		Appliquer les formules de dérivation pour calculer la dérivée d'une fonction se déduisant des fonctions de référence par opération ou par composition par une fonction affine.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. 1° L'invention de la notion de dérivée, vers la fin du XVII^e siècle, par Newton et Leibniz, a été une avancée majeure pour toutes les sciences. Elle se fonde sur l'hypothèse que les phénomènes naturels évoluent de manière linéaire quand on leur applique de très petites variations. 2° Les dérivées des fonctions carré, cube, inverse, racine carrée se ramènent toutes à la formule $(x^r)' = r x^{r-1}$. 3° Pour les fonctions modélisant des situations concrètes, on utilisera à la place de la lettre x une lettre faisant référence au nom de la grandeur qu'elle représente. Ainsi, le temps est désigné par la lettre t, la distance par la lettre d, la hauteur par la lettre h, l'intensité électrique par la lettre I, etc. 4° La maîtrise du calcul sur les dérivées suppose l'acquisition d'automatismes, à travers une pratique régulière et fréquente.		
BLOC 2	Sens de variation d'une fonction		
	Lien entre le sens de variation d'une fonction dérivable sur un intervalle et le signe de sa fonction dérivée (résultat admis). Interprétation graphique (signe de la pente des tangentes). Tableau de variations d'une fonction.	Déterminer, sur un intervalle donné, si une fonction est croissante ou décroissante Étudier le signe de la dérivée sur un intervalle pour obtenir le sens de variation d'une fonction.	Reprendre l'étude des variations de la fonction trinôme à l'aide du signe de sa dérivée. Exploiter les variations d'une fonction pour établir une inégalité ou étudier la position relative de deux courbes.

		Dresser des tableaux de variations de fonctions se ramenant aux fonctions de référence.	
	Extremum local, extremum global. Nombre dérivé en un extremum. Interprétation géométrique.	Utiliser l'exemple de la fonction cube en zéro pour mettre en évidence que la nullité du nombre dérivé n'est pas suffisante pour avoir un extremum local.	Résoudre des problèmes d'optimisation en déterminant les extremums d'une fonction sur un intervalle donné.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La définition d'un extremum local est donnée de manière heuristique, et interprétée sur la courbe représentative ou le tableau de variation.		
BLOC 3	La fonction exponentielle		
	Définition de la fonction exponentielle comme l'unique fonction f qui vérifie l'équation $f' = f$ et la condition $f(0) = 1$. Toute fonction g vérifiant $g' = g$ est de la forme $x \mapsto k \exp(x)$ où k est une constante (résultat admis).		Écrire un algorithme et un script Python pour construire de manière approchée la courbe représentative de la fonction exponentielle par la méthode d'Euler.
	Propriétés de la fonction exponentielle : $\exp(x + x') = \exp(x) \times \exp(x')$	Calculer $\exp(2), \exp(3), \exp(n)$ en fonction de $\exp(1)$ pour justifier la notation e^x .	

$\exp(0) = 1$ $\exp(-x) = \frac{1}{\exp x}$ Pour tout nombre réel x , la suite $(\exp(nx))$ est géométrique. Notation $\exp(x) = e^x$ Le nombre e . Courbe représentative. Tangente en 0.	Transformer une expression en utilisant les propriétés algébriques de la fonction exponentielle.	
Croissance exponentielle	Comparer, graphiquement et par le calcul, les valeurs prises par e^x et x^2 pour de grandes valeurs de x . Admettre qu'il en est de même en remplaçant x^2 par n'importe quelle puissance positive de x .	Modéliser une situation de croissance ou de décroissance exponentielle (évolution d'un capital à taux fixe, décroissance radioactive, croissance d'une population de bactéries, modèle démographique de Malthus). Sensibiliser les élèves à la rapidité d'une croissance ou d'une décroissance exponentielle.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On ne présente aucune théorie générale sur les équations différentielles, ni même d'étude d'autres équations différentielles. On admet l'existence et l'unicité de la solution du problème $f' = f$; $f(0) = 1$. L'enseignant peut faire remarquer qu'on a ainsi résolu une équation dont l'inconnue est une fonction. Les élèves doivent comprendre que l'exponentielle est une nouvelle fonction, non polynomiale ou rationnelle, qui vérifie $\exp(x + x') = \exp(x) \times \exp(x')$, modélise des phénomènes nombreux, et qui a une évolution très rapide.		

BLOC 4	Fonctions trigonométriques		
	Cercle trigonométrique. Longueur d'un arc. Définition du radian comme la mesure d'un angle interceptant sur le cercle trigonométrique un arc de mesure 1. Correspondance radians-degrés.	Calculer des longueurs d'arcs de cercles.	
	Définition des deux fonctions cosinus et sinus. Périodicité. Parité. Symétries. Courbes représentatives.	Faire le lien avec le cosinus et le sinus dans le triangle rectangle. Placer un point sur le cercle trigonométrique. Tracer les courbes des fonctions cosinus et sinus. Utiliser le cercle trigonométrique pour trouver les valeurs des fonctions cosinus et sinus aux valeurs remarquables suivantes : $0, \pi, \frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{6}$ et utiliser les symétries pour les calculer en d'autres valeurs.	Utiliser le cercle trigonométrique pour résoudre des équations et des inéquations du type $\cos(x) = \frac{1}{2}; \sin(x) \leq -\frac{\sqrt{2}}{2};$ $\cos(x) > \frac{\sqrt{3}}{2}$ Modéliser un phénomène périodique (par exemple le mouvement d'un pendule simple) par une fonction trigonométrique. En lien avec la physique, introduire les notions d'amplitude, de pulsation, de phase.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il ne faut pas que les élèves assimilent la trigonométrie à une accumulation de formules impossibles à mémoriser. Puisque les formules d'addition ne sont pas au programme de S3, leur mémoire est ici uniquement sollicitée pour retenir l'image mentale du cercle trigonométrique, avec l'abscisse et l'ordonnée d'un point M données par $\cos \theta$ et $\sin \theta$, et la seule formule : $\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$ qui traduit que le point M appartient au cercle-unité. Ils sont entraînés à retrouver toutes les autres formules à partir de ces deux seuls éléments. Cette image mentale permet aussi de faire le lien avec le cosinus et le sinus dans le triangle rectangle.			
UA Géométrie			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser le produit scalaire dans le plan		
	Définition géométrique du produit scalaire de deux vecteurs à partir de la projection orthogonale. Formule avec le cosinus. Notation $\vec{u} \cdot \vec{v}$ Norme d'un vecteur. Caractérisation de l'orthogonalité. Propriétés du produit scalaire : bilinéarité, symétrie.	Calculer des produits scalaires de différentes manières : - en projetant l'un des vecteurs sur la droite orientée dirigée par l'autre ; - en décomposant l'un des vecteurs comme une somme bien choisie et en utilisant la bilinéarité. Utiliser le produit scalaire pour : - démontrer l'orthogonalité de deux droites ;	Développer $\ \vec{u} + \vec{v}\ ^2$ (Formule d'Al Kashi) Théorème de la médiane. Transformer l'expression $\overrightarrow{MA} \cdot \overrightarrow{MB}$ en utilisant le milieu I de $[AB]$, puis déterminer l'ensemble des points M tels que $\overrightarrow{MA} \cdot \overrightarrow{MB} = 0$.

		- calculer un angle ; - calculer une longueur.	
	Dans une base orthonormée, expressions du produit scalaire, de la norme, de la distance entre deux points.	Calculer des produits scalaires et des normes à l'aide des coordonnées des vecteurs.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le produit scalaire est un nouvel outil qui permet de traduire une propriété géométrique comme l'orthogonalité par une égalité numérique.		
BLOC 2	Géométrie analytique plane		
	Vecteur normal à la droite d'équation $ax + by = c$.	Déterminer une équation cartésienne d'une droite à partir de la donnée d'un point et d'un vecteur normal. Déterminer les coordonnées du projeté orthogonal d'un point sur une droite.	- Recherche de l'ensemble des points équidistants d'une droite et d'un point ;
	Équation d'un cercle de centre et de rayon donnés.	Reconnaître une équation de cercle, en déterminer le centre et le rayon.	- détermination de l'intersection d'un cercle avec une droite - détermination de l'intersection de deux cercles ;
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le pro Pour traiter analytiquement un problème géométrique, le choix d'un repère adapté mérite une attention particulière.		

BLOC 3	Géométrie vectorielle dans l'espace à trois dimensions		
	Calcul vectoriel dans l'espace : extension des opérations entre vecteurs du plan.		
	Vecteurs colinéaires. Vecteurs coplanaires.	Étudier si deux vecteurs sont colinéaires. Étudier si trois vecteurs sont coplanaires.	Traiter géométriquement des problèmes de configurations dans l'espace (alignement, colinéarité, parallélisme, coplanarité).
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'extension des vecteurs du plan à ceux de l'espace s'opère de façon naturelle. L'important est d'aborder les notions de colinéarité et de coplanarité.		
UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser la notion de probabilité conditionnelle		
	Probabilité conditionnelle d'un événement B sachant un événement A de probabilité non nulle. Notation $P_A(B)$. Formule des probabilités composées : $P(A \cap B) = P(A) \times P_A(B)$	Calculer des probabilités conditionnelles lorsque les événements sont présentés sous la forme d'un tableau croisé d'effectifs. Construire un arbre de probabilités pour représenter une expérience aléatoire. Utiliser cet arbre pour calculer des probabilités.	

			Appliquer une démarche de type bayésien dans d'autres contextes de classification (reconnaissance d'images, détection de messages non sollicités envoyés en masse, etc.).
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On évitera la notation $P(A/B)$ qui peut laisser croire que A/B est un événement. La formule de Bayes a longtemps été appelée formule de probabilité des causes car elle permet de « remonter le temps », c'est-à-dire de calculer la probabilité d'une cause (la maladie) à partir de celles de ses conséquences (la positivité ou la négativité d'un test). L'enseignant pourra présenter l'indépendance de deux événements de la manière suivante : pour un événement A de probabilité non nulle, B est indépendant de A si $P(B) = P_A(B)$, ce qui traduit que la réalisation de A n'a pas d'incidence sur celle de B. Il démontrera que la propriété d'indépendance est symétrique lorsque les probabilités de A et de B sont toutes deux non nulles.			
BLOC 2	Modéliser une expérience aléatoire à plusieurs épreuves		
	Expérience aléatoire à n épreuves : représentation d'une issue par un n-uplet. Représentation de l'expérience par un arbre de probabilité.	Représenter une expérience aléatoire à plusieurs épreuves (indépendantes ou non) par un arbre de probabilité. Dans le cadre de la succession de plusieurs tirages dans une urne, avec ou sans remise, calculer des probabilités d'événements en sommant les probabilités d'issues associées aux différents chemins de l'arbre.	
	Répétition de n épreuves de Bernoulli identiques et indépendantes de paramètre p : schéma de Bernoulli.		Lancers successifs d'une pièce de monnaie. Tirages successifs avec remise dans une urne contenant des

	La probabilité d'une issue $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ est égale au produit des probabilités des composantes x_i. Représentation par un arbre de probabilités à n branches.		boules de deux couleurs.
	Coefficient binomial, noté $\binom{n}{k}$, défini comme le nombre de chemins de l'arbre correspondant à k succès. Loi binomiale, notée $B(n, p)$, définie comme la loi du nombre de succès dans un schéma de Bernoulli.	Démontrer à l'aide d'un arbre que : $\binom{n}{0} = \binom{n}{n} = 1;$ $\binom{n}{1} = \binom{n}{n-1} = n$ $\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k};$ $\binom{n}{n-k} = \binom{n}{k};$ Pour des valeurs numériques de n et de k, utiliser ces formules pour calculer des coefficients binomiaux de proche en proche. Reconnaître une loi binomiale dans une situation concrète. Exprimer les probabilités à l'aide des coefficients binomiaux.	Si X est une variable aléatoire suivant une loi binomiale, les élèves seront amenés à : - calculer numériquement des probabilités du type $P(X = k); P(X \geq k);$ $P(k \leq X \leq k');$ - déterminer (éventuellement avec l'aide d'une calculatrice ou d'un logiciel de programmation) le plus petit entier naturel k tel que $P(X > k) \leq \alpha.$ Représenter une loi binomiale par un diagramme en bâtons.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On désigne oralement le symbole $\binom{n}{k}$ par la locution « k parmi n ». Les coefficients binomiaux sont définis à partir de l'arbre de probabilité modélisant un schéma de Bernoulli et non comme le nombre de sous-ensembles à k éléments d'un ensemble à n éléments. Les calculs de coefficients binomiaux peuvent être effectués à la main pour de petites valeurs de n et de k, ou à la calculatrice.			
UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser les tableaux statistiques à double entrée		
	Tableau croisé d'effectifs mettant en jeu deux variables catégorielles. Fréquence conditionnelle ; fréquence marginale.	Calculer des fréquences conditionnelles et des fréquences marginales à partir de la donnée d'un tableau croisé d'effectifs. Compléter un tableau croisé d'effectifs à partir des fréquences conditionnelles ou marginales.	Les élèves sont amenés à travailler sur des variables catégorielles de natures diverses : des variables qualitatives (profession, espèce, département de résidence, marque, etc.), quantitatives discrètes (niveau d'étude, degré de satisfaction de la clientèle) ou continues (tranches d'âge ou de durée de transport). Ils utilisent des données réelles relatives à des domaines variés (sécurité routière, démographie, économie, agronomie, climatologie, etc.). Ces données

			peuvent provenir, notamment, de l'institut haïtien de statistique et d'informatique-ISHI (https://ihsi.gouv.ht/), de l'Unesco : (http://data.uis.unesco.org/?lang=fr), de l'Organisation mondiale de la santé (https://data.who.int/fr), de l'Unicef (https://www.unicef.org/fr/th%C3%A8mes/donn%C3%A9es-et-rapports), ou de la Communauté caribéenne-CARICOM (https://statistics.caricom.org).
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.			
Le domaine de la statistique est celui qui est le plus susceptible de donner lieu à des interactions avec les autres domaines d'enseignement (sciences physiques, sciences de la vie et de la Terre), et à des mises en situation concrètes. Il est donc recommandé de mettre à profit ces interactions possibles.			
UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Notion de fonction informatique		
	Fonction informatique sans paramètre.	Écrire en Python une fonction avec ou sans paramètre.	Écrire des fonctions renvoyant l'aire d'une figure plane (carré,

	Fonction informatique à un ou plusieurs paramètres.		rectangle, triangle) ou le volume d'un solide (pyramide, cylindre) en fonction de leurs mesures. Écrire des fonctions de conversions d'unités. Utiliser une ou plusieurs fonctions pour simplifier le corps principal d'un programme.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La création d'une fonction permet de donner un nom à un ensemble d'instructions et de simplifier le corps principal d'un programme, en dissimulant un algorithme secondaire sous une commande unique, possédant le nom de la fonction. Une fonction est donc un sous-programme. Le mot « fonction » a donc un sens différent en mathématiques et en informatique. Autres précisions de vocabulaire : - un paramètre est une variable qui permet de faire varier le résultat d'une fonction selon les valeurs qui lui seront attribuées lors des différents appels de la fonction ; - un argument est une valeur passée à la place d'un paramètre lors de l'appel de la fonction.		
BLOC 2	Notion de liste		
	Définition d'une liste : une liste est une suite finie modifiable d'objets numérotés à partir de 0. Écriture d'une liste entre crochets ; liste vide.	Générer une liste (en extension, par ajouts successifs ou en compréhension). Manipuler des éléments d'une liste (ajouts, suppressions) et leurs indices.	On pourra proposer aux élèves d'écrire les scripts Python permettant de : - générer (en compréhension ou à l'aide d'une boucle for) la liste des 100 premiers nombres pairs ; - échanger deux éléments d'une

		Parcourir une liste. Itérer sur les éléments d'une liste.	liste donnée ; - étant donnée une liste d'entiers, donner la somme de ses éléments ; - donner la liste des diviseurs d'un entier donné ; - générer une variable aléatoire finie et qui calcule son espérance et son écart-type.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le lien est fait entre les listes informatiques et les suites étudiées en mathématiques.			
BLOC 3	Utiliser un outil numérique pour tracer des graphiques		
		Utiliser un tableur ou le langage Python pour représenter : - un nuage de points ; - un histogramme ; - la courbe représentative d'une fonction.	Représenter des données statistiques et des courbes de fonctions.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Aucun savoir spécifique sur la syntaxe du tableur ou du logiciel Python relatif à ces tracés n'est attendu des élèves. En cas de besoin, ils se réfèrent à l'aide en ligne du tableur ou du logiciel de programmation.		

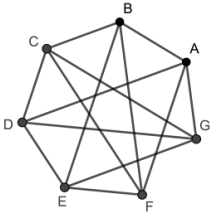
UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui leur serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, calcul algébrique, arithmétique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de 3^{ème} année.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Connaître et utiliser le langage mathématique de base		
	Consolidation des notions sur les ensembles étudiées en S2 Produit cartésien de n ensembles	En s'appuyant sur un diagramme, relier le complémentaire d'une réunion et l'intersection des complémentaires. En s'appuyant sur un diagramme, relier le complémentaire d'une intersection et la réunion des complémentaires. Exprimer à l'aide d'un produit cartésien l'univers correspondant à une expérience aléatoire à n épreuves.	Écrire en extension l'univers correspondant à 2 tirages avec remise dans une urne contenant 3 boules rouges et deux boules vertes.
BLOC 2	Comprendre des propositions logiques exprimées dans le langage naturel ou dans le langage mathématique		
	Proposition mathématique.	Montrer sur des exemples qu'une proposition mathématique peut être vraie (exemple : tout carré d'un nombre est positif ou nul) ou fausse (exemple : tout nombre entier naturel est pair). Identifier, dans une proposition mathématique, le statut de l'égalité en distinguant égalité (exemples : $8 = 8$,	Les notions de logique sont introduites à partir de formulations dans le langage naturel avant d'être mobilisées dans des activités mathématiques relevant de la géométrie, des nombres, du calcul.

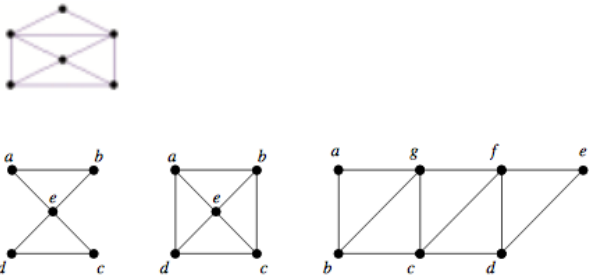
	Quantificateurs universel (symbole $\forall$) et existentiel (symboles $\exists$; $\exists!$) Conditions nécessaire, suffisante, nécessaire et suffisante ; lien avec les symboles $\Rightarrow$, $\Leftarrow$, $\Leftrightarrow$.	$11 - 9 = 2$), identité (exemples $(a + b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$, $(\cos x)^2 + (\sin x)^2 = 1$) et équation (exemple : $ax^2 + bx + c = 0$). Identifier, dans une proposition mathématique, le statut des lettres en distinguant inconnue, variable, paramètre. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la négation de propositions telles que : $\forall x \in E, x > 1$, où E est un sous-ensemble de $\mathbb{R}$ $\exists x \in \mathbb{Q}, x^2 = 2$. Identifier la condition nécessaire et la condition suffisante d'une implication : $A \Rightarrow B$: B est une condition nécessaire de A $B \Rightarrow A$: B est une condition suffisante de A $A \Leftrightarrow B$: A est une condition nécessaire et suffisante de B.	Activité visant à faciliter la compréhension de l'importance de la place des quantificateurs : Comparer des propositions du type « Quel que soit le poisson, il existe un hameçon qui permet de l'attraper » et « Il existe un hameçon qui, quel que soit le poisson, permet de l'attraper ». Activité visant à faciliter la compréhension d'une implication : On considère l'implication suivante : S'il y a un arc-en-ciel, alors il y a un rayon de soleil. Est-elle vraie ou fausse ? La réciproque de cette proposition est-elle vraie ou fausse ? Énoncer la contraposée de cette implication.
--	---	---	--

		Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la réciproque d'une implication. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la contraposée d'une implication Faire la différence entre réciproque et contraposée. Formuler une équivalence logique.	
BLOC 3	Comprendre, mobiliser et formaliser des raisonnements mathématiques		
	Raisonnement par disjonction de cas.		Démontrer les assertions suivantes par disjonction de cas : - pour tout nombre réel a, $\sqrt{a^2} = a$ - pour tout nombre entier naturel n, $\frac{n(n+1)}{2}$ est un nombre entier.
	Raisonnement par l'absurde.	Faire le lien entre le raisonnement par l'absurde et la contraposée d'une implication.	On rappelle que $\sqrt{2}$ est un nombre irrationnel. En déduire, en raisonnant par l'absurde que,

			si a et b sont deux entiers relatifs tels que $a + b\sqrt{2} = 0$, alors $a = b = 0$.
	Raisonnement par récurrence.	Les élèves maîtrisent les trois étapes d'un raisonnement par récurrence : - formulation de la proposition $P(n)$ à démontrer pour tout entier naturel n ; - initialisation : on démontre que $P(0)$ est vraie ; - hérédité : on démontre que si $P(n)$ est vraie, alors $P(n + 1)$ est vraie.	Démontrer par récurrence que, pour tout entier naturel n : $1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n + 1)}{2}$ Démontrer par récurrence que, pour $r \neq 1$ et tout entier naturel n $1 + r + r^2 + \dots + r^n = \frac{1 - r^{n+1}}{1 - r}.$ Démontrer par récurrence que, pour tout entier naturel non nul n, $2^n \geq n.$
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont entraînés à passer du langage naturel au langage mathématique et vice-versa. Le raisonnement par l'absurde et le raisonnement par récurrence sont délicats. Leur maîtrise suppose que les élèves y soient confrontés fréquemment, et que la structure du raisonnement leur soit systématiquement explicitée.		

UA Matrices et graphes			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Théorie des graphes		
	Graphe non orienté : sommets, arêtes, boucles. Degré d'un sommet. Sommets adjacents ; exemple du graphe complet. Graphe orienté : sommets, arcs, boucles. Degré entrant et degré sortant d'un sommet.	Identifier, sur un graphe donné, les éléments qui le constituent : sommets (et leurs degrés), arêtes ou arcs, boucles. Vérifier, sur des exemples, que la somme des degrés des sommets d'un graphe non orienté ne comportant pas de boucle est égal au double du nombre de ses arêtes. Modéliser une situation d'interactions par un graphe, orienté ou non.	Modéliser un réseau simple par un graphe (réseau de communication, réseau social, réseau routier). Créer un graphe non-orienté ou orienté représentant des relations entre des élèves, et discuter la signification du degré en termes de relations sociales. Étudier l'exemple historique des sept ponts de Königsberg. Exemples d'exercices possibles : 1. Sept amis passent une soirée ensemble et organisent une série de jeux engageant chacun deux joueurs. Au cours de la soirée, ils doivent tous participer au même nombre  de jeux, et ne doivent pas affronter plusieurs fois le même adversaire. a. Dans un premier temps, ils décident de choisir

			$n = 4$ et effectuent un tirage au sort pour déterminer toutes les doublettes qui s'affronteront au cours de la soirée. Le résultat du tirage au sort est représenté par le graphe ci-dessous. Interpréter ce graphe en termes de doublettes d'adversaires.  b. Est-il possible de choisir $n=3$? c. Déterminer les différentes valeurs possibles pour le nombre n de jeux. 2. Un tournoi de foot se joue entre cinq équipes A, B, C, D, E. Chaque équipe rencontre une et une seule fois chacune des autres. Les résultats sont les suivants : <table border="1" data-bbox="1247 1053 1904 1164"><tr><td>A</td><td></td><td>A</td><td>A</td><td>B</td><td>B</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr><tr><td>bat</td><td></td><td>B</td><td>C</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>D</td><td>A</td><td>A</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>tu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Représenter ces résultats à l'aide d'un graphe.	A		A	A	B	B	B	C	D	E	E	E	bat		B	C	C	D	E	D	A	A	C	D	tu											
A		A	A	B	B	B	C	D	E	E	E																												
bat		B	C	C	D	E	D	A	A	C	D																												
tu																																							
		Dans un graphe non orienté, identifier des chaines, des chaines fermées, des cycles (les définitions en sont données).	Pour les graphes ci-dessous, étudier : - la possibilité de les parcourir sans lever le crayon et en passant une fois et une seule sur chaque arête ; - la possibilité de tracer des chemins passant																																				

		Dans un graphe orienté, identifier des chemins, des chemins fermés, des cycles (les définitions en sont données). Reconnaître si un graphe est connexe (la définition de la connexité est donnée).	une fois et une seule par tous les sommets. 
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est de montrer l'intérêt des graphes pour modéliser des interactions. En dehors des termes « sommet, arête, arc », la connaissance du vocabulaire spécifique aux graphes n'est pas exigible.			
BLOC 2	Matrices		
Matrice carrée 2×2 (définie comme un tableau de 4 nombres). Matrices ligne 1×2; matrice colonne 2×1. Opérations : Somme de matrices de même dimension, produit d'une	Représenter par des schémas la manière de calculer le terme i-j du produit de deux matrices carrées : $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{pmatrix}$:	Exemples d'exercices possibles : 4. On considère les matrices suivantes : $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ -2 & 4 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$. Calculer AB et BA et commenter le résultat. 5. On considère les matrices suivantes :	

	matrice par un nombre réel. Produit de deux matrices 2×2. Produit d'une matrice 2×2 par une matrice 2×1. Produit d'une matrice 1×2 par une matrice 2×2.	a' b' c' d' ↓ ↓ a b c d $aa' + bc'$ $cb' + dd'$ a' b' c' d' ↓ ↓ a b c d $ab' + bd'$ $ca' + dc'$ la manière de calculer le produit d'une matrice carrée 2-2 par une matrice colonne 2-1 : $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$	$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$ et $X = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$. Peut-on calculer AX? XA? $A^2 = A \times A$? $X^2 = X \times X$? Si oui, effectuer les calculs. 6. Lors d'un examen, les élèves ont passé deux épreuves de mathématiques : une épreuve écrite de coefficient 6 et une épreuve orale de coefficient 4. Voici les notes de deux élèves à chaque épreuve : <table><tr><td></td><td>Épreuve écrite</td><td>Épreuve orale</td></tr><tr><td>Élève 1</td><td>13</td><td>15</td></tr><tr><td>Élève 2</td><td>12</td><td>17</td></tr></table> Transformer ce tableau en une matrice A. Écrire la matrice colonne C des coefficients de chaque épreuve. Interpréter les éléments de la matrice $\frac{1}{10}AC$.		Épreuve écrite	Épreuve orale	Élève 1	13	15	Élève 2	12	17
	Épreuve écrite	Épreuve orale										
Élève 1	13	15										
Élève 2	12	17										

		<table><tr><td>x</td></tr><tr><td>y</td></tr></table> ↓ <table><tr><td>a</td><td>b</td><td>→</td><td>$ax + by$</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td><td>→</td><td>$cx + dy$</td></tr></table> • la manière de calculer le produit d'une matrice ligne 1-2 par une matrice carrée 2-2 : $(u \ v) \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ <table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>c</td><td>d</td></tr></table> ↓ ↓ <table><tr><td>u</td><td>v</td><td>→</td><td>$ua + vc$</td><td>$ub + vd$</td></tr></table>	x	y	a	b	→	$ax + by$	c	d	→	$cx + dy$	a	b	c	d	u	v	→	$ua + vc$	$ub + vd$	
x																						
y																						
a	b	→	$ax + by$																			
c	d	→	$cx + dy$																			
a	b																					
c	d																					
u	v	→	$ua + vc$	$ub + vd$																		
Représentation matricielle d'un système linéaire de 2 équations à 2 inconnues.	Pour des valeurs numériques des paramètres, représenter un système linéaire de 2 équations à 2 inconnues	$\begin{cases} ax + by = u \\ cx + dy = v \end{cases}$																				

		par l'écriture matricielle $AX = B$, où $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$, $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est d'introduire les matrices 2×2 et 2×1 , comme des tableaux de nombres permettant de représenter des systèmes linéaires. La formule donnant le coefficient i-j du produit de deux matrices n'est pas naturelle. L'enseignant expliquera qu'elle est nécessaire pour que la matrice de la composée de deux transformations géométriques soit le produit des matrices de chacune. En S4, l'étude sera étendue aux matrices carrées de taille n et à leur utilisation pour représenter des graphes et des chaînes de Markov.		

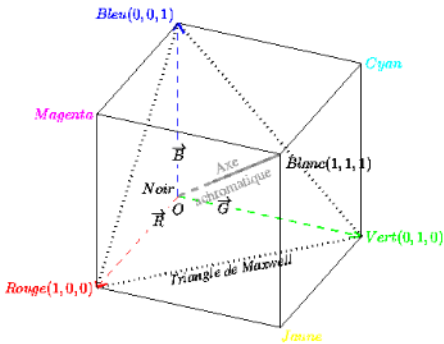
Année 4 : série « Langues, littérature et art »

UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Fonctions exponentielles de base a ($a > 0$)		
	Rappel des propriétés de la suite géométrique $(a^n)_{n \in \mathbb{N}}$: pour tous n et m entiers naturels, $a^{n+m} = a^n \times a^m$, $a^{nm} = (a^n)^m$. Pour tout réel a strictement positif,	Prolonger à main levée le nuage de points $(n, 2^n)$ pour obtenir approximativement la courbe représentative sur $\mathbb{R}^+$ de la fonction $x \mapsto 2^x$. Utiliser une calculatrice pour dresser un tableau de valeurs sur $\mathbb{R}^-$ de la	Pour une valeur numérique de a donnée, utiliser une calculatrice pour obtenir différentes valeurs prises par la fonction $x \mapsto a^x$ afin d'en vérifier les propriétés. Utiliser une calculatrice graphique

	définition de la fonction $x \mapsto a^x$ sur $\mathbb{R}^+$ comme prolongement à des valeurs positives non entières de la suite géométrique $(a^n)_{n \in \mathbb{N}}$ vérifiant ces mêmes propriétés. Extension à $\mathbb{R}^-$ en posant, pour tout $x \in \mathbb{R}^+$, $a^{-x} = \frac{1}{a^x}.$ Sens de variations selon les valeurs de a. Courbe représentative selon les valeurs de a.	fonction $x \mapsto 2^x$ afin de prolonger la courbe. Représenter graphiquement la courbe de la fonction $x \mapsto a^x$, en discutant selon les valeurs de a.	pour découvrir l'allure des différentes courbes selon les valeurs de a.
	Propriétés algébriques : $a^{x+y} = a^x \times a^y ;$ $a^{x-y} = \frac{a^x}{a^y} ;$ Pour tout entier relatif n, $a^{nx} = (a^x)^n$.	Utiliser les propriétés algébriques pour transformer des expressions numériques ou littérales.	
	Utilisation de l'égalité $a^{2x} = (a^x)^2$ pour		

	$x = \frac{1}{2}$ pour écrire $\sqrt{a}$ sous la forme $a^{\frac{1}{2}}$. Racine n-ième du nombre a : Égalité $a^{nx} = (a^x)^n$ pour $x = \frac{1}{n}$; $a^{\frac{1}{n}}$ est l'unique nombre positif dont la puissance n-ième est égale à a.	Utiliser la racine n-ième pour calculer un taux d'évolution moyen correspondant à n évolutions successives.	Calculer le taux d'évolution moyen d'une population qui a doublé sur quarante années. Calculer un taux d'évolution mensuel équivalent à un taux annuel donné.
	Croissance exponentielle.	Lorsque $a > 1$, comparer, graphiquement et par le calcul les valeurs prises par a^x et par x^2 pour de grandes valeurs de x. Admettre qu'il en est de même en remplaçant x^2 par n'importe quelle puissance positive de x. De même, lorsque $a < 1$, comparer les valeurs prises par a^x et $\frac{1}{x^2}$.	Modéliser une situation de croissance ou de décroissance exponentielle (évolution d'un capital à taux fixe, décroissance radioactive, croissance d'une population de bactéries, modèle démographique de Malthus). Sensibiliser les élèves à la rapidité d'une croissance ou d'une décroissance exponentielle.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont sensibilisés au fait que la fonction exponentielle est une nouvelle fonction, non polynomiale ou rationnelle.			

UA Géométrie			
Le programme de géométrie de la série LLA est très différent de celui des autres séries. L'objectif est de faire découvrir aux élèves différents modes de représentations d'images.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Comprendre et utiliser la perspective centrale comme représentation plane de l'espace à trois dimensions		
	Dans l'espace à trois dimensions, projection centrale sur un plan ne contenant pas le centre de la projection. Vocabulaire : point de vue, plan de représentation, plan frontal. Propriétés conservées par une projection centrale : alignement, contact. Propriétés non conservées : longueurs, milieux, rapports de longueurs, parallélisme. Point de fuite d'une droite. Point de fuite principal. Ligne de fuite d'un plan non frontal. Ligne d'horizon.	Construire l'image d'un quadrillage dans une projection centrale. Représenter en perspective centrale : - un prisme ; - une pyramide.	Réaliser l'expérience dite de l'ombre au flambeau : observer sur un mur ou au sol les ombres d'objets éclairés par une source lumineuse ponctuelle. Analyser le dispositif historique de la fenêtre de Dürer. Construire l'image d'un parallélépipède rectangle ayant au moins une arête en vraie grandeur.

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques La perspective centrale est celle utilisée par les peintres pour représenter le monde à trois dimensions. La compréhension de son fondement mathématique est importante pour les élèves de la série LLA.		
BLOC 2	Acquérir les notions de base sur les images numériques en couleur		
	Bases de trois couleurs, dites couleurs primaires. Les deux principes de combinaison des couleurs: -la synthèse additive ; -la synthèse soustractive. Dans le cas de la synthèse additive, base formée des trois couleurs Rouge, Vert, Bleu (R,V,B). La superposition des trois couleurs de la base donne le blanc et l'absence de couleur donne le noir. Dans le cas de la synthèse soustractive, base formée des 3 couleurs Cyan, Magenta, Jaune (C,M,J). La superposition des trois couleurs de la	Représenter une couleur par ses coordonnées dans la base (RVB) ou dans la base (C,M,J). Utiliser la synthèse additive ou la synthèse soustractive pour obtenir des mélanges de couleurs.	Représenter le modèle colorimétrique RVB par un cube et y placer les différentes couleurs :  Transformer une image en couleur en une image en niveaux de gris en moyennant les valeurs prises sur les trois couleurs de base.

	base donne le noir et l'absence de couleur donne le blanc.		
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La synthèse additive correspond à l'addition de lumière obtenue en projetant des spots lumineux sur un fond noir. Elle est utilisée pour les moniteurs d'ordinateurs ou les écrans de télévision. La synthèse soustractive correspond à la soustraction de lumière obtenue en superposant des filtres sur une surface blanche. Elle est utilisée en peinture et dans les imprimantes numériques.			
UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Répétition d'épreuves aléatoires indépendantes		
	Expérience aléatoire à n épreuves indépendantes : représentation d'une issue par un n -uple. La probabilité d'une issue $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ est égale au produit des probabilités des composantes x_i .	Représenter un schéma de Bernoulli par un arbre de probabilités à n branches. Pour de petites valeurs de n , calculer des probabilités d'événements en sommant les probabilités d'issues associées aux différents chemins de l'arbre.	Lancers successifs d'une pièce de monnaie. Tirages successifs avec remise dans une urne contenant des boules de deux couleurs.
	Répétition de n épreuves de Bernoulli identiques et indépendantes de paramètre p : schéma de Bernoulli. Représentation par un arbre de	Reconnaître une loi binomiale dans une situation concrète. La représenter par un arbre de probabilité, et calculer des probabilités en comptant le nombre de chemins,	Raisonner sur l'arbre pour calculer dans le cas général les probabilités des événements $(X = 0)$; $(X = n)$; $(X = 1)$; $(X = n - 1)$.

	probabilités. Loi binomiale, notée $B(n, p)$, définie comme la loi du nombre de succès dans un schéma de Bernoulli. Espérance (valeur admise).	Donner la valeur de l'espérance et l'interpréter dans le contexte de la situation proposée.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif de cette UA est d'introduire la loi binomiale, et de calculer des probabilités à partir de sa représentation par un arbre de probabilité. Aucune connaissance n'est attendue sur les coefficients binomiaux.			
UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Séries statistiques à deux variables quantitatives		
	Nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives.	Représenter un nuage de points à partir de la donnée de deux variables quantitatives.	
	Ajustement affine d'un nuage de points.	Déterminer un ajustement affine au jugé. Utiliser un tableur ou une calculatrice pour déterminer la droite des moindres carrés.	Dans un premier temps, les ajustements affines sont réalisés graphiquement « au jugé ». L'appréciation de leur qualité peut faire l'objet d'une discussion au sein de la classe. Dans un deuxième temps, l'enseignant pourra présenter aux élèves la méthode des moindres carrés : recherche d'une droite

		Utiliser un ajustement affine pour interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues.	d'équation $y = ax + b$ réalisant le minimum de $\sum_i (y_i - ax_i)^2$ pour le nuage de points $(x_i; y_i)$. Il donne l'interprétation géométrique de ce minimum. Les élèves effectuent les calculs des coefficients a et b à la calculatrice ou à l'aide d'un tableur. L'enseignant privilégie les contextes réels. Les élèves sont entraînés à exercer leur esprit critique sur la pertinence, au regard des données et de la situation étudiée, d'une modélisation par un ajustement affine et sur les limites des extrapolations faites dans ce cadre.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont sensibilisés à bien différencier causalité et corrélation. Ceci est une compétence mathématique, bien sûr, mais aussi une compétence citoyenne.		

UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Notion de fonction informatique		
	Fonction informatique sans paramètre. Fonction informatique à un ou plusieurs paramètres.	Écrire en Python une fonction avec ou sans paramètre.	Écrire des fonctions de conversions d'unités, par exemple le passage des degrés Celsius en degrés Fahrenheit et réciproquement, le passage du système métrique en unités US et réciproquement. Écrire une fonction Python qui prend en argument un entier naturel non nul et qui renvoie la liste des bits de son écriture en base 2. Écrire une fonction Python qui prend en argument une liste de 0 et de 1 et qui renvoie le nombre entier écrit en base 10 dont cette liste est l'écriture en base 2.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La création d'une fonction permet de donner un nom à un ensemble d'instructions et de simplifier le corps principal d'un programme, en dissimulant un algorithme secondaire sous une commande unique, possédant le nom de la fonction. Une fonction est donc un sous-programme.		

	Le mot « fonction » a donc un sens différent en mathématiques et en informatique. Toujours au niveau du vocabulaire : - un paramètre est une variable qui permet de faire varier le résultat d'une fonction selon les valeurs qui lui seront attribuées lors des différents appels de la fonction ; - un argument est une valeur passée à la place d'un paramètre lors de l'appel de la fonction.		
BLOC 2	Utiliser un tableur ou un langage de programmation textuel pour simuler une expérience aléatoire		
	Fonction ALEA () du tableur retournant un nombre aléatoire compris entre 0 inclus et 1 exclu. Fonction random() de la bibliothèque random du logiciel Python retournant un nombre aléatoire compris entre 0 inclus et 1 exclu. Fonction randint(a,b) de la bibliothèque random du logiciel Python retournant un nombre entier aléatoire compris entre les entiers a inclus et b inclus.	À l'aide des fonctions ALEA() et ENT() du tableur, écrire une fonction renvoyant de manière aléatoire un nombre entier compris entre deux entiers a et b. Simuler au tableur ou en Python le lancer d'une pièce de monnaie. Simuler au tableur ou en Python le lancer d'un dé à 6 faces.	Simuler au tableur 100, puis 1000, puis 5000 lancers successifs d'un dé à six faces bien équilibré. Dans chaque cas, représenter par un histogramme la distribution des fréquences d'apparition de chaque chiffre entre 1 et 6 et les comparer à la probabilité correspondante. Réaliser des activités similaires en Python.
UA Raisonnement, logique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Représenter des ensembles par un diagramme		

Itération de motifs géométriques (en anglais <i>patterns</i>).	Mener des raisonnements sur l'itération de motifs	Exemple de raisonnement en lien avec une d'itération de motifs géométriques : empilement de triangles équilatéraux									
		<table><tr><td>1 rangée</td><td></td><td>1 triangle</td></tr><tr><td>2 rangées</td><td></td><td>4 triangles</td></tr><tr><td>3 rangées</td><td></td><td>9 triangles</td></tr></table>	1 rangée		1 triangle	2 rangées		4 triangles	3 rangées		9 triangles
1 rangée		1 triangle									
2 rangées		4 triangles									
3 rangées		9 triangles									
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques											
L'objectif est de présenter aux élèves les diagrammes de Venn comme outils de représentation d'ensembles, de revoir les deux types de raisonnement étudiés en S3 (par disjonction de cas et par l'absurde) et d'aborder la notion d'itération à la base du principe de récurrence) sur la base de motifs géométriques.											

Année 4 : série « Mathématiques et physique »

UA Nombres et calculs			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Divisibilité dans $\mathbb{Z}$, division euclidienne		
	Extension à $\mathbb{Z}$ des notions de multiple et de diviseur.	Utiliser le calcul littéral pour traduire qu'un entier relatif a est un multiple d'un entier relatif b non nul et démontrer les propriétés de stabilité : - si a divise b et c, alors a divise tout nombre de la forme $au + bv$, où u et v sont des entiers relatifs ; - si a divise b et si b divise c, alors a divise c. - etc. Déterminer et utiliser la liste des diviseurs d'un nombre entier.	Exemple d'exercice possible : Déterminer tous les couples d'entiers naturels (m,n) tels que $m^2 - 2mn = 15$. Déterminer tous les entiers relatifs n tels que $n - 3$ divise $n + 5$. Écrire un algorithme permettant de déterminer la liste des diviseurs positifs d'un entier naturel. Coder cet algorithme en Python.
	Division euclidienne d'un entier naturel a par un entier naturel non nul b .	Interpréter graphiquement la division euclidienne en représentant sur une demi-droite graduée les deux multiples consécutifs de b encadrant a et le reste r .	Extension à la division euclidienne d'un entier négatif par un entier naturel non nul.

		Démontrer l'existence et l'unicité du quotient et du reste dans la division euclidienne.	Exemple d'exercices possibles : Déterminer tous les entiers naturels dont, dans division euclidienne par 4, le quotient est égal au reste.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les notions de multiple et de diviseur dans l'ensemble des entiers naturels sont déjà connues des élèves. Il s'agit ici de les étendre à l'ensemble des entiers relatifs, dont la structure d'anneau en fait le cadre d'étude privilégié. Cependant, il est inutile de s'étendre sur la division euclidienne d'un entier négatif a par un un entier naturel b non nul. Si les élèves sont confrontés à ce type de situation, ils se ramènent au cas habituel en posant $a' = -a$.		
BLOC 2	Congruences dans $\mathbb{Z}$		
	Relation de congruence modulo un entier naturel non nul ; notation. Lien avec la notion de multiple : $a \equiv b (n)$ si et seulement si $a - b$ est un multiple de n. La congruence est une relation d'équivalence compatibilité avec les opérations (addition, multiplication). En corollaire, compatibilité avec les puissances.	Utiliser une disjonction de cas pour dresser un tableau de congruences. Utiliser les congruences pour démontrer les critères de divisibilité par 3 et 9 et pour déterminer un critère de divisibilité par 11. Résoudre des congruences.	Exemples d'exercices possibles : Déterminer, selon les valeurs de n, les valeurs possibles pour le reste de dans la division euclidienne de 7^n par 10. En déduire le chiffre des unités de 7^{98}. Déterminer les restes possibles dans la division euclidienne de $4n$ par 9. Résoudre la congruence : $4n \equiv 5 (9)$.

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Toute introduction de l'ensemble $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ est exclue. Des questions relatives aux congruences, apparemment gratuites, ont donné lieu à des applications contemporaines spectaculaires en cryptographie ou en codage.		
BLOC 3	Diviseurs communs, PGCD		
	Diviseurs communs à deux entiers naturels non nuls a et b. Plus grand diviseur commun. L'ensemble des diviseurs communs à a et b est l'ensemble des diviseurs de leur PGCD. Algorithme d'Euclide. Nombres premiers entre eux.	Démontrer que l'ensemble des diviseurs communs à a et b est aussi l'ensemble des diviseurs communs à b et au reste r de la division euclidienne de a par b. Écrire l'algorithme d'Euclide et démontrer qu'il « termine ».	Exemples d'exercices possibles : 1.Déterminer le PGCD de 1551 et 132. 2.Soit n un entier naturel strictement supérieur à 1. On pose $a = 5n + 7$ et $b = n + 1$. Déterminer le PGCD de a et b en discutant selon les valeurs de n.
	Identité de Bézout : Si d est le PGCD de a et b, alors il existe deux entiers relatifs u et v tels que $d = au + bv$ (démonstration admise)	Sur un exemple numérique, « remonter » l'algorithme d'Euclide pour déterminer un couple (u, v) solution. Faire figurer dans un tableau les différentes étapes de l'algorithme.	Démontrer l'identité de Bézout en considérant le plus petit entier naturel de la forme $au + bv$. Écrire un algorithme permettant de déterminer un couple (u, v) solution et coder cet algorithme en Python.
	Caractérisation des nombres premiers	Utiliser le théorème de Bézout pour démontrer que, si a est un entier relatif	Déterminer un entier relatif

	entre eux par le théorème de Bézout : Deux entiers relatifs a et b sont premiers entre eux si et seulement s'il existe deux entiers relatifs u et v tels que $au + bv = 1$.	donné, la congruence $a \times x \equiv 1(n)$ a des solutions si et seulement si a et n sont premiers entre eux.	x vérifiant $17x \equiv 1(26)$
	Le théorème de Gauss : Pour trois entiers relatifs a, b, c non nuls : Si a divise bc et si a est premier avec b , alors a divise c .	Démontrer le théorème de Gauss. Utiliser les théorèmes de Bézout et de Gauss pour résoudre des équations diophantiennes.	Déterminer un couple (u, v) d'entiers relatifs tels que $4u - 3v = 1$ et en déduire un couple (x_0, y_0) solution de l'équation (E) : $4x - 3y = 5$. Déterminer l'ensemble des couples solutions de (E).
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il importe d'attirer l'attention des élèves sur deux points délicats : - dans l'identité de Bézout, le couple (u, v) n'est pas unique ; - lorsque $d \neq 1$, l'existence des entiers relatifs u et v tels que $au + bv = d$ ne suffit pas pour affirmer que d est le PGCD de a et b. Il serait intéressant de présenter aux élèves des applications de la divisibilité et des congruences à des problèmes concrets de codes correcteurs d'erreurs (code de Hamming) ou de chiffrement (chiffrement de Vigenère, chiffrement de Hill, chiffrement RSA).		
BLOC 4	Nombres premiers		
	Définition. L'ensemble des nombre premiers est infini.	Démontrer que si un entier $n \geq 4$ n'est pas premier, alors il admet au moins un diviseur premier p vérifiant $2 \leq p \leq \sqrt{n}$.	Nombres de Mersenne (de la forme $2^n - 1$). Nombres de Fermat (de la forme $2^{2^n} + 1$).

	Crible d'Eratosthène.	Utiliser le crible d'Eratosthène pour dresser la liste des nombres premiers inférieurs ou égaux à 100.	Énoncer et démontrer le petit théorème de Fermat. Énoncer le grand théorème de Fermat et présenter son histoire de Fermat jusqu'à Andrew Wiles. Énoncer la conjecture de Goldbach.
	Décomposition d'un entier en produit de facteurs premiers : existence et unicité (résultat admis).	Utiliser la décomposition en facteurs premiers pour déterminer l'ensemble des diviseurs d'un entier naturel. Utiliser la décomposition en facteurs premiers pour déterminer le PGCD et le PPCM de deux entiers naturels.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'arithmétique est un champ mathématique présentant un intérêt historique et culturel majeur. L'énoncé du grand théorème de Fermat ou de la conjecture de Goldbach illustre qu'un énoncé arithmétique simple peut être excessivement difficile à démontrer. Il importe également de présenter aux élèves des applications de l'arithmétique à la cryptographie, qui en font un domaine de recherche extrêmement actif, s'appuyant notamment sur la puissance actuelle des outils de calcul.		
UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Limites de suites		

Limite (finie ou infinie) d'une suite réelle.	Pour une suite divergeant vers $+\infty$, et un nombre réel A , déterminer un entier N tel que, pour tout entier $n \geq N, u_n \geq A$.	
Limites et comparaison : - le théorème des gendarmes ; - une suite minorée par une suite tendant vers $+\infty$ tend elle-même vers $+\infty$; - une suite majorée par une suite tendant vers $-\infty$ tend elle-même vers $-\infty$.	Établir la convergence d'une suite, ou sa divergence vers $+\infty$ ou vers $-\infty$.	
Opérations sur les limites : limite d'une somme, d'un produit, d'un quotient.		
Convergence d'une suite géométrique.	Déterminer, selon les valeurs du nombre réel q , la limite de q^n lorsque $n \rightarrow +\infty$, après démonstration par récurrence de l'inégalité de Bernoulli : pour tout réel a positif et tout entier naturel n , $(1 + a)^n \geq 1 + na$.	Développement décimal d'un nombre réel.
Limites de suites monotones : - une suite croissante et majorée (ou décroissante et minorée) est convergente (théorème admis) ;	Démontrer qu'une suite croissante non majorée tend vers $+\infty$.	Suites adjacentes. Introduire des suites pour calculer des valeurs approchées de nombres

	- une suite croissante non majorée tend vers $+\infty$; une suite décroissante non minorée tend vers $-\infty$.		tels que $\sqrt{2}, e, \pi, \frac{1+\sqrt{5}}{2}$.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. En S3, les suites étaient étudiées dans l'Unité <i>Nombres et calculs</i>. Sans attacher une importance excessive au basculement vers l'unité d'apprentissage <i>Fonctions</i>, celui-ci provient du fait qu'on s'attache maintenant aux propriétés de convergence des suites, qui relèvent de l'analyse, alors que, dans l'unité d'apprentissage <i>Nombres et calculs</i>, l'accent était mis sur les propriétés algébriques. La notion de limite est présentée de manière intuitive, en s'appuyant notamment sur la vision géométrique et le développement décimal illimité d'un nombre réel (qui suppose la connaissance de la somme des termes consécutifs de la suite géométrique de raison $\frac{1}{10}$). S'il est attendu que le professeur explicite les définitions formelles des limites, leur maîtrise par les élèves n'est pas exigible. Les objectifs sont autres : installer une solide pratique des aspects opératoires, introduire la problématique de l'existence d'une limite (soit par monotonie, soit par comparaison) et mettre en évidence des suites qui n'admettent pas de limites, par exemple : $((-1)^n)_n$. Dans l'unité d'apprentissage matrices et graphes, des suites à valeurs dans $\mathbb{R}^2$ seront étudiées.		
BLOC 2	Limites et continuité des fonctions		
	Limite (finie ou infinie) d'une fonction en un point. Notation $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$. Interprétation graphique. Asymptote verticale. Opérations sur les limites : somme, produit, inverse, quotient.	Utiliser la courbe représentative d'une fonction pour visualiser son comportement au voisinage d'un point et déterminer intuitivement la valeur de la limite en ce point. Déterminer de manière intuitive les limites en un point des fonctions de référence, notamment les limites à droite et à gauche en 0 de la fonction inverse.	Exemples de recherche de limites relevant d'une forme indéterminée. Exemples : $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x - 1}, \lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - 1}{x}.$

	Limite (finie ou infinie) d'une fonction quand $x \rightarrow \pm\infty$. Interprétation graphique. Asymptote horizontale. Opérations sur les limites : somme, produit, inverse, quotient.	Utiliser la courbe représentative d'une fonction pour visualiser le comportement de la fonction au voisinage de $\pm\infty$ et déterminer de manière intuitive la valeur de la limite. Déterminer de manière intuitive les limites en $\pm\infty$ des fonctions de référence. Calculer la limite d'une fonction simple quand x tend vers $\pm\infty$ en appliquant les résultats sur les opérations. Types d'exemples de fonctions simples : $x \mapsto \frac{1}{x} ; x \mapsto 1 - \frac{1}{x} ;$	Analogie avec la limite d'une suite. Exemples de recherche de limites relevant d'une forme indéterminée. Exemples : $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^2}{x+1} ;$ $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{x-1}{x^2} ; \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^2-1}{x+1} \quad \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{x}{x^2+1}.$
	Continuité en un point : f est continue en a si de f en a en un point : $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$	Visualiser sur un graphique la continuité en un point.	
	Fonction continue sur un intervalle. Toute fonction dérivable est continue (résultat admis).	Visualiser sur un graphique la continuité sur un intervalle.	Exemples de fonctions non continues (par exemple la fonction caractéristique d'un segment).

	Image d'une suite convergente par une fonction continue.		Étude de suites simples données par une relation de récurrence $u_{n+1} = f(u_n)$, pour une fonction f continue d'un intervalle dans lui-même.
	Théorème des valeurs intermédiaires (admis). Cas d'une fonction strictement monotone : théorème de la bijection.	Étudier les solutions d'une équation du type $f(x) = k$: existence, unicité.	Écrire des algorithmes de recherche de racines d'équations dont on connaît l'existence (dichotomie, méthode de la sécante, méthode de Newton). Coder ces algorithmes en Python.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La justification de la continuité d'une fonction sur un intervalle n'est pas un attendu du programme.		
BLOC 3	La fonction logarithme népérien		
	La fonction logarithme népérien $\ln$ définie comme réciproque de la fonction exponentielle. Ensemble de définition, croissance, limites en 0 et en $+\infty$. Courbe représentative. Lien avec la courbe représentative de la fonction exponentielle. Croissance comparée de la fonction	Démontrer les propriétés algébriques de la fonction logarithme népérien à partir de celles de la fonction exponentielle. Transformer une expression en utilisant les propriétés algébriques de la fonction logarithme népérien.	Discuter et résoudre à la main des équations ou des inéquations du type $e^x = a$ $\ln(x) = a$ $e^x \geq a$ $\ln(x) \leq a$ Utiliser les logarithmes pour

	$\ln$ et des fonctions $x \mapsto x^n$ aux voisinages de 0 et de $+\infty$. Propriétés algébriques : $\ln(ab) = \ln(a) + \ln(b)$ $\ln(1) = 0$		modéliser certaines situations (PH en chimie, décibels en acoustique, calculs de seuils dans un problème de croissance exponentielle). Utiliser une échelle logarithmique pour déterminer si une évolution est géométrique
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Il y a deux méthodes équivalentes pour introduire la fonction logarithme népérien : comme réciproque de la fonction exponentielle, comme cela a été fait ici, et qui est plus naturel, ou comme primitive de la fonction $\frac{1}{x}$.		
BLOC 4	Compléments sur la dérivation		
	Composée de deux fonctions. Dérivée de la composée de deux fonctions dérivables.	Calculer la dérivabilité d'une fonction mettant en jeu la composition.	
	Dérivées des fonctions cosinus, sinus et logarithme népérien : $\cos' x = -\sin x, \sin' x = \cos x, \ln' x = \frac{1}{x}$	En admettant la dérivabilité de la fonction logarithme, calculer sa dérivée.	
	Dérivée seconde. Fonctions convexes : définition par la position relative de la courbe représentative et de ses sécantes.	Lire sur la représentation graphique d'une fonction les intervalles où elle est convexe, concave, et ses points d'inflexion.	Inégalité entre moyenne algébrique et moyenne géométrique de deux réels strictement positifs.

	Pour une fonction dérivable, caractérisation par la position relative de la courbe représentative et de ses tangentes. Pour une fonction deux fois dérivable, caractérisation (admise) par la positivité de la dérivée seconde. Point d'inflexion.	Démontrer une inégalité en utilisant la convexité d'une fonction.	
	Étude complète d'une fonction : domaine de définition, tableau de variations, limites.	Étudier une fonction et représenter à main levée sa courbe représentative.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On pourra interpréter la formule de la dérivée d'une fonction composée à l'aide des relations de Leibniz : On pose $y = u(x)$ et $z = v(y)$. Alors $\frac{dz}{dx} = \frac{dz}{dy} \times \frac{dy}{dx}$. On relie ensuite $\frac{dz}{dx}$ à $(v \circ u)'(x)$ et $\frac{dz}{dy}$ à $v'(y) = v'(u(x))$.		
BLOC 5	Primitives		
	Définition d'une primitive d'une fonction continue sur un intervalle. Deux primitives d'une même fonction diffèrent d'une constante.	Interpréter la recherche d'une primitive comme l'opération inverse de la dérivation.	
	Primitives des fonctions de référence :	Calculer des primitives de fonction se ramenant aux fonctions de référence par somme ou par composition, notamment	

	$x \mapsto x^n$, pour $n \in \mathbb{Z}$, en particulier $x \mapsto \frac{1}{x}$ $x \mapsto \frac{1}{\sqrt{x}}$; $x \mapsto e^x$; $x \mapsto \cos(x)$ et $x \mapsto \sin(x)$. Primitives d'une somme.	celles d'une fonction de la forme $(v' \circ u) \times u'$.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La motivation principale pour s'intéresser aux primitives est le calcul intégral, qui sera étudié immédiatement après ce chapitre. Il est intéressant de mentionner que, pour certaines fonctions, on ne dispose pas de primitive explicite.		
BLOC 6	Calcul intégral		
	Définition de l'intégrale, sur un segment $[a, b]$, d'une fonction f continue et positive comme l'aire sous la courbe. Notation $\int_a^b f(x) dx$. Valeur moyenne d'une fonction sur un intervalle Si f est continue sur $[a, b]$, alors la fonction $F_a: x \mapsto \int_a^x f(t) dt$ est la primitive de f qui s'annule en a .	Estimer graphiquement une intégrale, une valeur moyenne. Calculer une intégrale à l'aide d'une primitive. Calculer l'aire entre deux courbes.	Exemple de calcul approché et de calcul exact d'une intégrale. On souhaite niveler un terrain (c'est-à-dire mettre sa surface à plat. Un géomètre a effectué une série de mesures donnant la hauteur h du terrain) en fonction de la distance horizontale à un point pris pour origine. Les mesures figurent dans les tableaux ci-dessous

Égalité $\int_a^b f(x) \, dx = F(b) - F(a)$, si F est une primitive de f. Théorème fondamental de l'analyse : $\int_a^b f'(x) \, dx = f(b) - f(a)$.		<table><tr><td>d (en m)</td><td>0</td><td>50</td><td>100</td><td>150</td></tr><tr><td>h (en m)</td><td>125</td><td>114,06</td><td>106,25</td><td>102,1</td></tr></table> <table><tr><td>200</td><td>250</td><td>300</td><td>350</td><td>400</td></tr><tr><td>100</td><td>102,1</td><td>106,25</td><td>114,07</td><td>125</td></tr></table> <table><tr><td>450</td><td>500</td><td>550</td><td>600</td></tr><tr><td>16,3</td><td>156,25</td><td>176,56</td><td>200</td></tr></table> 1° Utiliser la méthode des rectangles pour trouver la hauteur approximative du terrain nivelé (pour que les déblais équilibrent les remblais). 2° À l'aide des mesures, on a modélisé le profil du terrain par la fonction $d \mapsto h(d) = \frac{d^2}{1600} - \frac{d}{4} + 125$. Représenter graphiquement la fonction h ; interpréter la hauteur du terrain nivelé comme sa valeur moyenne sur	d (en m)	0	50	100	150	h (en m)	125	114,06	106,25	102,1	200	250	300	350	400	100	102,1	106,25	114,07	125	450	500	550	600	16,3	156,25	176,56	200
d (en m)	0	50	100	150																										
h (en m)	125	114,06	106,25	102,1																										
200	250	300	350	400																										
100	102,1	106,25	114,07	125																										
450	500	550	600																											
16,3	156,25	176,56	200																											

			l'intervalle $[0 ; 600]$ et comparer le résultat à celui trouvé à la question 1°. 3°Comment le géomètre aurait-il pu améliorer la qualité de son approximation ?
	Propriétés de l'intégrale : • linéarité, positivité, relation de Chasles ; • lien avec les inégalités. Encadrement d'une intégrale par la méthode des rectangles.	Encadrer $\int_a^b f(x) dx$ à partir d'un encadrement de f . Calculer la valeur moyenne d'une fonction périodique sur une période et interpréter graphiquement le résultat. Interpréter une valeur moyenne dans un contexte issu d'une autre discipline.	
	Calculs d'intégrales : - intégration par parties - changement de variables.	Démontrer la formule d'intégration par parties. Utiliser l'intégration par parties et des changements de variables simples pour calculer des intégrales.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. 1° Les élèves développent une vision graphique de l'intégrale comme l'aire sous la courbe, ce qui permet d'approcher l'intégrale par la méthode des rectangles. La notation $\int_a^b f(x) dx$ permet d'interpréter l'intégrale comme une somme d'aires de rectangles de hauteur $f(x)$ et de largeur dx . 2° Le calcul d'intégrale (à l'aide des primitives) est un moyen puissant pour calculer des aires de surfaces planes. L'intégration par parties et les changements de variables sont fondés sur le théorème fondamental de l'analyse :			

	$\int_a^b f'(x)dx = f(b) - f(a).$ 3° On peut donner une justification heuristique du théorème fondamental de l'analyse dans le cas où la fonction à intégrer est la dérivée de la fonction $d(t)$ qui représente la distance parcourue par un point (exprimée en mètres) en fonction du temps (exprimé en secondes). Cette dérivée $d'(t)$ est la vitesse instantanée du point (elle est exprimée en m/s). La somme $\sum_0^{n-1} (t_{i+1} - t_i) d'(t_i)$ est, quand les écarts de longueur $(t_{i+1} - t_i)$ tendent vers 0, une approximation de la distance parcourue $d(b) - d(a)$ entre les instants $t_0 = a$ et $t_n = b$. Mais cette somme est aussi une approximation de l'intégrale $\int_a^b d'(t)dt$. On a donc $\sum_0^{n-1} (t_{i+1} - t_i) v(t_i) \sim d(b) - d(a) \sim \int_a^b d'(t)dt.$ 4° Les changements de variables sont fournis par l'enseignant, et ne supposent pas de technicité excessive. La notation de Leibniz permet de mémoriser la formule de changement de variable dans $\int_a^b f(x)dx$: posons $x = x(s)$, s variant de u à v avec $x(u) = a, x(v) = b$, on a : $\frac{dx}{ds} = x'(s) \text{ donc } dx = x'(s) ds. \text{ On obtient :}$ $\int_a^b f(x)dx = \int_u^v f(x(s))x'(s)ds$		
BLOC 7	Équations différentielles $y' = ay + b$ ($a \neq 0$)		
	Équation homogène associée $y' = ay$. La somme de deux solutions et le produit d'une solution par une	Résoudre une équation du type $y' = ay$ en montrant que, si y une solution, la fonction $x \rightarrow y(x)e^{-ax}$ est constante.	

	constante sont encore une solution.	Représenter graphiquement l'ensemble des solutions (courbes intégrales).	
	Équation $y' = ay + b$ Résolution de l'équation à partir d'une solution particulière constante.	Démontrer que, si y_1 et y_2 sont deux solutions, alors $y_1 - y_2$ est une solution de l'équation homogène. Déterminer l'unique solution vérifiant $y(x_0) = y_0$	Méthode d'Euler pour tracer de manière approchée la courbe de l'unique solution vérifiant $y(x_0) = y_0$. Écrire l'algorithme et le coder en Python.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le lien doit être fait avec la définition de la fonction exponentielle. Pour travailler le concept d'équations différentielles (équations dont les solutions sont des fonctions), l'enseignant pourra éventuellement dépasser le cadre des équations $y' = ay + b$ en demandant par exemple de vérifier que des fonctions fournies sont solutions d'équations différentielles.			
UA Géométrie			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Produit scalaire dans l'espace		
	Définition du produit scalaire de deux vecteurs de l'espace à partir de sa définition dans un plan les contenant. Propriétés du produit scalaire :	Exprimer le produit scalaire de deux vecteurs de l'espace.	Utiliser le produit scalaire pour résoudre des problèmes impliquant des mesures de grandeurs : longueur, angle, aire, volume.

	bilinéarité, symétrie. Orthogonalité de deux vecteurs, de deux droites, d'un plan et d'une droite.	Utiliser le produit scalaire pour démontrer une orthogonalité, pour calculer un angle ou une longueur dans l'espace.	
	Vecteur normal à un plan. Étant donné un point A et un vecteur non nul $\vec{n}$, plan passant par A et normal à $\vec{n}$. Projeté orthogonal d'un point sur une droite. Projeté orthogonal d'un point sur un plan.	Utiliser la projection orthogonale pour déterminer la distance d'un point à une droite ou à un plan.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est d'étendre à l'espace le produit scalaire étudié dans le plan en S3.		
BLOC 2	Géométrie analytique dans l'espace		
	Bases et repères orthonormés de l'espace. Coordonnées d'un point dans un repère orthonormé.	Calculer, dans une base orthonormée, des produits scalaires, des normes, des distances.	Étudier des problèmes de configuration dans l'espace : - orthogonalité de deux droites, orthogonalité d'une droite et d'un plan ; - parallélisme d'une droite à un plan.

			déduire une équation cartésienne de ce plan.
	Équation cartésienne d'une sphère connaissant son centre et son rayon.		
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour traiter analytiquement un problème géométrique, le choix d'un repère adapté mérite une attention particulière. Selon la nature du problème à résoudre, on utilise les équations cartésiennes ou les représentations paramétriques.		
BLOC 3	Connaître et utiliser les nombres complexes		
	Partie réelle et partie imaginaire. Opérations : somme, produit, inverse d'un nombre complexe non nul, quotient. Conjugué d'un nombre complexe Conjugué d'un produit, d'un inverse, d'une puissance. Formule du binôme dans $\mathbb{C}$.	Effectuer des calculs algébriques sur des nombres complexes.	Résoudre dans $\mathbb{C}$ une équation du type $az = b$ où a est un nombre complexe non nul et b un nombre complexe. Résoudre des équations simples faisant intervenir z et $\bar{z}$.
	Plan complexe. Image d'un nombre complexe. Image du conjugué. Affixe d'un point, d'un vecteur.	Représenter un nombre complexe par un point du plan. Déterminer l'affixe d'un point du plan. Déterminer le module et les	Étudier une suite de nombres complexes définie par une relation de récurrence du type $z_{n+1} = az_n + b$. Démontrer l'inégalité triangulaire et étudier le cas d'égalité.

Module d'un nombre complexe. Interprétation géométrique. Module d'un produit, d'un inverse. Arguments d'un nombre complexe non nul. Interprétation géométrique. Forme trigonométrique d'un nombre complexe.	arguments d'un nombre complexe. Passer de la forme algébrique d'un nombre complexe à sa forme trigonométrique et vice-versa.	Étudier l'ensemble des nombres complexes de module 1
Exponentielle imaginaire, notation $e^{i\theta}$; formule $e^{i\theta} = 1$ Extension admise des propriétés de l'exponentielle réelle. Écriture d'un nombre complexe sous forme exponentielle Formules d'Euler : $e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$ $\cos \theta = \frac{1}{2}(e^{i\theta} + e^{-i\theta})$ $\sin \theta = \frac{1}{2i}(e^{i\theta} - e^{-i\theta})$ Formules trigonométriques d'addition et de duplication	Utiliser l'exponentielle imaginaire pour retrouver les formules d'addition. Les utiliser pour trouver les formules qui s'y ramènent.	Utiliser la formule d'Euler pour linéariser des puissances de $\cos \theta$ ou de $\sin \theta$. Utiliser la formule de Moivre pour exprimer $\cos n\theta$ comme un polynôme en $\cos \theta$.

	démontrées à partir du produit des nombres complexes. Formule de Moivre : $(\cos \theta + i \sin \theta)^n = \cos(n\theta) + i \sin(n\theta)$		
	Résolution, dans $\mathbb{C}$, d'équations du second degré à coefficients réels, ou d'équations s'y ramenant.	Résoudre une équation du type $z^2 = a$, avec a un nombre complexe quand a est sous forme algébrique et trigonométrique Résoudre une équation du second degré à coefficients réels.	Résolution d'une équation du troisième degré à coefficients réels dont on connaît une racine réelle. Résolution, dans $\mathbb{C}$, d'équations du second degré à coefficients complexes.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'invention des nombres complexes au XVI^e siècle, et leur développement au cours du XVII^e et du XVIII^e siècles ont constitué une avancée majeure pour les mathématiques, qui aboutit notamment à trouver des solutions pour des équations n'en ayant pas dans $\mathbb{R}$, comme par exemple l'équation $z^2 = a$ lorsque a est un réel strictement négatif. Les élèves doivent savoir que la notation $\sqrt{a}$ est limitée au cas où a est un nombre réel positif ou nul et que son extension au cas où a est un nombre complexe est prohibée. La formule pour le produit de deux nombres complexes doit être connue des élèves, mais elle est difficile : il faut que les élèves sachent la retrouver par eux-mêmes en utilisant les règles habituelles de calcul et la propriété $i^2 = -1$.			
UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Utiliser des sommes de variables aléatoires finies		
	Somme de deux variables aléatoires.	Utiliser la propriété de linéarité pour calculer des espérances.	

	Linéarité de l'espérance (résultat admis). Si les variables X et Y sont indépendantes, et si V désigne la variance, $V(X + Y) = V(X) + V(Y)$ (résultat admis).		
	Expression d'une variable aléatoire de loi binomiale B(n, p) comme somme de n variables de Bernoulli indépendantes de paramètre p. Espérance et variance d'une loi binomiale.	Calculer l'espérance et la variance d'une variable aléatoire de loi binomiale.	Utiliser un tableur ou un logiciel de programmation pour représenter par un diagramme en bâtons la loi de probabilité d'une loi binomiale B(n, p). Faire le lien avec l'histogramme des fréquences observées de 1 lors de la simulation de N échantillons de taille n d'une loi de Bernoulli de paramètre p.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques L'objectif est ici d'aborder la loi binomiale sous un autre angle que celui selon lequel elle a été introduite en S3. Son expression comme somme de variables de Bernoulli indépendantes permet d'en calculer facilement l'espérance et la variance. Cela permet également de la simuler informatiquement à partir d'un simple générateur de nombres aléatoires égaux à 0 ou 1 (en sommant le nombre de 1 obtenus).		

BLOC 2	Comprendre le principe de l'échantillonnage et le lien entre fréquence et probabilité		
	Échantillon de taille n d'une variable aléatoire X, défini comme une liste $[X_1, X_2, \dots, X_n]$ de n variables aléatoires indépendantes de même loi que X.	Si $[X_1, X_2, \dots, X_n]$ est un échantillon d'une variable X, calculer l'espérance et la variance de la somme $S_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ et de la moyenne $M_n = \frac{S_n}{n}$ en fonction de l'espérance et de la variance de X.	
	Version vulgarisée de la loi des grands nombres : « lorsque n est grand, sauf exceptions, la fréquence calculée sur un échantillon est proche de la probabilité ». Estimation d'une probabilité (ou d'une proportion) à l'aide d'une fréquence calculée sur un échantillon.	Simuler (sur un tableur ou un logiciel de programmation) des échantillons d'une loi de Bernoulli de paramètre p en faisant augmenter leur taille n et observer la stabilisation des fréquences autour de p. Pour une valeur de n supérieure à 50, et une valeur de p comprise entre 0,2 et 0,8, simuler, avec un tableur ou un logiciel de programmation, N échantillons de taille n d'une loi de Bernoulli de	Lors d'une élection entre deux candidats, estimer la chance d'élection d'un des candidats à partir d'un sondage et expliquer les limites de ce sondage. Lors d'un contrôle qualité réalisé dans une entreprise industrielle, estimer la proportion d'objets défectueux fabriqués par l'entreprise à partir de la fréquence observée sur un échantillon et expliquer les limites de ce contrôle. Lors d'une campagne de dépistage d'une maladie, estimer la proportion de personnes malades dans la population totale à partir du nombre de malades observés sur un échantillon et expliquer les limites de ce dépistage.

	paramètre p et représenter les fréquences de succès observés par un nuage de points. Calculer la proportion des échantillons pour lesquels l'écart entre la fréquence observée et p est inférieur ou égal à $\frac{1}{\sqrt{n}}$ et la comparer à 0,95.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Une réalisation $[X_1(\omega), X_2(\omega), \dots, X_n(\omega)]$ d'un échantillon de la variable aléatoire X est la suite des valeurs prises X sur une sous-population de taille n prélevée au hasard dans la population totale Ω. Cela permet de relier un échantillon d'une loi de probabilité avec un échantillon statistique. La simulation de N échantillons de taille n d'une loi de Bernoulli de paramètre p permet aux élèves de : - percevoir la fluctuation des fréquences calculées sur les échantillons ; - percevoir la stabilisation de ces fréquences autour de p (pour de grandes valeurs de n) et comprendre ainsi pourquoi la fréquence f de succès calculée sur un échantillon est une estimation de la probabilité p ; - quantifier la qualité de cette estimation en calculant la proportion des échantillons où l'écart entre f et p est inférieur ou égal à $\frac{1}{\sqrt{n}}$. Si f est une fréquence calculée sur un échantillon, l'intervalle $[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}}]$ s'appelle un intervalle de confiance à 95 % ; - comprendre que les 5% des fréquences non situées dans l'intervalle $[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}}]$ expliquent les limites de l'estimation.		

UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Séries statistiques à deux variables quantitatives		
	Nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives. Point moyen.	Représenter un nuage de points à partir de la donnée de deux variables quantitatives. Calculer les coordonnées du point moyen d'un nuage de points. Le calcul sera effectué à la main dans des cas simples et à l'aide d'un outil numérique (calculatrice, tableur, logiciel de programmation).	
	Ajustement affine d'un nuage de points. Coefficient de corrélation linéaire entre deux variables quantitatives.	Déterminer un ajustement affine (d'abord au jugé, puis par la méthode de Mayer, et enfin à l'aide de la droite des moindres carrés) Utiliser un outil numérique (calculatrice, tableur, logiciel de programmation) pour calculer le coefficient de corrélation linéaire entre deux variables.	Dans un premier temps, les ajustements affines peuvent être réalisés graphiquement « au jugé ». L'appréciation de leur qualité peut faire l'objet d'une discussion au sein de la classe. Dans un deuxième temps, la méthode de la <i>droite de Mayer</i> est présentée ; on en donne la définition, et on montre comment la déterminer.

		Interpréter un coefficient de corrélation linéaire. Utiliser un ajustement affine pour interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues.	Dans un troisième temps, l'enseignant présente aux élèves la méthode des moindres carrés : recherche d'une droite d'équation $y = ax + b$ réalisant le minimum de $\sum_i (y_i - ax_i)^2$ pour le nuage de points $(x_i ; y_i)$. Il donne l'interprétation géométrique de ce minimum. Les élèves effectuent les calculs des coefficients a et b à la calculatrice ou à l'aide d'un tableur. Avec les différentes méthodes, l'enseignant montre comment effectuer des prédictions de valeurs. Il privilégie les contextes réels, en lien avec la filière : - données issues des domaines de la physique ; - mesures expérimentales de grandeurs liées par une relation linéaire en physique-chimie (intensité et tension ; droite d'étalonnage d'une concentration). L'enseignant veille à entraîner les élèves à exercer leur esprit critique sur la pertinence, au regard des données et de la situation étudiée, d'une modélisation par un ajustement affine et sur les limites des extrapolations faites dans ce cadre.
--	--	--	--

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.		
	Les élèves sont sensibilisés à bien différencier causalité et corrélation. Ceci est une compétence mathématique, bien sûr, mais aussi une compétence citoyenne.		
UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Utiliser des variables, des fonctions, des boucles, des tests et des listes		
	Consolidation des savoirs acquis au cours des années précédentes sur les variables, les fonctions, les boucles, les tests et les listes.	Consolidation des savoir-faire développés au cours des années précédentes sur les variables, les fonctions, les boucles, les tests et les listes.	Écrire une fonction qui prend en argument un entier naturel non nul et qui renvoie la liste des bits de son écriture en base 2. Écrire une fonction qui prend en argument une liste de 0 et de 1 et qui renvoie le nombre entier écrit en base dix dont cette liste est l'écriture en base deux. Écrire une fonction qui prend en argument un entier naturel non nul et qui renvoie la liste de ses facteurs premiers.
BLOC 2	Utiliser un tableur ou un langage de programmation textuel pour simuler une expérience aléatoire ou une variable aléatoire		
	Fonction ALEA() du tableur retournant un nombre aléatoire compris entre 0 inclus et 1 exclu. Fonction random() de la	À l'aide des fonctions ALEA() et ENT() du tableur, écrire une fonction renvoyant de manière aléatoire un nombre entier compris entre deux entiers a et b.	Simuler au tableur 100, puis 1000, puis 5000 lancers successifs d'un dé à six faces bien équilibré. Dans chaque cas, représenter par un histogramme la distribution des fréquences d'apparition de chaque chiffre entre 1 et 6 et

	bibliothèque random du logiciel Python retournant un nombre aléatoire compris entre 0 inclus et 1 exclu. Fonction randint(a,b) de la bibliothèque random du logiciel Python retournant un nombre entier aléatoire compris entre les entiers a inclus et b inclus.	Simuler au tableur ou en Python le lancer d'une pièce de monnaie. Simuler au tableur ou en Python le lancer d'un dé à 6 faces. Simuler en Python une variable aléatoire.	les comparer à la probabilité correspondante. Réaliser des activités similaires en Python. Simuler au tableur la variable aléatoire égale à la somme des chiffres obtenus lors du lancer de deux dés bien équilibrés à 6 faces. Simuler des échantillons de tailles 100, puis 1000, puis 5000 de cette variable aléatoire et représenter par un histogramme la distribution des fréquences. Réaliser des activités similaires en Python.
UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui leur serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, calcul algébrique, arithmétique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de 4^{ème} année.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Consolider la connaissance du vocabulaire mathématique de base		
	Consolidation des notions d'ensemble, d'élément d'un	Écrire un ensemble en extension (s'il est fini) ou en compréhension.	Pour des valeurs numériques de m et n ,

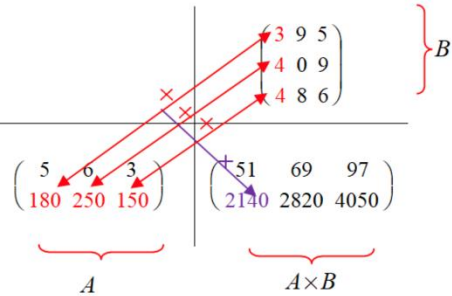
	ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire. Symboles mathématiques correspondants : $\in$, $\subset$, $\cap$, $\cup$. Diagramme de Venn. Notation des ensembles de nombres et des intervalles de $\mathbb{R}$.	Déterminer l'intersection et la réunion de deux intervalles de $\mathbb{R}$.	représenter par un diagramme de Venn l'ensemble des diviseurs communs à m et à n. De manière littérale, écrire en compréhension l'ensemble des diviseurs communs à deux entiers naturels m et n. De manière littérale, écrire en compréhension l'ensemble des multiples communs à deux entiers naturels m et n.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour le complémentaire d'un sous-ensemble A d'un ensemble E, on utilise à la fois la notation des probabilités A^c et la notation $E \setminus A$. La détermination de l'intersection et de la réunion de deux intervalles de $\mathbb{R}$ est traitée dans différentes configurations (intervalles ayant une intersection non vide, intervalles adjacents, intervalles disjoints).		
BLOC 2	Consolider la lecture et l'écriture de propositions mathématiques		
	Proposition mathématique : utilisation des quantificateurs universel (symbole $\forall$) et existentiel (symboles $\exists$; $\exists!$) Conditions nécessaire, suffisante, nécessaire et suffisante ; lien avec les symboles $\Rightarrow$, $\Leftarrow$, $\Leftrightarrow$.	Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la négation d'une proposition contenant un ou plusieurs quantificateurs. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la réciproque d'une implication. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la contraposée d'une implication.	Dire si les propositions suivantes sont vraies ou fausses : $\forall x \in \mathbb{N}, \exists y \in \mathbb{N} ; y \geq x$ $\exists y \in \mathbb{N}, \forall x \in \mathbb{N} ; y \geq x$ $\exists x \in \mathbb{R}, \forall y \in \mathbb{R} ; x \leq y^2$ $\forall y \in \mathbb{R}, \exists x \in \mathbb{R} ; x \leq y^2$ Écrire la négation de chacune des

		Formuler une équivalence logique. Identifier la condition nécessaire et la condition suffisante d'une implication : $A \Rightarrow B$: B est une condition nécessaire de A $B \Rightarrow A$: B est une condition suffisante de A $A \Leftrightarrow B$: A est une condition nécessaire et suffisante de B.	propositions précédentes. On aura intérêt à faire réfléchir régulièrement les élèves sur des questions simples, du type : quelle est la négation de la propriété $x \leq 0$? Quelle est la négation de la propriété $x \in [0,1[$? On fera réfléchir les élèves sur des assertions mal formulées ; par exemple, l'égalité $\sin x = x$ écrite sans quantificateur n'a pas de sens. Les écritures correctes sont : • $\forall x \in \mathbb{R}, \sin x = x$, qui est une proposition fausse. • $\exists x \in \mathbb{R}, \sin x = x$, qui est une proposition vraie.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On attirera avec insistance l'attention des élèves sur la différence entre implication et équivalence, et sur le fait que démontrer une équivalence dont on ne connaît pas de caractérisation revient à démontrer deux implications.		

BLOC 3	Consolider la formalisation des raisonnements mathématiques déjà étudiés		
	Raisonnement par disjonction de cas. Raisonnement par l'absurde. Raisonnement par récurrence.	Dans le cadre de la résolution de problèmes, mobiliser des raisonnements et les rédiger sous la forme de démonstrations.	Soit f une fonction monotone sur $\mathbb{R}$. On note $f \circ f$ la fonction qui à tout x associe $f(f(x))$. Démontrer par disjonction de cas que $f \circ f$ est croissante sur $\mathbb{R}$. Démontrer, à l'aide d'un raisonnement par l'absurde, que l'ensemble des nombres premiers est infini. Démontrer, à l'aide d'un raisonnement par récurrence, que la somme des n premiers entiers impairs est égal à n^2. Utiliser un raisonnement par récurrence pour étudier des suites définies par leur premier terme et une relation de récurrence du type $u_{n+1} = f(u_n)$ lorsque f est une fonction croissante.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont entraînés à reconnaître des analogies et des particularités entre un problème à résoudre et une situation déjà connue. En géométrie, les élèves doivent comprendre que, si l'observation d'une figure est un support au raisonnement, elle ne peut en aucune manière s'y substituer. Dans une démarche inductive, à la suite d'essais sur des cas particuliers, les élèves sont amenés à émettre des conjectures qu'ils devront ensuite prouver à l'aide d'une démonstration ou infirmer en produisant un contre-exemple.			

UA Matrices et graphes			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Matrices		
	Matrice à n lignes et m colonnes à coefficients réels. Matrice ligne, matrice colonne, matrice carrée. Notations : • a_{ij} pour le terme de la ligne i et la colonne j • matrice $n \times m$ pour une matrice à n lignes et m colonnes.	Identifier les lignes et les colonnes d'une matrice.	
	Opérations : somme de matrices de même dimension, produit d'une matrice par un nombre réel. Produit d'une matrice A à p lignes et n colonnes par une matrice B à n lignes et m colonnes.	Reconnaître que la matrice produit est une matrice (n, p). Utiliser la disposition	Exemple d'exercice possible : Trois magasins (M1, M2, M3) proposent à la vente cinq produits p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 dont les prix unitaires sont donnés par le tableau suivant :

Notations $A \times B$ ou AB .



Prix unitaire (en \$)	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5
M1	1	5	2	3	4
M2	1,1	4,7	1,8	3,1	3,8
M3	0,9	5,1	1,9	3,2	4

Un client veut acheter deux produits p_1 , un produit p_2 , trois produits p_3 , trois produits p_4 , et deux produits p_5 .

Effectuer le produit d’une matrice (dite matrice de prix) 5×3 par une matrice colonne (dite matrice des quantités) pour déterminer le prix du panier total de l’acheteur dans chacun des trois magasins et déterminer le magasin dans lequel il a intérêt à effectuer ses achats.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.

On fera observer que le produit d’une matrice $p \times n$ et d’une matrice $n \times m$ est une matrice $p \times m$: pour que la multiplication soit possible, il faut que le même entier n soit la dimension à droite de la matrice de gauche, et la dimension à gauche de la matrice de droite. Une fois le produit effectué, l’entier n n’apparaît plus.

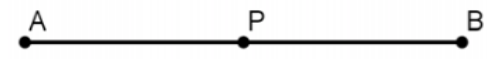
BLOC 2	Puissances d'une matrice carrée		
	Puissances A^n (n entier naturel) d'une matrice carrée A .	Calculer (à la main ou à l'aide d'une calculatrice) des puissances positives d'une matrice donnée (pour des valeurs numériques de l'exposant).	Utiliser une récurrence pour calculer la puissance n -ième d'une matrice.
	Évolution couplée de deux suites récurrentes. Modélisation par une relation de récurrence $X_{n+1} = M X_n$, où M est une matrice 2×2 et X_n et X_{n+1} sont deux matrices 2×1. Égalité $X_n = M^n X_0$ où X_0 représente l'état initial du système.	Pour des valeurs numériques de n , calculer l'état du système au bout de n étapes en fonction de son état initial.	Modèle « proie-prédateur » discrétisé. Étude asymptotique et interprétation. Exemple d'exercice possible : Dans le cadre d'une étude scientifique, des souris sont enfermées dans une cage comportant deux compartiments A et B. La porte entre ces deux compartiments est ouverte pendant un quart d'heure tous les jours jour à midi. On suppose qu'au départ les deux compartiments contenaient le même effectif de souris. Les observations ont montré que, chaque jour : 20% des souris présentes dans le compartiment A avant l'ouverture de la

		porte se trouvent dans le compartiment B après la fermeture de la porte. 10% des souris présentes dans le compartiment B avant l'ouverture de la porte se trouvent dans le compartiment A après la fermeture de la porte. On note a_n (resp b_n) la proportion de souris présentes dans le compartiment A (resp B) au bout de n jours. On note X_n la matrice $\begin{pmatrix} a_n \\ b_n \end{pmatrix}$. Déterminer a_{n+1} et b_{n+1} en fonction de a_n et b_n et la matrice M telle que $X_{n+1} = MX_n$. Déterminer la répartition des souris dans les compartiments A et B au bout de n jours. Étudier ce qui se passe lorsque $n \rightarrow +\infty$.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est ici d'utiliser les matrices pour traduire l'évolution d'un système discret couplé. Lors de la résolution de problèmes, l'utilisation d'une calculatrice permet de limiter le temps consacré à des calculs techniques (notamment des produits et des puissances de matrices) et de se concentrer sur les aspects liés à la modélisation et au raisonnement. Toujours lors de la résolution de problèmes, il est possible d'aborder le comportement asymptotique d'un système couplé en étudiant $\lim_{n \rightarrow +\infty} X_n$. La limite d'une suite de matrices est constituée, sous réserve d'existence, des limites de ses coefficients.		

BLOC 3	Matrice d'adjacence d'un graphe		
	Matrice d'adjacence d'un graphe d'ordre p , orienté ou non orienté.	Écrire la matrice d'adjacence d'un graphe (orienté ou non).	
	La matrice d'adjacence d'un graphe non orienté est symétrique.	Construire un graphe dont la matrice d'adjacence est donnée.	
	Théorème (admis) : soit M la matrice d'adjacence associée à un graphe non orienté G , le nombre de chaînes de longueur n reliant le sommet i au sommet j est le coefficient $m_{ij}^{(n)}$ de la matrice M^n . Pour un graphe orienté, même résultat pour le nombre de chemins de longueur n sortant de i et arrivant en j .	Vérifier ces deux théorèmes sur des exemples. Démontrer l'une des deux parties du théorème dans le cas où $n = 2$.	Démontrer l'un de ces deux théorèmes par récurrence dans le cas général. Explorer des scénarios réels où le calcul du nombre de chaînes de longueur n est utile.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est de relier les matrices et les graphes et de comprendre la puissance du calcul matriciel pour étudier certaines propriétés des graphes.			
BLOC 4	Chaines de Markov à 2 ou 3 états		
	Chaine de Markov. Chaine de Markov homogène. Matrice de transition d'une chaine	Reconnaître une chaine de Markov. Déterminer la matrice de transition d'une chaine de Markov.	Donner des exemples de chaines de Markov à 2 ou 3 états.

	de Markov homogène. Graphe orienté et pondéré d'une chaîne de Markov.	Démontrer que la matrice de transition d'une chaîne de Markov est une matrice stochastique. Associer un graphe orienté et pondéré à une chaîne de Markov à 2 ou 3 états.	
	Distributions de probabilité d'une chaîne de Markov. La matrice ligne π_n donnant la distribution à l'étape n (après n transitions) d'une chaîne de Markov homogène de matrice de transition Q vérifie $\pi_{n+1} = \pi_n Q$, et donc $\pi_n = \pi_0 Q^n$, où π_0 est la matrice ligne représentant la distribution initiale. Distribution invariante (on dit encore stationnaire, ou stable) : distribution π vérifiant $\pi = \pi Q$.	Pour une chaîne de Markov dont la matrice de transition Q est donnée, et pour des petites valeurs de n, calculer la distribution de probabilités π_n à l'étape n en fonction de Q et de la distribution initiale π_0.	Exemples d'exercices possibles : Graphe d'ordre 2 Deux grossistes A et B se partagent la clientèle d'un produit industriel. On suppose que le nombre total de clients reste fixe d'une année sur l'autre. En 2022, 45% des clients se fournissaient chez le grossiste A et 55% chez le grossiste B. On admet que, d'une année sur l'autre, 6% des clients du grossiste A deviennent clients du grossiste B tandis que le grossiste B conserve 86% de ses clients. Chaque année, on choisit au hasard un client ayant acheté le liquide. Pour tout entier naturel n on note a_n la probabilité qu'il soit client du grossiste A en 2022 + n, et b_n la probabilité qu'il soit client

	Si chaque terme de la suite (π_n) converge, alors la matrice ligne composée des limites, notée (π_∞), est une distribution stable (résultat admis).	Dans le cas où les termes de la suite (π_n) convergent, comprendre que le système se rapproche d'un état stable.	du grossiste B en 2022 + n. On note $\pi_n = (a_n, b_n)$ la matrice ligne représentant la distribution de probabilité en 2022 + n. Représenter la situation par un graphe et calculer sa matrice de transition. À quelle répartition des clients doit-on s'attendre en 2030 ? La suite (π_n) est-elle convergente ? Graphe d'ordre 3 : On dispose de deux urnes U et V contenant chacune deux boules. Au départ, l'urne U contient deux boules blanches et l'urne V contient deux boules noires. On effectue des tirages successifs dans ces urnes de la façon suivante : chaque tirage consiste à prendre au hasard, de manière simultanée, une boule dans chaque urne et à la mettre dans l'autre urne. Ce processus peut être vu comme une marche aléatoire sur un espace à trois états : A : il y a 0 boule blanche dans U ; B : il y a 1 boule blanche dans U ; C : il y a 2 boules blanches dans U.
--	---	--	--

			1. Représenter la situation à l'aide d'un graphe orienté et pondéré et déterminer sa matrice de transition. 2. Pour tout entier naturel n, on note π_n la distribution du système après n transitions. 3. On admet que la suite (π_n) converge vers une matrice ligne π. Déterminer π et l'interpréter. Marche aléatoire sur un segment : Un personnage se déplace d'un sommet à l'autre du graphe ci-dessous selon la loi suivante :  S'il est en A ou en B, il ne peut aller qu'en P ; s'il est en P, il peut aller en A ou en B avec la même probabilité $\frac{1}{2}$. Représenter la situation par un graphe et donner la matrice de transition G de ce graphe Calculer G^2 et G^3 et en déduire la valeur de G^n en discutant selon la parité de n. Interpréter le résultat en terme de distribution de probabilités.
--	--	--	---

			La suite (G^n) est-elle convergente ? La chaîne de Markov admet-elle une distribution stationnaire ?
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'étude des chaînes de Markov utilise les probabilités conditionnelles vues en S3 et la formule des probabilités totales. Il conviendra donc de commencer l'étude par un rappel sur ces notions. On se limite aux chaînes de Markov à 2 ou 3 états. Il convient de noter qu'une chaîne de Markov n'admet pas toujours de distribution stationnaire et que la suite (π_n) des distributions de probabilité n'est pas toujours convergente.		

Année 4 : série « Sciences économiques et sociales »

UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Limites de suites		
	Limite (finie ou infinie) d'une suite réelle. Opérations sur les limites : limite d'une somme, d'un produit, d'un quotient.	Calculer des limites de suites.	Interpréter graphiquement la convergence ou la divergence d'une suite.
	Convergence d'une suite géométrique.	Déterminer, selon les valeurs du nombre réel q , la limite de q^n lorsque $n \rightarrow +\infty$.	

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. En S3, les suites ont été étudiées dans l'Unité <i>Nombres et calculs</i>. Sans attacher une importance excessive au basculement vers l'unité d'apprentissage <i>Fonctions</i>, celui-ci provient du fait qu'on s'attache maintenant aux propriétés de convergence des suites, qui relèvent de l'analyse, alors que, dans l'unité d'apprentissage <i>Nombres et calculs</i>, l'accent était mis sur les propriétés algébriques. La notion de limite est présentée de manière intuitive, en s'appuyant sur la vision géométrique. Les objectifs sont d'installer une solide pratique des aspects opératoires et l'étude de la convergence de certaines suites, comme les suites géométriques et mettre en évidence des suites qui n'admettent pas de limites, par exemple : $((-1)^n)_n$. Dans l'unité d'apprentissage matrices et graphes, des suites à valeurs dans $\mathbb{R}^2$ seront étudiées.		
BLOC 2	Limites et continuité des fonctions		
	Limite finie ou infinie d'une fonction en un point. Notation $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$. Interprétation graphique. Asymptote verticale. Opérations sur les limites : somme, produit, inverse, quotient.	Utiliser la courbe représentative d'une fonction pour visualiser son comportement au voisinage d'un point et déterminer intuitivement la valeur de la limite en ce point. Déterminer de manière intuitive les limites en un point des fonctions de référence, notamment les limites à droite et à gauche en 0 de la fonction inverse.	
	Limite (finie ou infinie) d'une fonction quand $x \rightarrow \pm\infty$. Interprétation graphique. Asymptote horizontale.	Utiliser la courbe représentative d'une fonction pour visualiser le comportement de la fonction au voisinage de $\pm\infty$ et déterminer de manière intuitive la valeur de la limite.	Analogie avec la limite d'une suite.

	Opérations sur les limites : somme, produit, inverse, quotient.	Déterminer de manière intuitive les limites en $\pm\infty$ des fonctions de référence. Calculer la limite d'une fonction simple quand x tend vers $\pm\infty$ en appliquant les résultats sur les opérations. Types d'exemples de fonctions simples : $x \mapsto \frac{1}{x} ; x \mapsto 1 - \frac{1}{x} ;$	
	Fonction continue sur un intervalle. Toute fonction dérivable est continue (résultat admis).	Visualiser sur un graphique la continuité d'une fonction sur un intervalle.	Exemples de fonctions non continues (fonction caractéristique d'un segment).
	Théorème des valeurs intermédiaires (admis). Cas d'une fonction strictement monotone.	Étudier les solutions d'une équation du type $f(x) = k : \text{existence, unicité.}$	Écrire des algorithmes de recherche de racines d'équations dont on connaît l'existence (dichotomie, méthode de la sécante, méthode de Newton). Coder ces algorithmes en Python.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La justification de la continuité d'une fonction sur un intervalle n'est pas un attendu du programme. En s'appuyant sur les représentations graphiques, l'enseignant met en évidence l'importance de la continuité dans le théorème des valeurs intermédiaires.		

BLOC 3	La fonction logarithme décimal		
	La fonction logarithme décimal. Notation log. Pour tout réel $b > 0$, $\log(b)$ est défini comme l'unique solution de l'équation $10^x = b$ Ensemble de définition, croissance. Courbe représentative. Propriétés algébriques : pour tous réels strictement positifs a, b, x, $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$; $\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$; $\log(a^x) = x \log(a)$.	Transformer une expression en utilisant les propriétés algébriques de la fonction logarithme décimal. Passer au logarithme décimal pour résoudre des équations du type $a^x = b$ ou $x^a = b$, lorsque a et b sont des réels strictement positifs. Passer au logarithme décimal pour résoudre des équations du type $a^x \geq b$ ou $x^a \geq b$, lorsque a et b sont des réels strictement positifs.	Dans le cas d'un placement à intérêts composés à taux fixe, recherche d'un nombre d'annuités. Représenter une série statistique ou une fonction dans un repère logarithmique ou semi-logarithmique.
BLOC 4	La fonction exponentielle de base e et la fonction logarithme népérien		
	Définition de la fonction $x \mapsto e^x$ comme l'unique fonction $x \mapsto a^x$ en laquelle la tangente en 0 a pour coefficient directeur 1. Le nombre e.	Représenter graphiquement la courbe de la fonction $x \mapsto e^x$.	Utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour faire varier le paramètre a dans la représentation des fonctions $x \mapsto a^x$ jusqu'à identifier celui pour lequel la pente de la tangente en 0 vaut 1.

	Dérivée de la fonction $x \mapsto e^x$ (résultat admis). Variations, limites, courbe représentative. Croissance comparée avec les fonctions $x \mapsto x^n$ au voisinage de $+\infty$.		
	Définition du logarithme népérien : pour tout réel $b > 0$, $\ln(b)$ est défini comme l'unique solution de l'équation $e^x = b$. Domaine de définition. Dérivée, variations. Limites en 0 et en $+\infty$. Courbe représentative. Propriétés algébriques. Lien entre les fonctions logarithme népérien et logarithme décimal.	Transformer une expression en utilisant les propriétés algébriques de la fonction logarithme népérien. Résoudre des équations ou des inéquations mettant en jeu des logarithmes ou des exponentielles.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La fonction $x \mapsto e^x$ est présentée comme une fonction $x \mapsto a^x$ particulière. Ses propriétés algébriques découlent donc de celles des fonctions $x \mapsto a^x$. La fonction logarithme népérien est définie comme la réciproque de la fonction $x \mapsto e^x$, comme l'a été la fonction logarithme décimal à partir de la fonction $x \mapsto 10^x$.		

BLOC 5	Primitives		
	Définition d'une primitive d'une fonction continue sur un intervalle. Deux primitives d'une même fonction diffèrent d'une constante.	Interpréter la recherche d'une primitive comme l'opération inverse de la dérivation.	
	Primitives des fonctions : $x \mapsto x^n$, pour $n \in \mathbb{Z}$; cas particulier où $n = -1$. $x \mapsto \frac{1}{\sqrt{x}}$; $x \mapsto e^x$. Primitives d'une somme.	Interpréter la fonction logarithme népérien comme la primitive, sur $\mathbb{R}^{+*}$, de la fonction $x \mapsto \frac{1}{x}$ qui s'annule en 1. Calculer des primitives de fonctions se ramenant aux fonctions de référence.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques La motivation principale pour s'intéresser aux primitives est le calcul intégral, qui sera étudié immédiatement après ce chapitre. Il est intéressant de mentionner que, pour certaines fonctions, on ne dispose pas de primitive explicite.		
BLOC 5	Calcul intégral		
	Définition de l'intégrale, sur un segment $[a, b]$, d'une fonction f continue et positive comme l'aire sous la courbe. Notation $\int_a^b f(x) dx$.	Estimer graphiquement une intégrale. Calculer une intégrale à l'aide d'une primitive.	Mettre en regard les écritures $\int_a^b f(x) dx$ et $\sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x_i$.

	Si f est continue sur $[a, b]$, alors la fonction $F_a: x \mapsto \int_a^x f(t) dt$ est la primitive de f qui s'annule en a. Égalité $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$, si F est une primitive de f, ou, autrement dit : $\int_a^b F'(x) dx = F(b) - F(a)$, si F est dérivable à dérivée continue.	Calculer l'aire entre deux courbes.	
	Propriétés de l'intégrale : - linéarité, positivité, relation de Chasles ; - lien avec les inégalités. Encadrement d'une intégrale par la méthode des rectangles.	Encadrer $\int_a^b f(x) dx$ à partir d'un encadrement de f .	Algorithmes de calcul approché d'intégrales : - méthode des rectangles ; - approche probabiliste : méthode de Monte Carlo. Coder ces algorithmes en Python.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. 1° Les élèves développent une vision graphique de l'intégrale comme l'aire sous la courbe, ce qui permet d'approcher l'intégrale par la méthode des rectangles. La notation $\int_a^b f(x) dx$ permet d'interpréter l'intégrale comme une somme d'aires de rectangles de hauteur $f(x)$ et de largeur dx. 2° Ils apprennent à maîtriser le calcul approché (à partir de la méthode des rectangles) et le calcul exact à partir d'une primitive. La formule d'intégration par parties et les changements de variables ne figurent pas dans ce programme.		
BLOC 6	Équations différentielles $y' = ay$ ($a \neq 0$)		
	Résolution en montrant que la fonction	Interpréter la fonction $x \mapsto e^x$ comme la solution de l'équation différentielle	Traiter des situations dans lesquelles la variation

	$x \mapsto y(x) \times e^{-ax}$ est constante.	$y' = y$ vérifiant $y(0) = 1$. Résoudre des équations du type $y' = ay$. Déterminer l'unique solution vérifiant $y(x_0) = y_0$.	instantanée d'une grandeur continue est proportionnelle à sa valeur courante : doublement d'une population, désintégration radioactive, etc.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est d'introduire la notion de solution d'une équation différentielle, de réinterpréter la fonction exponentielle comme solution de l'équation différentielle $y' = y$.		
UA Géométrie			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Vecteurs de l'espace		
	Calcul vectoriel dans l'espace : extension des opérations entre vecteurs du plan. Vecteurs colinéaires. Vecteurs coplanaires	Étudier si deux vecteurs sont colinéaires. Étudier si trois vecteurs sont coplanaires.	Traiter géométriquement des problèmes de configurations dans l'espace (alignement, colinéarité, parallélisme, coplanarité).
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'extension des vecteurs du plan à ceux de l'espace s'opère de façon naturelle.		
BLOC 2	Géométrie analytique dans l'espace		
	Coordonnées d'un point de l'espace (abscisse, ordonnée, altitude).	Calculer des distances.	

	Coordonnées d'un vecteur. Distance entre deux points.		
	Condition sur leurs coordonnées pour que deux vecteurs soient orthogonaux.	Étudier l'orthogonalité de deux vecteurs donnés par leurs coordonnées.	
	Équation cartésienne d'un plan (résultat admis). Équations cartésiennes d'une droite (résultat admis).	Déterminer une équation cartésienne d'un plan parallèle à l'un des axes de coordonnées. Reconnaître une équation de plan. Interpréter une droite comme l'intersection de deux plans.	Résoudre un système de trois équations linéaires à trois inconnues pour déterminer l'intersection d'une droite et d'un plan. Résoudre un système de deux équations linéaires à trois inconnues pour déterminer l'intersection de deux plans.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La détermination d'une équation cartésienne d'un plan dans le cas général n'est pas au programme : il est seulement attendu des élèves qu'ils sachent qu'une équation de la forme $ax + by + cz = d$ est celle d'un plan. Intuitivement, ils comprennent qu'une droite peut être envisagée comme l'intersection de deux plans.			
UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Utiliser des sommes de variables aléatoires finies		
	Somme de deux variables aléatoires. Espérance de la somme de deux variables aléatoires (résultat admis). Si les	Calculer l'espérance de la somme de deux ou plusieurs variables aléatoires.	

	variables X et Y sont indépendantes, et si V désigne la variance, $V(X + Y) = V(X) + V(Y)$ (résultat admis).		
	Expression d'une variable aléatoire de loi binomiale $B(n, p)$ comme somme de n variables de Bernoulli indépendantes de paramètre p . Espérance et variance d'une loi binomiale.	Calculer l'espérance et la variance d'une variable aléatoire de loi binomiale.	Utiliser un tableur ou un logiciel de programmation pour représenter par un diagramme en bâtons la loi de probabilité d'une loi binomiale $B(n, p)$. Faire le lien avec l'histogramme des fréquences observées de 1 lors de la simulation de N échantillons de taille n d'une loi de Bernoulli de paramètre p .
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques L'objectif est ici d'aborder la loi binomiale sous un autre angle que celui selon lequel elle a été introduite en S3. Son expression comme somme de variables de Bernoulli indépendantes permet d'en calculer facilement l'espérance et la variance. Cela permet également de la simuler informatiquement à partir d'un simple générateur de nombres aléatoires égaux à 0 ou 1 (en sommant le nombre de 1 obtenus).		
BLOC 2	Comprendre le principe de l'échantillonnage et le lien entre fréquence et probabilité		
	Échantillon de taille n d'une variable aléatoire X , défini comme une liste $[X_1, X_2, \dots, X_n]$ de n variables aléatoires indépendantes de même loi que X .	Si $[X_1, X_2, \dots, X_n]$ est un échantillon d'une variable X , calculer l'espérance et la variance de la somme $S_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ et de la moyenne	

		$M_n = \frac{S_n}{n}$ en fonction de l'espérance et de la variance de X .	
	Version vulgarisée de la loi des grands nombres : « lorsque n est grand, sauf exceptions, la fréquence calculée sur un échantillon est proche de la probabilité ». Estimation d'une probabilité (ou d'une proportion) à l'aide d'une fréquence calculée sur un échantillon.	Simuler (sur un tableur ou un logiciel de programmation) des échantillons d'une loi de Bernoulli de paramètre p en faisant augmenter leur taille n et observer la stabilisation des fréquences autour de p. Pour une valeur de n supérieure à 50, et une valeur de p comprise entre 0,2 et 0,8, simuler, avec un tableur ou un logiciel de programmation, N échantillons de taille n d'une loi de Bernoulli de paramètre p et représenter les fréquences de succès observés par un nuage de points. Calculer la proportion des échantillons pour lesquels l'écart entre la fréquence observée et p est inférieur ou égal à $\frac{1}{\sqrt{n}}$, et la comparer à 0,95.	Lors d'une élection entre deux candidats, estimer la chance d'élection d'un des candidats à partir d'un sondage et expliquer les limites de ce sondage. Lors d'un contrôle qualité réalisé dans une entreprise industrielle, estimer la proportion d'objets défectueux fabriqués par l'entreprise à partir de la fréquence observée sur un échantillon et expliquer les limites de ce contrôle. Lors d'une campagne de dépistage d'une maladie, estimer la proportion de personnes malades dans la population totale à partir du nombre de malades observés sur un échantillon et expliquer les limites de ce dépistage.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Une réalisation $[X_1(\omega), X_2(\omega), \dots, X_n(\omega)]$ d'un échantillon de la variable aléatoire X est la suite des valeurs prises X sur une sous-population de taille n prélevée au hasard dans la population totale Ω. Cela permet de relier un échantillon d'une loi de probabilité avec un échantillon statistique. La simulation de N échantillons de taille n de d'une loi de Bernoulli paramètre p permet aux élèves de : - percevoir la fluctuation des fréquences calculées sur les échantillons ; - percevoir la stabilisation de ces fréquences autour p (pour de grandes valeurs de n) et comprendre ainsi pourquoi la fréquence f de succès calculée sur un échantillon est une estimation de la probabilité p ; - quantifier la qualité de cette estimation en calculant la proportion des échantillons où l'écart entre f et p est inférieur ou égal à $\frac{1}{\sqrt{n}}$. Si f est une fréquence calculée sur un échantillon, l'intervalle $[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}}]$ s'appelle un intervalle de confiance à 95 % ; - comprendre comment les 5% des fréquences non situées dans l'intervalle $[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}}]$ expliquent les limites de l'estimation.			
UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Séries statistiques à deux variables quantitatives		
	Nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives.	Représenter un nuage de points à partir de la donnée de deux variables quantitatives.	

	Ajustement affine d'un nuage de points. Coefficient de corrélation linéaire entre deux variables quantitatives.	Déterminer un ajustement affine au jugé, puis à l'aide de la droite des moindres carrés. Utiliser un outil numérique (calculatrice, tableur, logiciel de programmation) pour calculer le coefficient de corrélation linéaire entre deux variables. Interpréter le coefficient de corrélation linéaire. Utiliser un ajustement affine pour interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues.	Dans un premier temps, les ajustements affines peuvent être réalisés graphiquement « au jugé ». L'appréciation de leur qualité peut faire l'objet d'une discussion au sein de la classe. Dans un deuxième temps, la méthode de la <i>droite de Mayer</i> est présentée ; on en donne la définition, et on montre comment la déterminer. Dans un troisième temps, l'enseignant présente aux élèves la méthode des moindres carrés : recherche d'une droite d'équation $y = ax + b$ réalisant le minimum de $\sum_i (y_i - ax_i)^2$ pour le nuage de points $(x_i ; y_i)$. Il donne l'interprétation géométrique de ce minimum. Les élèves effectuent les calculs des coefficients a et b à la calculatrice ou à l'aide d'un tableur. Avec les différentes méthodes,
--	---	---	--

			l'enseignant montre comment effectuer des prédictions de valeurs. Il privilégie les contextes réels, en lien avec les domaines des sciences économiques et des sciences sociales. L'enseignant veille à entraîner les élèves à exercer leur esprit critique sur la pertinence, au regard des données et de la situation étudiée, d'une modélisation par un ajustement affine et sur les limites des extrapolations faites dans ce cadre.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont sensibilisés à bien différencier causalité et corrélation. Ceci est une compétence mathématique, bien sûr, mais aussi une compétence citoyenne.		
UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Notion de fonction informatique		
	Fonction informatique sans paramètre. Fonction informatique à un ou plusieurs paramètres.	Écrire en Python une fonction avec ou sans paramètre.	Écrire des fonctions renvoyant l'aire d'une figure plane (carré, rectangle, triangle) ou le volume d'un solide (pyramide, cylindre)

			en fonction de leurs mesures. Écrire des fonctions de conversions d'unités. Écrire une fonction Python qui prend en argument un entier naturel non nul et qui renvoie la liste des bits de son écriture en base 2. Écrire une fonction Python qui prend en argument une liste de 0 et de 1 et qui renvoie le nombre entier écrit en base dix dont cette liste est l'écriture en base deux.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La création d'une fonction permet de donner un nom à un ensemble d'instructions et de simplifier le corps principal d'un programme, en dissimulant un algorithme secondaire sous une commande unique, possédant le nom de la fonction. C'est en quelque sorte un sous-programme. Le mot « fonction » a donc un sens différent en mathématiques et en informatique. Autres précisions de vocabulaire : - un paramètre est une variable qui permet de faire varier le résultat d'une fonction selon les valeurs qui lui seront attribuées lors des différents appels de la fonction ; - un argument est une valeur passée à la place d'un paramètre lors de l'appel de la fonction.		
BLOC 2	Utiliser un tableur ou un langage de programmation textuel pour simuler une expérience aléatoire ou une variable aléatoire		
	Fonction ALEA() du tableur retournant un nombre aléatoire compris entre 0	À l'aide des fonctions ALEA() et ENT() du tableur, écrire une fonction renvoyant	Simuler au tableur 100, puis 1000, puis 5000 lancers

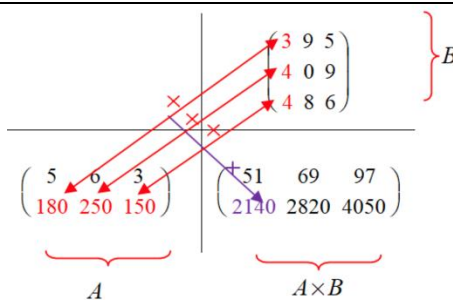
	inclus et 1 exclu. Fonction random() de la bibliothèque random du logiciel Python retournant un nombre aléatoire compris entre 0 inclus et 1 exclu. Fonction randint(a,b) de la bibliothèque random du logiciel Python retournant un nombre entier aléatoire compris entre les entiers a inclus et b inclus.	de manière aléatoire un nombre entier compris entre deux entiers a et b. Simuler au tableur ou en Python le lancer d'une pièce de monnaie. Simuler au tableur ou en Python le lancer d'un dé à 6 faces. Simuler en Python une variable aléatoire.	successifs d'un dé à six faces bien équilibré. Dans chaque cas, représenter par un histogramme la distribution des fréquences d'apparition de chaque chiffre entre 1 et 6 et les comparer à la probabilité correspondante. Réaliser des activités similaires en Python. Simuler au tableur la variable aléatoire égale à la somme des chiffres obtenus lors du lancer de deux dés bien équilibrés à 6 faces. Simuler des échantillons de tailles 100, puis 1000, puis 5000 de cette variable aléatoire et représenter par un histogramme la distribution des fréquences. Réaliser des activités similaires en Python.

UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui leur serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, calcul algébrique, arithmétique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de 4^{ème} année.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Consolider la connaissance du vocabulaire mathématique de base		
	Consolidation des notions d'ensemble, d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire. Symboles mathématiques correspondants : $\in$, $\subset$, $\cap$, $\cup$. Diagramme de Venn. Notation des ensembles de nombres et des intervalles de $\mathbb{R}$.	Écrire un ensemble en extension (s'il est fini) ou en compréhension. Déterminer l'intersection et la réunion de deux intervalles de $\mathbb{R}$.	Écrire en compréhension l'ensemble des nombres réels dont le carré est strictement inférieur strictement à 1. Écrire en compréhension l'ensemble des nombres réels x tels que $\sin x = 0$.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour le complémentaire d'un sous-ensemble A d'un ensemble E on utilise à la fois la notation des probabilités A^c , et la notation $E \setminus A$.		
BLOC 2	Consolider la lecture et l'écriture de propositions mathématiques		
	Proposition mathématique : utilisation des quantificateurs universel (symbole $\forall$) et existentiel (symboles $\exists$; $\exists!$).	Traduire en langage mathématique une proposition énoncée en langage naturel et comportant un ou plusieurs quantificateurs.	Dire si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :

	Réciproque d'une implication. Conditions nécessaire, suffisante, nécessaire et suffisante ; lien avec les symboles $\Rightarrow, \Leftarrow, \Leftrightarrow$.	Énoncer dans le langage naturel une proposition mathématique comportant un ou plusieurs quantificateurs. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la réciproque d'une implication. Formuler une équivalence logique. Identifier la condition nécessaire et la condition suffisante d'une implication : $A \Rightarrow B$: B est une condition nécessaire de A $B \Rightarrow A$: B est une condition suffisante de A $A \Leftrightarrow B$: A est une condition nécessaire et suffisante de B.	$\forall x \in \mathbb{N}, \exists y \in \mathbb{N} ; y \geq x$ $\exists y \in \mathbb{N}, \forall x \in \mathbb{N} ; y \geq x$ $\exists x \in \mathbb{R}, \forall y \in \mathbb{R} ; x \leq y^2$ $\forall y \in \mathbb{R}, \exists x \in \mathbb{R} ; x \leq y^2$ Écrire la négation de chacune des propositions précédentes. Relier les propositions suivantes par une implication ou une équivalence : Proposition A : n est un multiple de 3 ; Proposition B : n est un multiple de 2 ; Proposition C : n est un multiple de 6 ; Proposition D : n est un multiple de 2 et de 3. On aura intérêt à faire réfléchir régulièrement les élèves sur des questions simples, du type : quelle est la négation de la
--	--	---	---

			propriété $x \leq 0$? Quelle est la négation de la propriété $x \in [0,1[$?
BLOC 3	Consolider la formalisation des raisonnements mathématiques déjà étudiés		
	Raisonnement par disjonction de cas. Raisonnement par l'absurde. Raisonnement par récurrence.	Dans le cadre de la résolution de problèmes, mobiliser des raisonnements et les rédiger sous la forme de démonstrations.	Sachant que π n'est pas un nombre rationnel, démontrer, à l'aide d'un raisonnement par l'absurde, que le nombre $\frac{2\pi+3}{\pi+1}$ n'est pas un nombre rationnel. Démontrer, à l'aide d'un raisonnement par récurrence, que la somme des n premiers entiers impairs est égal à n^2.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont entraînés à reconnaître des analogies et des particularités entre un problème à résoudre et une situation déjà connue. En géométrie, les élèves doivent comprendre que, si l'observation d'une figure est un support au raisonnement, elle ne peut en aucune manière s'y substituer. Dans une démarche inductive, à la suite d'essais sur des cas particuliers, les élèves sont amenés à émettre des conjectures qu'ils devront ensuite prouver à l'aide d'une démonstration ou infirmer en produisant un contre-exemple.		

UA Matrices et graphes			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Matrices		
	Matrice à n lignes et m colonnes à coefficients réels. Matrice ligne, matrice colonne, matrice carrée. Notations : • a_{ij} pour le terme de la ligne i et la colonne j • matrice $n \times m$ pour une matrice à n lignes et m colonnes.	Identifier les lignes et les colonnes d'une matrice.	
	Opérations : somme de matrices de même dimension, produit d'une matrice par un nombre réel. Produit d'une matrice A à m lignes et n colonnes par une matrice B à n lignes et p colonnes. Notations $A \times B$ ou AB.	Reconnaître que la matrice produit est une matrice (n, p). Utiliser la disposition	Exemple d'exercice possible : Trois magasins M1, M2, M3 proposent à la vente cinq produits p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 dont les prix unitaires sont donnés par le tableau suivant :



Prix unitaire (en \$)	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5
M1	1	5	2	3	4
M2	1,1	4,7	1,8	3,1	3,8
M3	0,9	5,1	1,9	3,2	4

Un client veut acheter deux produits p_1 , un produit p_2 , trois produits p_3 , trois produits p_4 , et deux produits p_5 .

Effectuer le produit d'une matrice (dite matrice de prix) 5×3 par une matrice colonne (dite matrice des quantités) pour déterminer le prix du panier total de l'acheteur dans chacun des trois magasins et déterminer le magasin dans lequel il a intérêt à effectuer ses achats.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.

On fera observer que le produit d'une matrice $p \times n$ et d'une matrice $n \times m$ est une matrice $p \times m$: pour que la multiplication soit possible, il faut que le même entier n soit la dimension à droite de la matrice de gauche, et la dimension à gauche de la matrice de droite. Une fois le produit effectué, l'entier n n'apparaît plus.

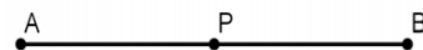
BLOC 2	Puissances d'une matrice carrée		
	Puissances A^n (n entier naturel) d'une matrice carrée A .	Calculer des puissances positives d'une matrice donnée.	Utiliser une récurrence pour calculer la puissance n -ième d'une matrice.
	Évolution couplée de deux suites récurrentes. Modélisation par une relation de récurrence $X_{n+1} = M X_n$, où M est une matrice 2×2 et X_n et X_{n+1} sont deux matrices 2×1. Égalité $X_n = M^n X_0$ où X_0 représente l'état initial du système.	Pour des valeurs numériques de n, calculer l'état du système au bout de n étapes en fonction de son état initial à l'aide de la relation $X_n = M^n X_0$	Étude du comportement asymptotique du système donné dans la colonne de gauche en étudiant $\lim_{n \rightarrow +\infty} X_n$. Exemple d'exercice possible : Dans le cadre d'une étude scientifique, des souris sont enfermées dans une cage comportant deux compartiments A et B. La porte entre ces deux compartiments est ouverte pendant un quart d'heure tous les jours jour à midi. On suppose qu'au départ les deux compartiments contenaient le même effectif de souris. Les observations ont montré que, chaque jour : 20% des souris présentes dans le

			compartiment A avant l'ouverture de la porte se trouvent dans le compartiment B après la fermeture de la porte. 10% des souris présentes dans le compartiment B avant l'ouverture de la porte se trouvent dans le compartiment A après la fermeture de la porte. On note a_n (resp b_n) la proportion de souris présentes dans le compartiment A (resp B) au bout de n jours. On note X_n la matrice $\begin{pmatrix} a_n \\ b_n \end{pmatrix}$. Déterminer a_{n+1} et b_{n+1} en fonction de a_n et b_n et la matrice M telle que $X_{n+1} = MX_n$. Déterminer la répartition des souris dans les compartiments A et B au bout de trois jours.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves ayant étudié en S3 le produit de deux matrices 2×2, on commence par présenter le produit de deux matrices 3×3. L'objectif n'est pas de définir les règles du calcul matriciel dans un cadre abstrait, mais de l'utiliser dans des cas concrets, sur des valeurs numériques de m et n. Lors de la résolution de problèmes, l'utilisation d'une calculatrice		

	permet de limiter le temps consacré à des calculs techniques (notamment des produits et des puissances de matrices) et de se concentrer sur les aspects liés à la modélisation et au raisonnement.		
BLOC 2	Matrice d'adjacence d'un graphe		
	Matrice d'adjacence d'un graphe d'ordre p , orienté ou non orienté.	Écrire la matrice d'adjacence d'un graphe (orienté ou non).	
	La matrice d'adjacence d'un graphe non orienté est symétrique.	Construire un graphe dont la matrice d'adjacence est donnée.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Après avoir présenté en S3 les matrices comme outils de représentation des systèmes linéaires, l'objectif est ici de montrer qu'elles servent aussi à représenter des graphes.		
BLOC 4	Chaines de Markov à 2 ou 3 états		
	Chaine de Markov homogène. Matrice de transition d'une chaine de Markov homogène. Graphe orienté et pondéré d'une chaine de Markov.	Reconnaître une chaine de Markov homogène. Déterminer la matrice de transition d'une chaine de Markov. Vérifier sur des exemples que la matrice de transition d'une chaine de Markov est une matrice stochastique. Associer un graphe orienté et pondéré à une chaine de Markov à 2 ou 3 états.	

	Distributions de probabilité d'une chaîne de Markov. La matrice ligne π_n donnant la distribution à l'étape n d'une chaîne de Markov homogène de matrice de transition Q vérifie $\pi_{n+1} = \pi_n Q$. Égalité $\pi_n = \pi_0 Q^n$, où π_0 est la matrice ligne représentant la distribution initiale.	Pour des valeurs numériques de n, calculer la distribution de probabilité π_n à l'étape n en fonction de la matrice de transition Q et de la distribution initiale π_0.	Exemples d'exercices possibles : Graphe d'ordre 2 Deux grossistes A et B se partagent la clientèle d'un produit industriel. On suppose que le nombre total de clients reste fixe d'une année sur l'autre. En 2022, 45% des clients se fournissaient chez le grossiste A et 55% chez le grossiste B. On admet que, d'une année sur l'autre, 6% des clients du grossiste A deviennent clients du grossiste B tandis que le grossiste B conserve 86% de ses clients. Chaque année, on choisit au hasard un client ayant acheté le liquide. Pour tout entier naturel n on note : • a_n la probabilité qu'il soit client du grossiste A en 2022 + n, • b_n la probabilité qu'il soit client du grossiste B en 2022 + n. • $P_n = (a_n, b_n)$ la matrice ligne représentant la
--	--	---	--

			distribution de probabilité à l'année 2022 + n. Représenter la situation par un graphe et calculer sa matrice de transition. À quelle répartition des clients doit-on s'attendre en 2030 ?
			Graphe d'ordre 3 : On dispose de deux urnes U et V contenant chacune deux boules. Au départ, l'urne U contient deux boules blanches et l'urne V contient deux boules noires. On effectue des tirages successifs dans ces urnes de la façon suivante : chaque tirage consiste à prendre au hasard, de manière simultanée, une boule dans chaque urne et à la mettre dans l'autre urne. Ce processus peut être vu comme une marche aléatoire sur un espace à trois états : A : il y a 0 boule blanche dans U ; B : il y a 1 boule blanche dans U ; C : il y a 2 boules blanches dans U.

			4. Représenter la situation à l'aide d'un graphe orienté et pondéré et déterminer sa matrice de transition. 5. Pour tout entier naturel n, on note π_n la distribution du système après n transitions. 6. On admet que la suite (π_n) converge vers une matrice ligne π. Déterminer π et l'interpréter. Marche aléatoire sur un segment : Un personnage se déplace d'un sommet à l'autre du graphe ci-dessous selon la loi suivante :  S'il est en A ou en B, il ne peut aller qu'en P ; s'il est en P, il peut aller en A ou en B avec la même probabilité $\frac{1}{2}$. Représenter la situation par un graphe et donner la matrice de transition G de ce graphe. Calculer G^2 et G^3.
--	--	--	--

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'étude des chaînes de Markov utilise les probabilités conditionnelles vues en S3 et la formule des probabilités totales. Il convient donc de commencer l'étude par un rappel sur ces notions. On se limite aux chaînes de Markov à deux ou trois états.
--	--

Année 4 : série « Sciences de la vie et de la Terre »

UA Fonctions			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Limites de suites		
	Limite (finie ou infinie) d'une suite réelle. Une suite croissante est soit majorée, et alors elle tend vers une limite finie, soit non majorée et elle tend vers $+\infty$ (résultat admis).		Pour une suite ayant comme limite $+\infty$, et un nombre réel A, déterminer un entier N tel que, pour tout entier $n \geq N, u_n \geq A$.
	Limites et comparaison : - le théorème des gendarmes ; - une suite minorée par une suite tendant vers $+\infty$ tend elle-même vers $+\infty$; - une suite majorée par une suite tendant vers $-\infty$ tend elle-même vers $-\infty$;	Établir la convergence d'une suite, ou sa divergence vers $+\infty$ ou vers $-\infty$.	
	Opérations sur les limites : limite d'une		

	somme, d'un produit, d'un quotient.		
	Convergence d'une suite géométrique.	Déterminer, selon les valeurs du nombre réel q , la limite de q^n lorsque $n \rightarrow +\infty$, après démonstration par récurrence de l'inégalité de Bernoulli : pour tout réel a positif et tout entier naturel n , $(1 + a)^n \geq 1 + na$	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. En S3, les suites étaient étudiées dans l'Unité <i>Nombres et calculs</i>. Sans attacher une importance excessive au basculement vers l'unité d'apprentissage <i>Fonctions</i>, celui-ci provient du fait qu'on s'attache maintenant aux propriétés de convergence des suites, qui relèvent de l'analyse, alors que, dans l'unité d'apprentissage <i>Nombres et calculs</i>, l'accent était mis sur les propriétés algébriques. La notion de limite est présentée de manière intuitive, en s'appuyant sur la vision géométrique. Les objectifs sont d'installer une solide pratique des aspects opératoires, d'étudier la convergence de certaines suites (comme les suites géométrique). Dans l'unité d'apprentissage matrices et graphes, des suites à valeurs dans $\mathbb{R}^2$ seront étudiées.		
BLOC 2	Limites et continuité des fonctions		
	Limite finie ou infinie d'une fonction en un point. Notation $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$. Interprétation graphique. Asymptote verticale. Opérations sur les limites : somme, produit, inverse, quotient.	Utiliser la courbe représentative d'une fonction pour visualiser son comportement au voisinage d'un point et déterminer intuitivement la valeur de la limite en ce point. Déterminer de manière intuitive les limites en un point des fonctions de référence, notamment les limites à droite et à gauche en 0 de la fonction inverse.	

	Limite (finie ou infinie) d'une fonction quand $x \rightarrow \pm\infty$. Interprétation graphique. Asymptote horizontale. Opérations sur les limites : somme, produit, inverse, quotient.	Utiliser la courbe représentative d'une fonction pour visualiser le comportement de la fonction au voisinage de $\pm\infty$ et déterminer de manière intuitive la valeur de la limite. Déterminer de manière intuitive les limites en $\pm\infty$ des fonctions de référence. Calculer la limite d'une fonction simple quand x tend vers $\pm\infty$ en appliquant les résultats sur les opérations. Types d'exemples de fonctions simples : $x \mapsto \frac{1}{x} ; x \mapsto 1 - \frac{1}{x} ;$	Analogie avec la limite d'une suite.
	Fonction continue sur un intervalle. Toute fonction dérivable est continue (résultat admis).	Visualiser sur un graphique la continuité sur un intervalle.	Exemples de fonctions non continues (fonction caractéristique d'un segment).
	Image d'une suite convergente par une fonction continue.		Étude de suites simples données par une relation de récurrence $u_{n+1} = f(u_n)$, pour une fonction f continue d'un intervalle dans lui-même.
	Théorème des valeurs intermédiaires	Étudier les solutions d'une équation du	Écrire des algorithmes de

	(admis). Cas d'une fonction strictement monotone : théorème de la bijection	type $f(x) = k$: existence, unicité.	recherche de racines d'équations dont on connaît l'existence (dichotomie, méthode de la sécante, méthode de Newton). Coder ces algorithmes en Python.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La justification de la continuité d'une fonction sur un intervalle n'est pas un attendu du programme. En s'appuyant sur les représentations graphiques, l'enseignant met en évidence l'importance de la continuité dans le théorème des valeurs intermédiaires.		
BLOC 3	Compléments sur la dérivation		
	Composée de deux fonctions. Dérivée de la composée de deux fonctions dérivables.	Calculer la dérivabilité d'une fonction mettant en jeu la composition.	
	Dérivées des fonctions cosinus, sinus et logarithme népérien.	En admettant la dérivabilité de la fonction logarithme, calculer sa dérivée.	
	Étude complète d'une fonction : domaine de définition, tableau de variations, limites.	Étudier une fonction et représenter à main levée sa courbe représentative.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On pourra interpréter la formule de la dérivée d'une fonction composée à l'aide des relations de Leibniz : On pose $y = u(x)$ et $z = v(y)$. Alors $\frac{dz}{dx} = \frac{dz}{dy} \times \frac{dy}{dx}$. On relie ensuite $\frac{dz}{dx}$ à $(v \circ u)'(x)$ et $\frac{dz}{dy}$ à $v'(y) = v'(u(x))$.		

BLOC 4	Primitives		
	Définition d'une primitive d'une fonction continue sur un intervalle. Deux primitives d'une même fonction diffèrent d'une constante.	Interpréter la recherche d'une primitive comme l'opération inverse de la dérivation.	
	Primitives des fonctions de référence : $x \mapsto x^n$, pour $n \in \mathbb{Z}$; $x \mapsto \frac{1}{\sqrt{x}}$; $x \mapsto e^x$; $x \mapsto \cos(x)$ et $x \mapsto \sin(x)$. Primitives d'une somme.	Calculer des primitives de fonction se ramenant aux fonctions de référence par somme ou par composition, notamment celles d'une fonction de la forme $(v' \circ u) \times u'$.	
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. La motivation principale pour s'intéresser aux primitives est le calcul intégral, qui sera étudié immédiatement après ce chapitre. Il est intéressant de mentionner que, pour certaines fonctions, on ne dispose pas de primitive explicite.		
BLOC 5	Calcul intégral		
	Définition de l'intégrale, sur un segment $[a, b]$, d'une fonction f continue et positive comme l'aire sous la courbe. Notation $\int_a^b f(x) dx$.	Estimer graphiquement une intégrale. Calculer une intégrale à l'aide d'une primitive.	Mettre en regard les écritures $\int_a^b f(x) dx$ et $\sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x_i$.

Si f est continue sur $[a, b]$, alors la fonction $F_a: x \mapsto \int_a^x f(t) dt$ est la primitive de f qui s'annule en a. Égalité $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$, si F est une primitive de f, ou, autrement dit : $\int_a^b F'(x) dx = F(b) - F(a)$, si F est dérivable à dérivée continue.	Calculer l'aire entre deux courbes.	
Propriétés de l'intégrale : • linéarité, positivité, relation de Chasles ; • lien avec les inégalités. Encadrement d'une intégrale par la méthode des rectangles. Valeur moyenne d'une fonction sur un segment.	Encadrer $\int_a^b f(x) dx$ à partir d'un encadrement de f. Calculer la valeur moyenne d'une fonction périodique sur une période et interpréter graphiquement le résultat. Interpréter une valeur moyenne dans un contexte issu d'une autre discipline.	Algorithmes de calcul approché d'intégrales : - méthode des rectangles ; - approche probabiliste : méthode de Monte Carlo. Coder ces algorithmes en Python.
Formule d'intégration par parties.	Calculer une intégrale à l'aide d'une intégration par parties.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. 1° Les élèves développent une vision graphique de l'intégrale comme l'aire sous la courbe, ce qui permet d'approcher l'intégrale par la méthode des rectangles. La notation $\int_a^b f(x) dx$ permet d'interpréter l'intégrale comme une somme d'aires de rectangles de hauteur $f(x)$ et de largeur dx. 2° Ils apprennent à maîtriser le calcul approché (à partir de la méthode des rectangles) et le calcul exact à partir d'une		

	primitive. La formule d'intégration par parties et les changements de variables ne figurent pas dans ce programme.		
BLOC 6	Équations différentielles $y' = ay$ ($a \neq 0$)		
	Résolution en montrant que la fonction $x \mapsto y(x) \times e^{-ax}$ est constante.	Résoudre des équations du type $y' = ay$. Représenter graphiquement l'ensemble des solutions (courbes intégrales).	Traiter des situations dans lesquelles la variation instantanée d'une grandeur est proportionnelle à sa valeur courante : désintégration radioactive, doublement de population, etc. Méthode d'Euler pour tracer de manière approchée la courbe de l'unique solution vérifiant $y(x_0) = y_0$. Écrire l'algorithme et le coder en Python.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Le lien est fait avec la définition de la fonction exponentielle.		
UA Géométrie			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Produit scalaire dans l'espace		
	Définition du produit scalaire de deux vecteurs de l'espace à partir de sa définition dans un plan les contenant.	Exprimer le produit scalaire de deux vecteurs de l'espace.	Utiliser le produit scalaire pour résoudre des problèmes impliquant des mesures de grandeurs : longueur, angle, aire,

	Propriétés du produit scalaire : bilinéarité, symétrie.		volume.
	Orthogonalité de deux vecteurs, de deux droites, d'un plan et d'une droite.	Utiliser le produit scalaire pour démontrer une orthogonalité, pour calculer un angle ou une longueur dans l'espace.	
	Vecteur normal à un plan. Étant donnés un point A et un vecteur non nul $\vec{n}$, plan passant par A et normal à $\vec{n}$. Projeté orthogonal d'un point sur une droite Projeté orthogonal d'un point sur un plan.	Utiliser la projection orthogonale pour déterminer la distance d'un point à une droite ou à un plan.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est d'étendre à l'espace le produit scalaire étudié dans le plan en S3.			
BLOC 2	Géométrie analytique dans l'espace		
	Bases et repères orthonormés de l'espace. Coordonnées d'un point dans un repère orthonormé.	Calculer, dans une base orthonormée, des produits scalaires, des normes, des distances.	Étudier des problèmes de configuration dans l'espace : - orthogonalité de

	Expressions, dans une base orthonormée, du produit scalaire, de la norme, de la distance entre deux points.	Déterminer les coordonnées d'un vecteur dans une base orthonormée.	deux droites, orthogonalité d'une droite et d'un plan ; - parallélisme d'une droite à un plan.
	Représentation paramétrique d'une droite. Représentation paramétrique d'un plan.	Donner la représentation d'une droite définie par un point et un vecteur directeur. Déterminer un point et un vecteur directeur d'une droite à partir d'une représentation paramétrique. Donner la représentation paramétrique d'un plan défini par un point et deux vecteurs non colinéaires. Déterminer un point et deux vecteurs non colinéaires dirigeant un plan donné par une représentation paramétrique.	
	Équation cartésienne d'un plan par la recherche d'un vecteur normal		Résoudre un système de deux équations linéaires à trois inconnues pour déterminer l'intersection de deux plans. Résoudre un système de deux équations linéaires à trois inconnues pour déterminer un vecteur normal à un plan donné par un point et deux vecteurs non colinéaires et en déduire une

			équation cartésienne de ce plan.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour traiter analytiquement un problème géométrique, le choix d'un repère adapté mérite une attention particulière. Selon le problème à résoudre, on choisit une représentation paramétrique (d'un plan ou d'une droite) ou une (ou deux) équation cartésienne.		
UA Probabilités			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Utiliser des sommes de variables aléatoires finies		
	Somme de deux variables aléatoires. Espérance de la somme de deux variables aléatoires (résultat admis). Si les variables X et Y sont indépendantes, et si V désigne la variance, V(X + Y) = V(X) + V(Y) (résultat admis).	Calculer l'espérance de la somme de deux ou plusieurs variables aléatoires.	
	Expression d'une variable aléatoire de loi binomiale B(n, p) comme somme de n variables de Bernoulli indépendantes	Calculer l'espérance et la variance d'une variable aléatoire de loi binomiale.	Utiliser un tableur ou un logiciel de programmation pour représenter par un diagramme en bâtons la loi de probabilité d'une loi binomiale B(n, p) .

	de paramètre p . Espérance et variance d'une loi binomiale.		Faire le lien avec l'histogramme des fréquences observées de 1 lors de la simulation de N échantillons de taille n d'une loi de Bernoulli de paramètre p .
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. L'objectif est ici d'aborder la loi binomiale sous un autre angle que celui selon lequel elle a été introduite en S3. Son expression comme somme de variables de Bernoulli indépendantes permet d'en calculer facilement l'espérance et la variance. Cela permet également de la simuler informatiquement à partir d'un simple générateur de nombres aléatoires égaux à 0 ou 1 (en sommant le nombre de 1 obtenus).		
BLOC 2	Comprendre le principe de l'échantillonnage et le lien entre fréquence et probabilité		
	Échantillon de taille n d'une variable aléatoire X , défini comme une liste $[X_1, X_2, \dots, X_n]$ de n variables aléatoires indépendantes de même loi que X .	Si $[X_1, X_2, \dots, X_n]$ est un échantillon d'une variable X , calculer l'espérance et la variance de la somme $S_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ et de la moyenne $M_n = \frac{S_n}{n}$ en fonction de l'espérance et de la variance de X .	
	Version vulgarisée de la loi des grands nombres : « lorsque n est grand, sauf exceptions, la fréquence calculée sur un échantillon est proche de la probabilité ».	Simuler (sur un tableur ou un logiciel de programmation) des échantillons d'une loi de Bernoulli de paramètre p en faisant augmenter leur taille n et observer la	Lors d'une élection entre deux candidats, estimer la chance d'élection d'un des candidats à partir d'un sondage et expliquer les limites de ce sondage.
	Estimation d'une probabilité (ou d'une		Lors d'un contrôle qualité réalisé

	proportion) à l'aide d'une fréquence calculée sur un échantillon.	stabilisation des fréquences autour de p. Pour une valeur de n supérieure à 50, et une valeur de p comprise entre 0,2 et 0,8, simuler, avec un tableur ou un logiciel de programmation, N échantillons de taille n d'une loi de Bernoulli de paramètre p et représenter les fréquences de succès observés par un nuage de points. Calculer la proportion des échantillons pour lesquels l'écart entre la fréquence observée et p est inférieur ou égal à $\frac{1}{\sqrt{n}}$ et la comparer à 0,95.	dans une entreprise industrielle, estimer la proportion d'objets défectueux fabriqués par l'entreprise à partir de la fréquence observée sur un échantillon et expliquer les limites de ce contrôle. Lors d'une campagne de dépistage d'une maladie, estimer la proportion de personnes malades dans la population totale à partir du nombre de malades observés sur un échantillon et expliquer les limites de ce dépistage.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Une réalisation $[X_1(\omega), X_2(\omega), \dots, X_n(\omega)]$ d'un échantillon de la variable aléatoire X est la suite des valeurs prises X sur une sous-population de taille n prélevée au hasard dans la population totale Ω. Cela permet de relier un échantillon d'une loi de probabilité avec un échantillon statistique. La simulation de N échantillons de taille n de d'une loi de Bernoulli paramètre p permet aux élèves de : - percevoir la fluctuation des fréquences calculées sur les échantillons ; - percevoir la stabilisation de ces fréquences autour de p (pour de grandes valeurs de n) et comprendre ainsi pourquoi la fréquence f de succès calculée sur un échantillon est une estimation la probabilité p ;		

	- quantifier la qualité de cette estimation en calculant la proportion des échantillons où l'écart entre f et p est inférieur ou égal à $\frac{1}{\sqrt{n}}$. Si f est une fréquence calculée sur un échantillon, l'intervalle $[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}}]$ s'appelle un intervalle de confiance à 95 % ; - comprendre que les 5% des fréquences non situées dans l'intervalle $[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}}]$ expliquent les limites de l'estimation. -		
UA Statistique			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Séries statistiques à deux variables quantitatives		
	Nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives.	Représenter un nuage de points à partir de la donnée de deux variables quantitatives.	
	Ajustement affine d'un nuage de points. Coefficient de corrélation linéaire entre deux variables quantitatives.	Déterminer un ajustement affine au jugé, puis à l'aide de la droite des moindres carrés. Utiliser un outil numérique (calculatrice, tableur, logiciel de programmation) pour calculer le coefficient de corrélation linéaire entre deux variables.	Dans un premier temps, les ajustements affines peuvent être réalisés graphiquement « au jugé ». L'appréciation de leur qualité peut faire l'objet d'une discussion au sein de la classe. Dans un deuxième temps, la méthode de la <i>droite de Mayer</i> est présentée.

		Interpréter le coefficient de corrélation linéaire. Utiliser un ajustement affine pour interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues.	Dans un troisième temps, l'enseignant présente aux élèves la méthode des moindres carrés : recherche d'une droite d'équation $y = ax + b$ réalisant le minimum de $\sum_i (y_i - ax_i)^2$ pour le nuage de points $(x_i ; y_i)$. Il donne l'interprétation géométrique de ce minimum. Les élèves effectuent les calculs des coefficients a et b à la calculatrice ou à l'aide d'un tableur. Avec les différentes méthodes, l'enseignant montre comment effectuer des prédictions de valeurs. Il privilégie les contextes réels, en lien avec la filière : - données issues des domaines de la santé ; - mesures expérimentales de grandeurs liées par une relation linéaire en biologie (intensité et tension ; droite d'étalonnage d'une concentration).
--	--	--	--

			L'enseignant veille à entraîner les élèves à exercer leur esprit critique sur la pertinence, au regard des données et de la situation étudiée, d'une modélisation par un ajustement affine et sur les limites des extrapolations faites dans ce cadre.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont sensibilisés à bien différencier causalité et corrélation. Ceci est une compétence mathématique, bien sûr, mais aussi une compétence citoyenne.			
UA Algorithmique et programmation			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Utiliser des variables, des fonctions, des boucles, des tests et des listes		
	Consolidation des savoirs acquis au cours des années précédentes sur les variables, les fonctions, les boucles, les tests et les listes.	Consolidation des savoir-faire développés au cours des années précédentes sur les variables, les fonctions, les boucles, les tests et les listes.	Écrire une fonction qui prend en argument un entier naturel non nul et qui renvoie la liste des bits de son écriture en base 2. Écrire une fonction qui prend en argument une liste de 0 et de 1 et qui renvoie le nombre entier écrit en base dix dont cette liste est l'écriture en base 2.

			Écrire une fonction qui prend en argument un entier naturel non nul et qui renvoie la liste de ses facteurs premiers.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques		
BLOC 2	Utiliser un tableur ou un langage de programmation textuel pour simuler une expérience aléatoire ou une variable aléatoire		
	Fonction ALEA() du tableur retournant un nombre aléatoire compris entre 0 inclus et 1 exclu. Fonction random() de la bibliothèque random du logiciel Python retournant un nombre aléatoire compris entre 0 inclus et 1 exclu. Fonction randint(a,b) de la bibliothèque random du logiciel Python retournant un nombre entier aléatoire compris entre les entiers a inclus et b inclus.	À l'aide des fonctions ALEA() et ENT() du tableur, écrire une fonction renvoyant de manière aléatoire un nombre entier compris entre deux entiers a et b. Simuler au tableur ou en Python le lancer d'une pièce de monnaie. Simuler au tableur ou en Python le lancer d'un dé à 6 faces. Simuler en Python une variable aléatoire.	Simuler au tableur 100, puis 1000, puis 5000 lancers successifs d'un dé à six faces bien équilibré. Dans chaque cas, représenter par un histogramme la distribution des fréquences d'apparition de chaque chiffre entre 1 et 6 et les comparer à la probabilité correspondante. Réaliser des activités similaires en Python. Simuler au tableur la variable aléatoire égale à la somme des chiffres obtenus lors du lancer de deux dés bien équilibrés à 6 faces. Simuler des échantillons de tailles 100, puis 1000, puis 5000 de cette variable aléatoire et représenter par un histogramme la distribution des fréquences. Réaliser des activités similaires en Python.

UA Raisonnement, logique			
Il n'est pas attendu que les enseignants présentent les notions de cette unité d'apprentissage dans un cours qui leur serait spécifiquement dédié. Au contraire, c'est à l'occasion de la rencontre de ces notions dans les autres unités d'apprentissage (géométrie, probabilités, calcul algébrique, arithmétique, algorithmique et programmation) que le professeur les formalisera. Cette unité vise simplement à synthétiser tout ce qui est attendu des élèves en fin de 4 ^{ème} année.			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d'activités
BLOC 1	Consolider la connaissance du vocabulaire mathématique de base		
	Consolidation des notions d'ensemble, d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire. Symboles mathématiques correspondants : $\in$, $\subset$, $\cap$, $\cup$. Diagramme de Venn. Notation des ensembles de nombres et des intervalles de $\mathbb{R}$.	Écrire un ensemble en extension (s'il est fini) ou en compréhension. Déterminer l'intersection et la réunion de deux intervalles de $\mathbb{R}$.	Écrire en compréhension l'ensemble des nombres réels dont le carré est strictement inférieur à 1. Écrire en compréhension l'ensemble des nombres réels x tels que $\sin x = 0$.
	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Pour le complémentaire d'un sous-ensemble A d'un ensemble E, on utilise à la fois la notation des probabilités A^c , et la notation $E \setminus A$. La détermination de l'intersection et de la réunion de deux intervalles de $\mathbb{R}$ est traitée dans différentes configurations (intervalles ayant une intersection non vide, intervalles adjacents, intervalles disjoints).		
BLOC 2	Consolider la lecture et l'écriture de propositions mathématiques		
	Proposition mathématique : utilisation des quantificateurs universel (symbole $\forall$)	Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la négation d'une proposition contenant un ou plusieurs	Dire si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :

	et existentiel (symboles $\exists$; $\exists!$). Conditions nécessaire, suffisante, nécessaire et suffisante.	quantificateurs. Formuler (en langage naturel et en langage mathématique) la réciproque d'une implication. Formuler une équivalence logique Identifier la condition nécessaire et la condition suffisante d'une implication.	$\forall x \in \mathbb{N}, \exists y \in \mathbb{N} ; y \geq x$ $\exists y \in \mathbb{N}, \forall x \in \mathbb{N} ; y \geq x$ $\exists x \in \mathbb{R}, \forall y \in \mathbb{R} ; x \leq y^2$ $\forall y \in \mathbb{R}, \exists x \in \mathbb{R} ; x \leq y^2$ Écrire la négation de chacune des propositions précédentes. Relier les propositions suivantes par une implication ou une équivalence : Proposition A : n est un multiple de 3 ; Proposition B : n est un multiple de 2 ; Proposition C : n est un multiple de 6 ; Proposition D : n est un multiple de 2 et de 3.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. On aura intérêt à faire réfléchir régulièrement les élèves sur des questions simples, du type : quelle est la négation de la propriété $x \leq 0$? Quelle est la négation de la propriété $x \in [0,1[$?			

BLOC 3	Consolider la formalisation des raisonnements mathématiques déjà étudiés		
	Raisonnement par disjonction de cas. Raisonnement par l'absurde. Raisonnement par récurrence.	Dans le cadre de la résolution de problèmes, mobiliser des raisonnements et les rédiger sous la forme de démonstrations.	Soit f une fonction monotone sur $\mathbb{R}$. On note $f \circ f$ la fonction qui à tout x associe $f(f(x))$. Démontrer par disjonction de cas que $f \circ f$ est croissante sur $\mathbb{R}$. Sachant que π n'est pas un nombre rationnel, démontrer, à l'aide d'un raisonnement par l'absurde, que le nombre $\frac{2\pi+3}{\pi+1}$ n'est pas un nombre rationnel. Démontrer, à l'aide d'un raisonnement par récurrence, que la somme des n premiers entiers impairs est égal à n^2. Utiliser un raisonnement par récurrence pour étudier des suites définies par leur premier terme et une relation de récurrence du type $u_{n+1} = f(u_n)$ lorsque f est une fonction croissante.

	Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves sont entraînés à reconnaître des analogies et des particularités entre un problème à résoudre et une situation déjà connue. En géométrie, les élèves doivent comprendre que, si l’observation d’une figure est un support au raisonnement, elle ne peut en aucune manière s’y substituer. Dans une démarche inductive, à la suite d’essais sur des cas particuliers, les élèves sont amenés à émettre des conjectures qu’ils devront ensuite prouver à l’aide d’une démonstration ou infirmer en produisant un contre-exemple. De manière générale, les élèves doivent apprendre à utiliser des contre-exemples pour démontrer qu’une proposition est fausse et à chercher des exemples pour conjecturer une proposition.		
UA Matrices et graphes			
	Savoirs	Savoir-faire	Suggestions d’activités
BLOC 1	Matrices		
	Matrice à n lignes et m colonnes à coefficients réels.	Identifier les lignes et les colonnes d’une matrice.	
	Matrice ligne, matrice colonne, matrice carrée.		
	Notations :		
	• a_{ij} pour le terme de la ligne i et la colonne j • matrice $n \times m$ pour une matrice à n lignes et m colonnes.		
	Opérations : somme de matrices	Reconnaître que la matrice produit	Exemple d’exercice possible :

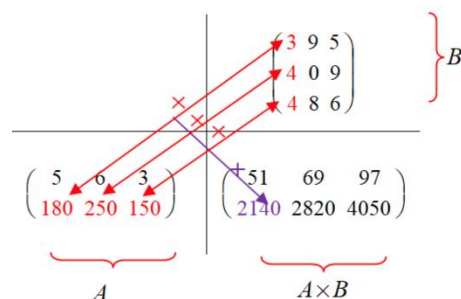
de même dimension, produit d'une matrice par un nombre réel.

Produit d'une matrice A à m lignes et n colonnes par une matrice B à n lignes et p colonnes.

Notations $A \times B$ ou AB .

est une matrice (n, p) .

Utiliser la disposition



Trois magasins M1, M2, M3 proposent à la vente cinq produits p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 dont les prix unitaires sont donnés par le tableau suivant :

Prix unitaire (en \$)	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5
M1	1	5	2	3	4
M2	1,1	4,7	1,8	3,1	3,8
M3	0,9	5,1	1,9	3,2	4

Un client veut acheter deux produits p_1 , un produit p_2 , trois produits p_3 , trois produits p_4 , et deux produits p_5 .

Effectuer le produit d'une matrice (dite matrice de prix) 5×3 par une matrice colonne (dite matrice des quantités) pour déterminer le prix du panier total de l'acheteur dans chacun des trois magasins et déterminer le magasin dans lequel il a intérêt à effectuer ses achats.

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.

On fera observer que le produit d'une matrice $p \times n$ et d'une matrice $n \times m$ est une matrice $p \times m$: pour que la multiplication soit possible, il faut que le même entier n soit la dimension à droite de la matrice de gauche, et la dimension à gauche de la matrice de droite. Une fois le produit effectué, l'entier n n'apparaît plus.

BLOC 2	Puissances d'une matrice carrée		
	Puissances A^n (n entier naturel) d'une matrice carrée A .	Calculer (à la main ou à l'aide d'une calculatrice) des puissances positives d'une matrice donnée (uniquement pour des valeurs numériques de n).	
	Évolution couplée de deux suites récurrentes. Modélisation par une relation de récurrence $X_{n+1} = M X_n$, où M est une matrice 2×2 et X_n et X_{n+1} sont deux matrices 2×1. Égalité $X_n = M^n X_0$ où X_0 représente l'état initial du système.	Pour des valeurs numériques de n, calculer l'état du système au bout de n étapes en fonction de son état initial à l'aide de la relation $X_n = M^n X_0.$	Exemple d'exercice possible : Dans le cadre d'une étude scientifique, des souris sont enfermées dans une cage comportant deux compartiments A et B. La porte entre ces deux compartiments est ouverte pendant un quart d'heure tous les jours jour à midi. On suppose qu'au départ les deux compartiments contenaient le même effectif de souris. Les observations ont montré que, chaque jour : 20% des souris présentes dans le compartiment A avant l'ouverture de la porte se trouvent dans le compartiment B après la fermeture de la porte. 10% des souris présentes dans le

			compartiment B avant l'ouverture de la porte se trouvent dans le compartiment A après la fermeture de la porte. On note a_n (resp b_n) la proportion de souris présentes dans le compartiment A (resp B) au bout de n jours. On note X_n la matrice $\begin{pmatrix} a_n \\ b_n \end{pmatrix}$. Déterminer a_{n+1} et b_{n+1} en fonction de a_n et b_n et la matrice M telle que $X_{n+1} = MX_n$. Déterminer la répartition des souris dans les compartiments A et B au bout de trois jours.
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Les élèves ayant étudié en S3 le produit de deux matrices 2×2, on commence par présenter le produit de deux matrices 3×3. Lors de la résolution de problèmes, l'utilisation d'une calculatrice permet de limiter le temps consacré à des calculs techniques (notamment des produits ou des puissances de matrices) et de se concentrer sur les aspects liés à la modélisation et au raisonnement.			

BLOC 2	Matrice d'adjacence d'un graphe		
	Matrice d'adjacence d'un graphe d'ordre p , orienté ou non orienté.	Écrire la matrice d'adjacence d'un graphe (orienté ou non).	
	La matrice d'adjacence d'un graphe non orienté est symétrique.	Construire un graphe dont la matrice d'adjacence est donnée.	
Indications didactiques ou pédagogiques, remarques. Après avoir présenté en S3 les matrices comme outils de représentation des transformations géométriques et des systèmes linéaires, l'objectif est ici de montrer qu'elles servent aussi à représenter des graphes.			
BLOC 4	Chaines de Markov à 2 ou 3 états		
	Chaine de Markov homogène. Matrice de transition d'une chaine de Markov homogène. Graphe orienté et pondéré d'une chaine de Markov.	Reconnaître une chaine de Markov homogène. Déterminer la matrice de transition d'une chaine de Markov. Vérifier sur des exemples que la matrice de transition d'une chaine de Markov est une matrice stochastique. Associer un graphe orienté et pondéré à une chaine de Markov à 2 ou 3 états.	Donner des exemples de chaines de Markov à 2 ou 3 états.
	Distributions de probabilité d'une chaine de Markov. La matrice ligne π_n donnant la distribution à l'étape n d'une chaine de Markov homogène de matrice de	Pour une chaine de Markov dont la matrice de transition Q est donnée, et pour des petites valeurs de n , calculer la distribution de probabilité π_n à l'étape n en fonction de Q et de la distribution initiale π_0 .	Exemples d'exercices possibles : Graphe d'ordre 2 : Deux grossistes A et B se partagent la clientèle d'un produit industriel.

	transition Q vérifie $\pi_{n+1} = \pi_n Q$. Égalité $\pi_n = \pi_0 Q^n$, où π_0 est la matrice ligne représentant la distribution initiale.		On suppose que le nombre total de clients reste fixe d'une année sur l'autre. En 2022, 45% des clients se fournissaient chez le grossiste A et 55% chez le grossiste B. On admet que, d'une année sur l'autre, 6% des clients du grossiste A deviennent clients du grossiste B tandis que le grossiste B conserve 86% de ses clients. Chaque année, on choisit au hasard un client ayant acheté le liquide. Pour tout entier naturel n on note : • a_n la probabilité qu'il soit client du grossiste A en $2022 + n$, • b_n la probabilité qu'il soit client du grossiste B en $2022 + n$. On note $\pi_n = (a_n, b_n)$ la matrice ligne représentant la distribution de probabilité en $2022 + n$. Représenter la situation par un graphe et calculer sa matrice de transition. À quelle répartition des clients doit-on s'attendre en 2030 ?
--	---	--	---

			Graphe d'ordre 3 : On dispose de deux urnes U et V contenant chacune deux boules. Au départ, l'urne U contient deux boules blanches et l'urne V contient deux boules noires. On effectue des tirages successifs dans ces urnes de la façon suivante : chaque tirage consiste à prendre au hasard, de manière simultanée, une boule dans chaque urne et à la mettre dans l'autre urne. Ce processus peut être vu comme une marche aléatoire sur un espace à trois états : A : il y a 0 boule blanche dans U ; B : il y a 1 boule blanche dans U ; C : il y a 2 boules blanches dans U. 7. Représenter la situation à l'aide d'un graphe orienté et pondéré et déterminer sa matrice de transition. 8. Pour tout entier naturel n, on note π_n la distribution du système après n transitions. 9. On admet que la suite (π_n) converge vers une matrice ligne π. Déterminer π et l'interpréter. Marche aléatoire sur un segment : Un personnage se déplace d'un
--	--	--	---

sommet à l'autre du graphe ci-dessous selon la loi suivante :



S'il est en A ou en B, il ne peut aller qu'en P ; s'il est en P, il peut aller en A ou en B avec la même probabilité $\frac{1}{2}$. Représenter la

situation par un graphe et donner la matrice de transition G de ce graphe. Calculer G^2 et G^3

Indications didactiques ou pédagogiques, remarques.

L'étude des chaînes de Markov utilise les probabilités conditionnelles vues en S3 et la formule des probabilités totales. Il convient donc de commencer l'étude par un rappel sur ces notions. On se limite aux chaînes de Markov à deux ou trois états.