

## Inspection de l'Enseignement Agricole

**Diplôme :**

Baccalauréat technologique « Sciences et technologies de l'agronomie et du vivant » (STAV)

**Module :**

C4 : Pratiques mathématiques et numériques

**Objectif général du module :**

Mobiliser des concepts et des pratiques mathématiques et numériques adaptés au traitement de situations issues de domaines variés, notamment scientifiques et technologiques.

## Indications de contenus, commentaires, recommandations pédagogiques

S'appuyant sur les acquis des classes antérieures, l'enseignement de ce module a pour but de donner à chaque élève une culture mathématique et numérique prenant part à l'apprentissage de la citoyenneté et d'apporter les prérequis nécessaires à son projet de poursuite d'études.

Les démarches pédagogiques mises en œuvre ont pour objectifs :

- de former à l'activité scientifique,
- de développer l'acquisition de méthodes et démarches scientifiques,
- de former à une utilisation raisonnée des outils technologiques,
- de permettre d'exercer un esprit critique par rapport à l'information notamment scientifique, aux résultats donnés par un outil numérique,
- de comprendre les enjeux et les évolutions du numérique dans tous les aspects de la vie sociale et professionnelle en termes d'accessibilité et d'adaptabilité.

## **Objectif 1- Mettre en œuvre, de façon raisonnée et citoyenne, les outils informatiques pour programmer, acquérir, traiter, représenter des données et communiquer des informations**

Tout au long de cet objectif, l'enseignant de TIM mobilise et fait acquérir aux élèves le vocabulaire des techniques de l'information et de la communication. (Cf. Délégation générale à la langue française et aux langues de France. *Vocabulaire des techniques de l'information et de la communication (TIC)*. Paris, 2017. 488 p).

Il présente également les enjeux de la numérisation de la société.

Les caractéristiques des logiciels et applications étudiées sont explicitées. Pour développer leur utilisation raisonnée, il convient de faire acquérir aux élèves des méthodes d'analyse scientifique. C'est pourquoi l'enseignant de TIM insiste sur la phase d'analyse précédant la réalisation d'applications simples fondées sur des études de cas concrets contextualisés.

La notion de donnée numérique est explicitée. Cf. <http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/expos-temporaires/terra-data/exposition/les-donnees-quest-ce-que-cest/>

Elle est distinguée de la notion d'information.

Le traitement des données prend systématiquement appui sur des données contextualisées notamment en lien avec les autres disciplines.

À l'issue des traitements des données, les enjeux de communication de l'information, d'aide à la décision et d'innovation seront mis en évidence.

L'enseignement de cet objectif se réalise en classe de première, l'horaire devra donc être suffisant pour permettre de dérouler les 31 h de formation avant le CCF. Ce module s'inscrit dans la droite ligne du module SNT enseigné en classe de seconde générale et technologique qui apporte aux apprenants des connaissances et des savoirs-faire qui sont directement ré-investissables ici.

La formation et l'évaluation des compétences numériques des élèves telles que définies par l'article D121-1 du code de l'éducation, seront réalisées dans les enseignements prévus par les référentiels. Dans ce cadre, la plate-forme Pix et sa partie certifiante l'espace Pix Orga pourront être utilisées lors et au terme de la formation en baccalauréat technologique STAV.

Cette certification Pix pourra être valorisée dans le curriculum vitae Europass <https://europass.cedefop.europa.eu/fr/> de l'élève sous la forme du nombre de points Pix obtenu dans les cinq domaines (information et données, communication et collaboration, création de contenu, protection et sécurité, environnement numérique).

### **Objectif 1.1- Programmer des objets**

Cet objectif privilégie un apprentissage par la mise en activité et en projet des élèves. Les activités proposées pourront prendre la forme de résolution de problèmes ou de réalisation de produits (programmes, montages techniques, etc.). Les lycéens pourront travailler seuls ou en petits groupes, ils explorent, essaient, proposent. Les enseignants accompagnent les élèves pour les aider à structurer, clarifier, simplifier, pour leur apporter des éléments théoriques et méthodologiques nécessaires en utilisant des pédagogies actives.

La mise en activité est instrumentée par un environnement numérique permettant des projets de programmation, de manipulation et de partage de contenus numériques et de mise en place d'activités collaboratives. Ces environnements numériques peuvent comporter un ou plusieurs logiciels, dispositifs qui sont choisis sur des critères de simplicité d'utilisation, de mise en œuvre et de disponibilité et de préférence parmi les logiciels libres et gratuits, en fonction des besoins des élèves pour leurs réalisations. L'appropriation des environnements numériques par les élèves nécessite l'acquisition de savoirs en matière d'architectures logicielles (distinguer les différents systèmes d'exploitation et logiciels utilisés), d'espaces et services distants (modèle client-serveur, espaces de stockage distants), de circulation et d'échange de données sur les réseaux, de codages et normes utilisées (normes de codage des caractères, formats de fichiers), de droits et licences (droits d'usage, droits d'auteur, logiciels libres, licences libres). Les enseignants peuvent encourager les élèves à recourir, dans une démarche autonome, aux ressources disponibles en auto-formation : tutoriels, e-learning, cours en ligne ouverts. De plus, en fonction du contexte de l'établissement, les enseignants peuvent travailler en collaboration avec des partenaires extérieurs : acteurs de l'Agtech et de la FoodTech dans le cadre du réseau French Tech, Fab lab, associations, collectivités, entreprises, etc.

Cet enseignement prend appui sur les connaissances en informatique introduites au collège en mathématiques, en technologie et en TIM dans l'enseignement agricole notamment en matière d'algorithmique et de programmation (méthode algorithmique de résolution d'un problème, formalisation sous forme d'un algorithme, programmation, documentation d'un programme, jeu d'essai et test) et en seconde dans le cadre du module SNT.

#### **1.1.1- Utiliser l'algorithmique comme méthode d'approche et de résolution de problèmes**

Un algorithme se définit comme une méthode opérationnelle permettant de résoudre, en un nombre fini d'étapes clairement spécifiées, toutes les instances d'un problème donné. Cette méthode peut être exécutée par une machine ou par une personne.

Les élèves ont déjà appris au collège à écrire, mettre au point et exécuter un programme. Les programmes de mathématiques des classes de seconde et première développent une pratique de l'algorithmique sur laquelle il convient également de s'appuyer.

À partir du développement d'algorithmes, l'élève s'initie à la notion de complexité algorithmique. Ces algorithmes sont exprimés dans un langage de programmation et exécutés sur une machine, des applications spécialisées telles qu'Algobox, LARP, PluriAlgo, Robotprog, Scratch, Beetle blocks pourront être utilisées pour faciliter la compréhension et la présentation des algorithmes. Des exemples concrets d'usage des algorithmes notamment dans le domaine agricole devront illustrer leur étude.

Savoirs	Capacités	Observations
<b>Algorithmes de référence</b> - recherche dichotomique ; - addition de deux entiers exprimés en binaire ; - tri par sélection ; - tri par fusion ; - recherche d'un chemin dans un graphe par un parcours en largeur ou en profondeur.	<b>Comprendre</b> un algorithme et <b>expliquer</b> ce qu'il fait. <b>Modifier</b> un algorithme existant pour obtenir un résultat différent. <b>Concevoir</b> un algorithme. <b>Programmer</b> un algorithme. <b>S'interroger</b> sur l'efficacité d'un algorithme.	<b>On présente simultanément les notions d'algorithme et de programme, puis on les distingue.</b> L'objectif est une compréhension de ces algorithmes et la capacité à les mettre en œuvre. Les situations produisant une erreur (division par zéro, dépassement de capacité) sont mises en évidence. On présente les complexités logarithmique, linéaire et quadratique sur les exemples de la recherche dichotomique, de l'addition de deux entiers et du tri par sélection.

### 1.1.2- Programmer un objet dans un langage approprié au projet conduit

La programmation est l'expression d'un algorithme dans un langage exécutable par une machine. L'apprentissage de la programmation vise d'une part, à savoir **programmer un algorithme** décrit en langue naturelle et d'autre part, à **comprendre un programme** et exprimer en langue naturelle l'algorithme sous-jacent. On commence par rappeler les éléments de base de tout langage de programmation (affectation, séquence, test et boucle) tels qu'ils ont été présentés au collège et en mathématiques en classe de seconde. La notion de fonction permet d'éviter des redondances, de structurer les programmes et d'organiser leur conception. Enfin, on met en évidence la qualité des programmes en les testant sur différents jeux de données. On compare la programmation séquentielle et la programmation parallèle, en s'appuyant sur la programmation déjà développée au cycle 4 du collège. On insiste sur la clarté et la documentation qui facilitent la reprise du code par d'autres programmeurs. On montre enfin l'universalité de la notion de langage au-delà de la programmation. On fera ici tous les liens nécessaires avec l'objectif 2 en s'appuyant sur des exemples d'algorithmes et de programmes dans le cadre de simulations et d'exploitations numériques de situations (obj. 2.1 et 2.2) ou illustrant des notions de probabilité dans l'objectif 2.3, par exemple par le jeu (pile ou face, tic tac boom, lancé de dés,...)

L'enseignant choisit un langage de programmation selon les critères suivants : simplicité d'utilisation, liberté d'installation, présence d'outils associés, existence d'une communauté d'utilisateurs et de bibliothèques facilitant le développement, la richesse et la qualité de la documentation. (à ce titre des langages tels que python, java ou C pourront être privilégiés).

Savoirs	Capacités	Observations
<b>Types de données</b> - nombre entier ; - virgule flottante ; - booléen ; - caractère ; - tableau ; - chaîne de caractères.	<b>Choisir</b> un type de donnée en fonction d'un problème à résoudre.	On adapte la présentation de ces notions en fonction du langage de programmation retenu.
<b>Fonctions</b> - notion de fonction ; - portée des variables et passage d'arguments ; - définition récursive de fonctions.	<b>Concevoir</b> l'entête (ou l'interface) d'une fonction, puis la fonction elle-même.	On adapte la présentation de ces notions en fonction du langage de programmation retenu.
<b>Programmation séquentielle versus parallèle</b> - affectation, séquences, tests, boucles ; - exécution parallèle de processus.	<b>Écrire</b> un programme séquentiel. <b>Écrire</b> un programme parallèle simple.	En s'appuyant sur le travail mené au cycle 4, on met en évidence le fait que la majorité des programmes est composée de processus qui s'exécutent en parallèle et on initie aux notions correspondantes.
<b>Correction d'un programme</b> - test ; - instrumentation ; - situations d'erreur ou bugs.	<b>Mettre un programme au point</b> en le testant, en l'instrumentant. Utiliser un outil de mise au point.	On évoque les risques issus des programmes incorrects et des <i>bugs</i> qui en résultent, aux conséquences parfois graves.

Une approche des langages de description et du principe de séparation du contenu et de la mise en forme (HTML et CSS) pourra être faite. Si l'enseignant choisit cette option, l'approche se fera par la création et l'analyse d'une page web simple et permettra la mise en évidence de la diversité des langages utilisés en informatique : langages de programmation, de description, de requêtes, de spécification, etc. On mettra là en valeur le double usage du langage, lisible par l'homme et interprétable par la machine.

Ces deux objectifs sont conduits en pédagogie du projet, les élèves étant répartis en petits groupes pour résoudre par le codage un problème simple donné. Le choix du langage utilisé est laissé au choix de l'enseignant parmi les langages de programmation couramment utilisés (Python, C, Java, JavaScript, Html, PHP, R, Windev express, etc.).

Compte tenu du volume horaire, il conviendra de choisir des projets suffisamment modestes et de les documenter abondamment, voire de fournir les parties de code les plus simples pour concentrer le travail des élèves sur la résolution du problème posé.

Des tutoriels notamment vidéo et des programmes seront mis à la disposition des élèves pour les aider à acquérir les bases du langage choisi.

L'utilisation des solutions Arduino et Raspberry Pi est encouragée pour aborder ces objectifs et les illustrer ainsi que l'usage de mini-robots, de mini-drones programmables, de smartphones, etc.

## **Objectif 1.2- Élaborer des documents composites structurés pour communiquer à l'aide des outils informatiques**

Veiller à un équilibre entre ces différents sous objectifs sans attacher une importance particulière aux aspects de mise en forme. Éviter les saisies de données durant les séances et privilégier la manipulation de données fournies préalablement via l'espace numérique de travail ENT par exemple.

### **1.2.1- Effectuer une analyse préalable au traitement des données par l'intermédiaire de logiciels et de fonctionnalités**

Cette analyse pourra être conduite par l'intermédiaire de cartes heuristiques par exemple.

Des fonctionnalités de suivi des modifications, d'annotations, de commentaires et de comparaison entre deux versions d'un document seront abordées.

### **1.2.2- Créer, produire, traiter, exploiter des données et des informations sous la forme de documents composites structurés, transportables et publiables, à l'aide d'outils appropriés**

En ce qui concerne le traitement de texte, il s'agit de réaliser des documents composites en insérant des textes, des tableaux, des objets, des liens, des images, des graphiques, etc. Ces documents seront structurés à l'aide de la pagination, de signets, de la table des matières, de notes de bas de page et de fin, etc.

### **1.2.3- Acquérir, concevoir, traiter des images et des sons numériques**

L'enseignant consolide la notion d'image numérique et présente les principaux formats à travers des manipulations pratiques (image matricielle et vectorielle). Il propose une méthodologie de production et d'acquisition d'images et de traitement (cadrage, contraste, luminosité, transparence...). Des liens entre l'objectif 1.1 algorithmique et codage et images pourront aussi être fait en réalisant de petits programmes en python à l'aide de la bibliothèque PIL permettant de retoucher des images. Il aborde les formats de fichiers vidéos.

L'enseignant présente les principaux formats des sons. Il fait produire, acquérir et traiter des sons.

### **1.2.4- Identifier les différents types d'activités de communication via un réseau et mettre en œuvre des outils de communication appropriés aux situations rencontrées**

L'enseignant aborde les principaux outils de communication et de travail collaboratif via un espace numérique de travail par exemple. Il sensibilise les élèves à l'utilisation des modèles et des chartes graphiques pour réaliser des supports de présentation.

## **Objectif 1.3- Traiter et représenter des données à l'aide d'un tableur-grapheur, d'outils de datavisualisation, des systèmes d'information géographique (SIG) et utiliser des outils professionnels**

### **1.3.1- Étudier et mettre en œuvre les principales fonctions d'un tableur-grapheur et d'outils de datavisualisation notamment en utilisant des mégadonnées (big data)**

À l'aide d'une démarche de résolution de problèmes réalistes et contextualisés, il s'agit d'étudier les fonctionnalités et les spécificités (manipulation de variables lors de travaux de simulation) d'un tableur-grapheur.

On abordera la notion de classeur en élaborant et en mettant en œuvre au moins deux feuilles de calcul tout en se limitant à des formules simples (report de valeur, opérateurs arithmétiques de base).

L'importation et l'exportation de données sont présentées (choix du format : csv, txt).

L'enseignant propose des exercices mettant en œuvre : des formules à l'aide des fonctions simples (Somme, Min, Max, Nb, Moyenne) et le formatage de cellules (formats personnalisés exemple : m<sup>2</sup>, ha).

L'enseignant propose des exercices s'appuyant sur des cas concrets qui nécessitent certaines fonctionnalités plus avancées du tableur : les fonctions logiques (Si, ET, OU) et les fonctions conditionnelles (Somme.Si, Nb.Si, Moyenne.Si). D'une manière générale, la syntaxe des fonctions utilisées devra être maîtrisée. Des liens avec le programme de mathématiques doivent ici être recherchés (obj 2.3.1).

L'utilisation des outils de recopie, d'incrémentation automatique, de listes est systématique. À l'occasion de la recopie de formules, l'enseignant montre l'intérêt de l'utilisation des références absolues de cellules ou du nommage de cellule de page ou de matrice.

Les fonctionnalités de bases de données se limitent au tri et aux filtres automatique ou élaboré et les tableaux croisés dynamiques sont abordés sous forme de présentation en lien avec le programme de mathématiques (obj. (2.3.1)). Il conduit les élèves à interpréter les tableaux croisés et à analyser leur pertinence par rapport au problème que l'on souhaite illustrer.

En ce qui concerne le grapheur, la réalisation de graphiques simples (secteurs, histogrammes, courbes) et complexes à deux ordonnées (diagramme ombrothermique, histogrammes cumulés) est traitée. L'enseignant insiste sur le choix des modalités de représentation des données en fonction du type de variable étudiée, du nombre de données à traiter et des enjeux de communication visés. Il conduit les élèves à interpréter les graphiques et à analyser la qualité de l'information communiquée par rapport au problème traité. C'est l'occasion de réinvestir les notions de statistiques vues en seconde générale.

Enfin, les outils de datavisualisation et d'analyse de données devront être abordés et leur intérêt expliqué. L'enseignant pourra utiliser des outils tels que Chart.js, DataHero, Plotly, Rawgraph, Exhibit, Tableau, Google Analytics, FreeBoard, Grafana, Cookieviz. Il pourra aussi faire le lien entre cartographie et datawiz à l'aide d'outils tels que Gephi, InstantAtlas, Modest Maps, Leaflet ou entre frise chronologique et datawiz grâce au widget Timeline.

The data visualisation catalogue : un site (en anglais) très complet qui vous aide à choisir la datavisualisation la mieux appropriée aux données que vous cherchez à représenter. <http://www.datavizcatalogue.com/>

Big b@ng data : l'explosion des données. <http://www.cite-sciences.fr/fr/ressources/bibliotheque-en-ligne/dossiers-en-ligne/big-bng-data-lexplosion-des-donnees/>

### **1.3.2- Découvrir un système d'information géographique et utiliser des outils professionnels**

La découverte d'un système d'information géographique s'effectue au travers d'un logiciel de SIG (Qgis, Grass, Arcgis) ou d'applications de webmapping en ligne (Arcgis.com, Géoportail, Google maps, Open Street Map, etc.). Les enseignants consulteront le site <https://sigea.educagri.fr/> qui propose des ressources théoriques, des tutoriels de logiciels SIG, des cas pratiques, des données et des logiciels. Ils s'efforceront ici de faire tous les liens nécessaires avec le programme d'histoire géographique. Des liens entre l'objectif 1.1 algorithmique et codage et SIG pourront aussi être fait en réalisant de petits programmes en python en utilisant la bibliothèque folium permettant de générer des cartes personnalisées à partir des cartes d'Open Street Map par exemple.

### **Objectif 1.4- Acquérir une culture informatique citoyenne pour comprendre les enjeux de la numérisation de la société en utilisant des moyens informatiques, des outils et des ressources numériques**

Seuls les sous-objectifs 1.4.1 et 1.4.2 feront l'objet de la première séance de début d'année afin de pouvoir être régulièrement mobilisés, les autres sous-objectifs sont transversaux et ne feront pas l'objet de séances dédiées, ils seront abordés lors des enseignements des objectifs 1.1, 1.2, 1.3 ou par le biais de travaux individuels ou de groupe à faire hors temps scolaire.

#### **1.4.1- Utiliser des moyens informatiques, des outils et des ressources numériques conformément aux droits et obligations et mettre en œuvre des modalités de protection et de sécurité**

La charte de l'établissement qui est mise à jour régulièrement (au moins une fois par an) est systématiquement lue et commentée en début d'année scolaire.

Pour aborder les questions-juridiques, l'enseignant TIM pourra travailler en collaboration avec le professeur-documentaliste.

Le droit d'auteur, le droit à l'image, le droit du son, les conditions générales d'utilisation ainsi que de la propriété intellectuelle sont expliqués et respectés.

SavoirsCDI. Droit d'auteur. <https://www.reseau-canope.fr/savoirscdi/chercher/dictionnaire-des-concepts-info-documentaires/d/droit-dauteur.html>

Gauvin, Philippe. Droit à l'image et droit de l'image. Division des affaires juridiques - CNDP [juillet 2006, MAJ avril 2010] <https://www.reseau-canope.fr/savoirscdi/index.php?id=870>

Lamberterie, Isabelle de. Directrice de recherche CNRS/CECOJI Poitiers-Paris [mai 2001] Propriété intellectuelle et TIC. <https://www.reseau-canope.fr/savoirscdi/societe-de-linformation/cadre-reglementaire/questions-juridiques/propriete-intellectuelle-et-tic.html>

Site Internet responsable : <http://www.esen.education.fr/fr/ressources-par-theme/priorites-nationales/management-du-numerique-educatif/internet-responsable/>

Site Legamédia : <http://eduscol.education.fr/numerique/textes/reglementaires/aspects-juridiques/vue-densemble/legamedia>

- Comment sauvegarder les données de manière optimale (sur disque dur, sur clé USB, en ligne) ? Comment régler des logiciels pour effectuer des sauvegardes automatiques (logiciels bureautiques pour enregistrer à durée fixe les documents, ordinateurs, carnet d'adresses de contacts...) ?

- Comment organiser les données de manière optimale pour pouvoir les retrouver facilement ?
- Comment paramétrer un navigateur pour ne pas bloquer les fenêtres surgissantes (pop up), pour déterminer le moteur de recherche par défaut comme QWANT, l'historique de navigation, le téléchargement... ?
- Comment fonctionnent les moteurs de recherche ?
- Comment paramétrer et effectuer des mises à jour de logiciels, d'applications ?
- Comment sécuriser les équipements, les communications et les données ?
- Comment installer, utiliser et mettre à jour un anti-virus ?
- Comment se prémunir des spams, de la géolocalisation, de la publicité ciblée, de l'hameçonnage etc. ?
- Comment crypter ses données à l'aide d'un logiciel simple (Axcrypt par exemple) ?
- ...

#### **1.4.2- Maîtriser ses données et faire valoir ses droits sur ses données**

Comment accéder à ses données personnelles, les rectifier et les supprimer ; Comment protéger ses données dans un monde numérique ; Comment faire valoir ses droits sur ses données ou agir en cas de problèmes.

Site Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés CNIL : <https://www.cnil.fr/>

Les principaux enjeux du règlement général de la protection des données RGPD sont présentés.

Cf. My Google Search History <https://www.dailymotion.com/video/x5ge09l> durée : 3 min 19 s. Production : Universcience, 2017.

#### **1.4.3- Analyser, à partir de critères définis, les résultats fournis par un traitement automatique des données et déterminer la qualité de l'information communiquée**

Calcul, représentation graphique, correcteurs orthographiques, grammaticaux, outils de traduction, etc.

#### **1.4.4- Évoquer les enjeux de la numérisation de la société**

Le recours à un travail individuel ou en petit groupes de type exposé à réaliser hors temps scolaire autour de thématiques choisies par les élèves et l'enseignant et mises à disposition sur l'ENT sera privilégié.

(ex de thèmes : faire distinguer un algorithme d'indexation, un algorithme d'apprentissage, et le "deep learning" à travers des exemples concrets, l'intermédiation algorithmique à l'aide des plateformes qui mettent en relation personnes et services <https://www.dailymotion.com/video/x5k31gn>, l'accessibilité numérique, l'agtech et la foodtech, les enjeux de l'analyse des données massives ou mégadonnées, les flux de données qui circulent à grande vitesse tout autour de la Terre, les drones et l'agriculture, l'automatisation de process de production en industrie agroalimentaire, la robotique et l'agroéquipement, le « quantified self » ou la pratique de la « mesure de soi », les objets connectés, la biométrie, l'intelligence artificielle et ses applications, la vidéosurveillance et la vidéoprotection, l'informatique et la conception des espaces, la Smart City, le système d'information d'une exploitation agricole, l'informatique et la publicité ciblée, la présence numérique et les réseaux sociaux personnels et professionnels, les usages professionnels du smartphone, etc.).

Cf. Thématiques sur le site de la CNIL (Banque – Crédit, Commerce – Publicité, Internet – Technologies, Police – Justice, Services publics, Vie politique, Travail)

Cf. Laboratoire d'Innovation Numérique de la CNIL : <https://linc.cnil.fr/>

Plateforme ENI ETINCEL Quand l'école et l'industrie se rencontrent : <http://eni-edu.fr/accueil> (sciences technologiques et production, enseignements transversaux, économie-gestion et services, sciences expérimentales et mathématiques, sciences humaines et sociales, arts, lettres et langues)

Exposition Terra Data de la Cité des Sciences et de l'Industrie : <http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/expos-temporaires/terra-data/lexposition/>

INRIA : <https://www.inria.fr/>

## Objectif 2- Mobiliser des compétences mathématiques et des outils numériques pour résoudre des problèmes dans des champs d'application divers

L'objectif de ce document d'accompagnement est d'expliquer la mise en œuvre de ces sous-objectifs.

**Les sous-objectifs sont des attendus de fin de terminale.** Afin d'en permettre une appropriation progressive, il est essentiel d'envisager une mise en œuvre de son enseignement qui aborde l'ensemble des thématiques (fonctions, suites, statistiques et probabilités, algorithmique et programmation) en classe de première et en classe de terminale. L'ordre proposé n'indique aucune chronologie de progression. Au contraire, il importe de construire ses séquences en envisageant une modélisation, une description du modèle, l'étude des notions et un raisonnement mathématique qui contribuent à la résolution d'un problème donné. La classe de première doit permettre d'appréhender et de se familiariser avec les notions mathématiques, celle de terminale de davantage les formaliser.

On veillera à développer régulièrement tout au long du cycle les six compétences mathématiques (**chercher, modéliser, représenter, raisonner, calculer, communiquer**).

On s'appuiera pour cela notamment sur :

- la pratique quotidienne des automatismes identifiés dans les programmes de l'Éducation Nationale.
- la résolution de problème.
- un travail pluridisciplinaire, notamment avec les modules de spécialité de ce référentiel, en classe ou/et lors de projets en s'appuyant sur les possibilités qu'offrent les heures non affectées.
- la pratique régulière de l'algorithmique, de la programmation et de la simulation sur ordinateur avec le logiciel Python et le tableur en s'appuyant notamment sur les "**situations algorithmiques**" du programme de l'Éducation Nationale mais aussi en lien constant avec le **sous-objectif 1.1**.
- l'utilisation du vocabulaire ensembliste et logique commencée en classe de seconde et qui doit se poursuivre tout au long du cycle terminal.

Les supports de référence précisant les sous-objectifs de ce référentiel pour les mathématiques sont :

- L'intégralité du programme du tronc commun de la filière technologique de l'Éducation Nationale.
- La partie concernant l'intégration du programme de mathématiques de l'enseignement de spécialité de terminale de la filière STL.

Tous les documents d'accompagnement fournis par l'Éducation Nationale sur le site EDUSCOL sont autant de sources complémentaires pour aider à la mise en œuvre de ce référentiel.

Les situations rencontrées dans les enseignements communs ou de spécialités forment un corpus de contextes sur lequel on peut s'appuyer pour donner du sens aux différentes notions étudiées. Il est en outre pensé en créant autant de liens que possible entre les deux objectifs de ce module. De nombreuses thématiques pluridisciplinaires associées à ce module sont identifiées dans le référentiel et permettent de favoriser un travail avec d'autres disciplines sur certains projets. Pour autant, cette approche pluridisciplinaire vit aussi dans la classe de mathématiques.

### La classe de mathématiques

C'est d'abord un lieu :

- de découverte et d'exploitation de situations,
- de réflexion sur les démarches suivies et les résultats obtenus,
- de synthèses dégagant clairement quelques notions, résultats et méthodes essentiels.

Dans cette perspective, la résolution de problèmes et l'étude de situations occupent une part importante du temps de travail. En particulier, les notions nouvelles seront introduites ou illustrées à l'aide de contextes diversifiés.

L'apprentissage des mathématiques se réalise à partir de l'expérimentation pour favoriser l'abstraction. Ceci est une composante essentielle de l'activité scientifique et elle permet de donner du sens à l'étude des objets mathématiques. Il importe d'impliquer les élèves dans cette première étape. La formalisation vient dans un deuxième temps et est précédée de phases suffisamment longues d'expérimentations, de manipulations et de verbalisation. Il s'agit alors d'entraîner les élèves à manipuler ces objets sans oublier l'objectif final qui est la résolution de problèmes. Afin de donner de la cohérence entre les différents sous-objectifs et d'appréhender l'interconnexion entre les différentes thématiques, il est important de choisir quelques situations suffisamment riches qui peuvent être réinvesties tout au long de l'année.

La synthèse du cours, dûment mémorisée par les élèves, est indispensable : elle porte non seulement sur les résultats et outils de base que les élèves doivent connaître et savoir utiliser, mais aussi sur les méthodes de résolution de problèmes qui les mettent en jeu. Elle est brève, mais suffisamment explicite pour faciliter le travail personnel des élèves. L'ensemble des "automatismes" identifiés dans les programmes de l'Éducation Nationale sont entretenus très régulièrement et lorsque les situations le justifient.

### Les outils numériques

L'utilisation des calculatrices graphiques et de l'outil informatique (tableur, logiciel de géométrie dynamique, de calcul formel, ...) permettent d'une part d'expérimenter, de conjecturer, de construire et d'interpréter des graphiques et d'autre part d'alléger ou d'automatiser certains calculs numériques et algébriques.

L'utilisation de ces outils intervient très régulièrement selon trois modalités :

- par le professeur en classe, avec un dispositif de visualisation collective,
- par les élèves sous forme de travaux pratiques de mathématiques,
- dans le cadre du travail personnel des élèves hors de la classe.

Cette thématique est idéale pour mettre en œuvre une différenciation quant au niveau d'exigence des pratiques. Le travail en collaboration avec l'enseignant de TIM est essentiel. Il s'agit d'envisager des temps en classe, mais aussi des situations où l'écriture d'un programme peut se prolonger pendant le cours de TIM. L'écriture d'un programme en langage Python fait partie maintenant d'exercices à faire en classe ou en dehors comme on pourrait l'exiger d'un exercice issu d'un livre ou d'une fiche.

En seconde générale et technologique, les élèves ont conçu et mis en œuvre des algorithmes et des programmes en langage Python sur ordinateur. Cette formation se poursuit tout au long du cycle terminal. Les élèves sont amenés à :

- écrire une fonction simple en langage Python ;
- interpréter un algorithme donné ;
- compléter, améliorer ou corriger un programme informatique ;
- traduire un algorithme en langage naturel ou en langage Python ;
- décomposer un programme en fonctions ;
- organiser une feuille de calcul.

L'algorithmique et la programmation ont une place naturelle dans tous les champs mathématiques et servent d'appui pour appréhender les situations et introduire des notions. L'algorithmique a été commencée dès le cycle 4 et son enseignement trouve son prolongement en seconde puis en filière STAV.

En filière technologique, il y a un certain nombre de "**situations algorithmiques**" identifiées dans les programmes de l'Éducation Nationale qui sont réalisées sur l'ensemble des deux années.

### **La progression**

L'architecture du programme n'induit pas une chronologie d'enseignement mais constitue une simple mise en ordre des concepts par domaine et l'esprit dans lequel il faut les mettre en œuvre. Il revient à l'enseignant de construire une progression adaptée et cohérente. Sur l'ensemble des deux années de formation, il importe :

- d'aborder chaque sous objectif 2.1, 2.2 et 2.3.
- de favoriser une acquisition progressive et pérenne des notions.

La résolution d'exercices et de problèmes fournit un champ de fonctionnement pour les capacités acquises les années antérieures et permettent, en cas de besoin, de consolider ces acquis. Les séquences de révisions systématiques sont exclues. Il faut s'appuyer sur les acquis des élèves pour construire les nouvelles notions, quitte à reprendre ponctuellement certains points qui nécessitent d'être rappelés et consolidés.

### **L'activité de l'élève**

De natures diverses, les activités proposées en classe et hors du temps scolaire permettent aux élèves de développer les six compétences mathématiques :

- chercher, expérimenter, émettre des conjectures ;
- modéliser, réaliser des simulations numériques d'un modèle, valider ou invalider un modèle ;
- représenter, choisir un cadre (numérique, algébrique, géométrique...), changer de registre (algébrique, graphique, etc.) ;
- raisonner, démontrer, trouver des résultats partiels et les mettre en perspective ;
- calculer, appliquer des techniques et mettre en œuvre des algorithmes ;
- communiquer un résultat par oral ou par écrit, expliquer une démarche.

Il est essentiel que l'enseignant développe des situations qui favorisent le travail coopératif afin de répondre à une question donnée. Les travaux de groupe n'ont de sens que si l'ensemble des tâches réalisées par chaque élève en permet la résolution. Le travail de l'oral prend alors toute sa place.

Les travaux hors du temps scolaire sont impératifs pour soutenir les apprentissages des élèves. Fréquents, de longueur raisonnable et de nature variée, ces travaux sont essentiels à leur formation. Ils sont conçus de façon à prendre en compte la diversité des élèves. La rédaction d'un programme informatique est considérée comme une tâche réalisable dans ce cadre et soumis à l'ensemble de la classe pour approbation, modification ou amélioration.

### **L'évaluation**

L'évaluation des acquis est un indicateur pour le professeur dans la conduite de son enseignement. Elle a lieu environ une fois par semaine. Il lui appartient d'en diversifier le type et la forme : évaluation ponctuelle courte (10 à 15 min sous la forme de question "flash" notamment pour les automatismes) ou de synthèse, écrite ou orale, notée ou non, individuelle ou collective, avec ou sans l'utilisation d'outil numérique. Il importe d'en avoir un nombre suffisant pour que cet indicateur soit objectif.

### **Présentation de l'objectif 2**

La modélisation mathématique de phénomènes réels est au cœur de l'enseignement des mathématiques en STAV. Lorsque le modèle est pertinent, son étude permet d'obtenir des informations sur la situation réelle. Les suites de réels sont des objets mathématiques modélisant les phénomènes discrets déterministes, les lois de probabilités discrètes le sont pour les phénomènes aléatoires discrets. L'étude de certains phénomènes continus nécessite de déterminer les relations qui peuvent exister entre des variables caractérisant le phénomène étudié. On cherche à établir une relation fonctionnelle entre deux variables.

## Objectif 2.1 Etudier des phénomènes discrets

### 2.1.1- Modéliser une situation d'évolution discrète à l'aide d'une suite.

Cette partie vise à modéliser des phénomènes discrets par une suite. On privilégiera les formes  $u_n = f(n)$  et  $u_{n+1} = f(u_n)$  où  $f$  est une fonction. On ne s'interdit pas d'autres exemples comme des évolutions de deux populations simultanées, suite de Fibonacci, ... mais ceux-ci ne doivent être envisagés que dans le cas d'un approfondissement ou d'un complément en rapport avec une thématique technique mais en aucun cas faire l'objet d'une évaluation.

### 2.1.2- Exploiter numériquement et graphiquement un modèle défini par une suite.

Les outils numériques permettent aujourd'hui d'avoir une approche du comportement des suites (variations, comportement pour des grandes valeurs de  $n$ , expressions numériques à partir d'un logiciel de calcul formel, ...)

C'est une première approche qui permet de préparer l'abstraction. On peut mettre en œuvre les définitions, avoir des approches intuitives grâce aux représentations graphiques, outils numériques, le vérifier pour les suites définies explicitement en lien avec le travail fait sur les fonctions. Ce sera l'occasion de différencier ce que l'on constate et ce que l'on prouve, avec des contre-exemples dont l'approche numérique ne permet pas toujours de trouver une solution claire.

### 2.1.3- Etudier les suites arithmétiques et géométriques.

On se réfère au programme du tronc commun de la filière technologique de l'Éducation Nationale.

### 2.1.4- Résoudre un problème modélisé par une suite.

La résolution de problème est l'objectif principal de ce module afin de donner du sens à son enseignement. Il est essentiel que les situations exposées mettent en évidence un questionnement lié à une situation modélisée par une suite. Il reste nécessaire de guider la résolution, mais il importe d'apporter une solution à ces questionnements. La résolution de problèmes laisse toutefois une place raisonnable à la pratique de savoir-faire techniques nécessaires à l'acquisition de notions théoriques.

## Objectif 2.2- Étudier des phénomènes continus

### 2.2.1- Modéliser une situation par un ajustement affine lorsqu'elle est décrite par un nuage de points.

L'ajustement affine est abordé de manière intuitive. Il peut être réalisé dans un premier temps au « jugé » ou en prenant deux points du nuage considérés comme pertinents pour établir un ajustement affine par une équation de droite. C'est l'occasion de réinvestir, dans un contexte qui le justifie, les acquis sur les équations de droite. On peut déterminer la droite de Mayer. Le principe de l'ajustement par la méthode des moindres carrés est expliqué à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique, mais l'équation est donnée ou déterminée directement à l'aide d'un outil numérique. Une discussion doit s'engager sur la pertinence d'un tel ajustement. On prendra également quelques cas nécessitant un changement de variable qui permettent de mettre en évidence une relation de linéarité entre ces nouvelles variables.

### 2.2.2- Exploiter numériquement et graphiquement un modèle d'évolution continue défini par une fonction.

L'étude de situations permet de mettre en place toutes les notions utiles qui vont être étudiées par la suite (variations, extremum, ...). Cela permet de donner du sens aux résolutions d'équations et d'inéquations du type  $f(x) = k$ ;  $f(x) \leq k$ ;  $f(x) > k$ ;  $f(x) = g(x)$ ;  $f(x) \geq g(x)$ .

On s'appuie sur ce qui a été fait en seconde. Les résolutions de ces équations et inéquations peuvent être approchées ou exactes permettant dans ce cas de réinvestir le calcul algébrique.

### 2.2.3- Etudier les fonctions polynômes, les fonctions exponentielles et logarithmes.

Les fonctions polynômes seront étudiées progressivement, en commençant par les fonctions trinômes du second degré qui devront être maîtrisées. Cela permettra d'étudier par la suite les fonctions du troisième degré. Pour les polynômes de degré supérieur, on le fera en fonction des situations qui le justifient.

Les fonctions  $x \mapsto ka^x$ , appelées fonctions exponentielles, seront introduites comme prolongement continu des suites géométriques de raison positive, ce qui donne directement le sens de variation de ces fonctions en fonction des valeurs de  $a$ .

Parmi cette famille de fonctions, on définira la fonction exponentielle de base  $e$  comme celle pour laquelle le coefficient directeur de la tangente au point d'abscisse 0 est 1. On explicitera la dérivée. On étudiera aussi les fonctions du type

$x \mapsto e^{ax+b}$ , en s'appuyant sur l'écriture admise  $e^{ax+b} = (e^a)^x e^b$ , prolongement aux réels des propriétés algébriques

des fonctions exponentielles valables sur les entiers. Le lien sera fait avec les variations des fonctions  $x \mapsto ka^x$  avec  $a > 0$  et  $k$  réel.

Les fonctions logarithme décimal et népérien seront définies comme fonctions réciproques des fonctions exponentielles correspondantes et on étudiera leurs propriétés algébriques.

La dérivée de la fonction logarithme népérien est admise, mais on l'illustre à l'aide de l'outil numérique. Comme pour les fonctions  $x \mapsto ka^x$ , avec  $a > 0$  et  $k$  réel, on étudie le sens de variation de  $x \mapsto k \ln x + c$ , pour  $(k, c)$  réels.

L'étude formelle des limites à l'infini n'est pas un attendu mais on évoque les comportements à l'infini à partir de graphiques et d'explorations numériques.

### **2.2.4- Résoudre un problème modélisé par une fonction.**

La résolution de problème est l'objectif principal de ce module afin de donner du sens à son enseignement. Il est essentiel que les situations exposées mettent en évidence un questionnement lié à une situation modélisée par les fonctions de ce référentiel. Il reste nécessaire de guider la résolution, mais il importe d'apporter une solution à ces questionnements. La résolution de problème doit toutefois laisser une place raisonnable à la pratique de savoir-faire techniques nécessaires à l'acquisition de notions théoriques

### **2.2.5- Calculer l'intégrale d'une fonction sur un intervalle [ a ; b ] et interpréter sa valeur dans différents contextes (aire, grandeur, valeur moyenne, ...).**

On définit l'intégrale d'une fonction positive comme l'aire sous la courbe. On commence par calculer explicitement des aires sous la courbe dans le cas de fonctions constantes, puis linéaires et enfin affines, tout d'abord entre 0 et une valeur fixée, puis une valeur  $a$  variable. On définit à cette occasion la notion de primitive et on justifie pour ces fonctions la

formule  $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$  où  $F$  est une primitive de  $f$ . On montrera grâce à des outils numériques que cette

égalité reste vraie pour d'autres fonctions ce qui permettra d'en admettre la généralisation.

Le calcul explicite se réduit aux fonctions polynômes. On peut utiliser la calculatrice pour avoir une valeur approchée, et un logiciel de calcul formel pour obtenir des valeurs exactes.

On n'insistera pas sur le cas des fonctions négatives.

## **Objectif 2.3- Organiser des données et étudier des phénomènes aléatoires**

### **2.3.1- Analyser des tableaux croisés à l'aide de raisonnement sur les fréquences conditionnelles (en lien avec le sous-objectif 1.3.1)**

Il s'agit d'analyser la dépendance entre deux variables qualitatives. Un profil colonne est obtenu en divisant les différents effectifs d'une même colonne par l'effectif marginal de la colonne considérée. Il s'agit de fréquences conditionnelles. Ces profils colonnes sont à comparer au profil marginal des colonnes et permettent d'apprécier le degré de dépendance entre les deux variables étudiées. Lorsque les deux variables sont peu dépendantes, les profils colonnes sont peu différents du profil marginal. Il s'agit donc de donner aux élèves un outil d'analyse statistique en les sensibilisant à l'importance de l'interprétation des données. On s'appuie sur des représentations graphiques adaptées sur tableur. Cette partie, ainsi que les situations algorithmiques s'y référant sont favorisées dans l'enseignement de l'objectif 1. Il est important de faire comprendre que la conclusion sur la dépendance est subjective et qu'il serait nécessaire d'avoir un critère objectif qui sera abordé dans les études supérieures.

### **2.3.2- Simuler, modéliser et représenter des phénomènes aléatoires discrets.**

On commence par travailler sur des situations abordées sous forme d'arbre à deux ou trois épreuves que l'on étend à plus de trois épreuves. En constatant la difficulté à évaluer des probabilités d'événements dans le cas d'un grand nombre de répétitions, on utilise l'outil numérique pour avoir une idée de ces valeurs.

### **2.3.3- Utiliser un arbre de probabilité pour calculer des probabilités.**

### **2.3.4- Calculer des probabilités conditionnelles.**

Les probabilités conditionnelles sont d'abord introduites en classe de première en lien avec les tableaux croisés.

### **2.3.5- Calculer des probabilités d'événements et l'espérance de variables aléatoires distribuées suivant des lois discrètes pour résoudre un problème.**

On partira des modèles théoriques de référence vus en classe de seconde pour introduire la notion de variable aléatoire, puis d'espérance. On considèrera ensuite de nouvelles expériences aléatoires en rapport avec une problématique simple permettant d'approfondir ces notions.

### **2.3.6- Calculer des probabilités dans le cas de répétitions d'épreuves indépendantes de Bernoulli.**

On continue le travail commencé en classe de première sur la répétition d'épreuves indépendantes de Bernoulli ce qui permet d'introduire la loi binomiale et de l'étudier.

### **2.3.7- Comprendre la problématique de la prise de décision en s'appuyant sur la fluctuation d'échantillonnage.**

Sur des simulations d'un grand nombre d'échantillons que l'outil numérique permet, on observe, lorsque le paramètre  $p$  de la loi de Bernoulli est connu, la fluctuation d'échantillonnage des succès que l'on associe au nombre 1. On évalue le pourcentage d'échantillons dont la fréquence observée des 1 se situe à une distance  $s$ ,  $2s$  ou  $3s$  de  $p$  où  $s$  désigne l'écart-type de la série des fréquences observées. Sans développer de théorie de décision ou de test, et en prenant appui sur des simulations et des représentations (histogramme, nuage de points), on fait percevoir, pour un échantillon observé, la diversité des interprétations possibles de la distance à  $p$  (paramètre du modèle) de la fréquence des 1 de cet échantillon : situation fréquente ou situation rare dans le cadre du modèle.

On fait alors le lien avec le fait que, lorsque le paramètre  $p$  n'est pas connu, mais pour lequel on fait une hypothèse sur sa valeur, une autre interprétation de la distance à  $p$  de la fréquence des 1 peut constituer, suivant le choix que l'on fait, un argument pour rejeter cette hypothèse.