

**Document
d'accompagnement
du référentiel
de formation**



Inspection de l'Enseignement Agricole

Diplôme :

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

Module : S1

Gestion des ressources et de l'alimentation

Objectif général du module :

Appréhender la gestion des ressources et de l'alimentation humaine dans un contexte de durabilité

**Présentation du module,
conditions d'atteinte des objectifs**

Le module S1 « Gestion des ressources et de l'alimentation » s'inscrit dans le prolongement des réflexions et des dynamiques lancées par les états généraux de l'alimentation et par le plan agro-écologique pour la France. La finalité de ce module est de mettre en évidence le fait que l'alimentation humaine et la gestion des ressources sont des enjeux de société majeurs.

Il s'agit de former des citoyens en capacité de raisonner et d'agir pour contribuer au triptyque suivant :

- une alimentation saine, pour tous,
- une production et une consommation responsables et durables,
- une valorisation des ressources naturelles (eau, sols, biodiversité, énergie ...).

Ce module participe à la construction d'une culture scientifique et citoyenne, les démarches sont exploratoires, l'approche de la gestion des ressources naturelles est systémique.

La gestion des ressources est envisagée, d'une part, autour de l'articulation entre la production agricole et l'alimentation humaine et, d'autre part, autour de la gestion et de la valorisation des ressources énergétiques dans les locaux et les transports.

Le premier objectif du module permet de montrer les relations entre les aliments, les besoins alimentaires humains et les modes de production, suivant une approche scientifique et technologique.

Le deuxième objectif du module permet d'approfondir le fonctionnement de l'agroécosystème. Il s'agit d'étudier les liens entre l'agroécosystème et les ressources naturelles vues comme des intrants ; sous l'angle des services rendus à l'échelle des systèmes et des paysages, c'est-à-dire à l'échelle de l'action de l'homme.

Le troisième objectif vise à faire acquérir des savoirs et savoir-faire scientifiques autour du concept d'énergie, afin d'en mesurer les enjeux et les leviers potentiels pour faire face aux défis auxquels sont confrontées les sociétés contemporaines.

L'étude de la gestion des ressources énergétiques dans les locaux professionnels et les transports permet de contextualiser la notion d'énergie et d'en appréhender les enjeux quotidiens dans une perspective de développement durable.

Les sciences et techniques des équipements viennent apporter un éclairage contextualisé aux objectifs abordés. Elles permettent de les mettre en perspective avec l'étude de systèmes techniques des équipements dans leur diversité (agricoles, viticoles, horticoles, aménagements hydrauliques, équipements des aménagements...), en abordant également la protection contre les risques.

L'ensemble des stages, individuels et collectifs, les séances de pluridisciplinarité participent à l'atteinte des objectifs de ce module, qui par son contenu, les approches et les démarches développées, concourt également à la préparation de l'épreuve orale terminale.

Indications de contenus, commentaires, recommandations pédagogiques

Objectif 1- Caractériser les produits alimentaires, leurs relations avec les modes de production et leur capacité à satisfaire les besoins humains

L'aliment est le fil conducteur de cet objectif. L'exhaustivité n'est pas attendue. Aussi, il convient d'éviter la multiplicité des produits mais de viser l'approfondissement de leur étude et la richesse apportée par la vision croisée des disciplines. L'équipe pédagogique choisit des produits qui permettent de répondre aux objectifs portés par les quatre disciplines impliquées : agronomie, biologie-écologie, physique chimie et zootechnie.

L'aliment est interrogé dans l'approche élargie de l'agro-écologie (produire autrement, transformer autrement, distribuer autrement, consommer autrement). La mobilisation de la méthode de l'analyse des cycles de vie (ACV) peut être intéressante dans cette perspective.

Objectif 1.1. Caractériser les aliments d'un point de vue physico-chimique

Cet objectif permet d'aborder des concepts physico-chimiques en lien avec les aliments mais aussi les objectifs 2 et 3 de cet enseignement de spécialité. Les contenus des spécialités S3 et S4 présentes dans l'établissement peuvent aussi être utilement mobilisées dans une logique spiralaire¹. Les contextualisations pourront donc être variées d'une classe à l'autre sans que les notions et contenus abordés dans cet objectif ne diffèrent.

1.1.1- Caractériser les milieux aqueux

Mots clés : concentration massique, concentration molaire, pH, acide, base, réaction acidobasique, acide faible et base faible, pKa, diagramme de prédominance, solution tampon, dosage, bilans molaires dans les réactions supports de dosages, degré hydrotimétrique.

La connaissance et l'utilisation de la relation $n = m / M$ est attendue. Les définitions de soluté, solvant et solution et les relations $n = C \times V$ et $m = C_m \times V$ sont connues. On entraîne les élèves à proposer et/ou mettre en œuvre un protocole de dissolution et de dilution pour préparer une solution de concentration molaire ou de concentration massique donnée en soluté moléculaire ou ionique.

Les élèves devront connaître et utiliser la relation $[H_3O^+] = 10^{-pH}$, puis définir le caractère neutre, acide ou basique d'une solution aqueuse en termes de pH. Les élèves seront amenés à proposer et/ou mettre en œuvre un protocole expérimental pour mesurer le pH d'une solution aqueuse.

La définition d'un acide et d'une base selon Brönsted est connue. Les élèves doivent aussi être capables d'écrire l'équation d'une réaction acidobasique à partir des couples acide/base ainsi que l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau. Le caractère fort ou faible d'un acide ou d'une base (selon Brönsted) est mis en évidence par une étude expérimentale de la variation du pH en fonction de leur concentration molaire C_a et C_b . On s'en tient au fait que le pKa permet de classer les couples acido-basiques selon leur force. Aucun calcul mettant en jeu le pKa n'est exigé, par contre les diagrammes de prédominance des espèces en fonction du pH doivent être connus et exploités. Les élèves sont amenés à proposer et/ou à mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer la concentration d'une solution aqueuse par dosage acido-basique. L'utilisation quasi automatique, de la « formule magique » $C_a.V_a = C_b.V_b$ doit être combattue mais doit savoir être justifiée pour être utilisée à bon escient. Le bilan molaire qu'elle traduit dans une majorité de cas abordés, doit également pouvoir être réalisé avec des coefficients stoechiométriques de rapports simples, par exemple : un pour deux ou trois dans le cas du dosage d'un diacide ou d'un triacide. L'analyse de la courbe $pH = f(V)$ permet de justifier le choix d'un indicateur coloré. Il n'est pas nécessaire de multiplier les constructions point par point de courbes expérimentales, l'utilisation de l'outil informatique quand elle est possible est vivement recommandée. Les produits agroalimentaires sont des supports intéressants à utiliser. Les solutions tampons sont abordés à partir d'exemples concrets issus des domaines de la biochimie ou encore de l'agronomie. Le contrôle qualité est un support de contextualisation important.

Des activités documentaires ou expérimentales sur le titre hydrotimétrique T.H. et/ou le titre alcalimétrique complet (TAC) sont envisagées sans qu'aucune connaissance plus spécifique ne soit exigée. Par analogie avec les dosages acido-basiques, une mise en œuvre de dosages autres peut être envisagée.

1.1.2- Analyser la formation et la dégradation des molécules organiques.

Mots clés : alcool, aldéhyde, cétone, ester, acide carboxylique, amine, groupes caractéristiques, tests de mise en évidence, estérification, hydrolyse, condensation, fermentations, oxydation.

L'objectif n'est pas d'établir de manière exhaustive la nomenclature des composés organiques mais de montrer que les règles de nomenclature permettent d'établir simplement mais de façon univoque une formule semi développée à partir

¹ Apprendre est un processus continu qui suppose une reprise constante de ce qui est déjà acquis et une complexification progressive. Les retours sur le déjà vu sont donc nécessaires pour en prendre une meilleure vue et aller plus loin, dans une logique spiralaire.

du nom et inversement. Aucun enseignement magistral sur la nomenclature n'est à mettre en œuvre, mais les élèves doivent être entraînés à son utilisation à partir de documents et de façon spiralaire tout au long de la formation. Une approche de type « classe inversée » est intéressante à mettre en œuvre sur ces thèmes. Les groupes caractéristiques sont présentés à partir de molécules simples puis à partir d'exemples pris parmi les biomolécules. La caractérisation des groupes fonctionnels donne lieu à des activités expérimentales.

Les transformations chimiques entraînant des modifications de groupes caractéristiques sont évoquées en prenant des exemples contextualisés et en lien avec le monde professionnel et les agro-ressources (fermentations alcooliques et malolactique dans la production de vin, fermentation lactique dans la production de yaourts, estérification dans la synthèse d'un arôme, hydrolyse de triglycérides d'oléagineux pour la fabrication de tensioactifs, etc.).

Des bilans de matière sont effectués. Des exemples de calculs avec des rendements sont travaillés. Cette étude pourra être mise en œuvre sur les deux années de formation. Même si ces notions sont abordées dans le cadre de l'alimentation, des liens avec les agroressources abordées dans le sous objectif 3.2.2. sont envisageables.

1.1.3- Caractériser les biomolécules présentes dans les aliments.

Mots clés : *glucide, ose, diholoside, polyholoside, lipide, acides gras saturé et insaturé, triglycéride, protide, acide aminé, peptide, protéine, tests caractéristiques.*

L'étude des aliments nécessite une connaissance des caractéristiques des biomolécules. Il est souhaitable de commencer par rechercher les glucides, lipides et protides présents dans des aliments grâce à des tests expérimentaux (liqueur de Fehling, eau iodée, biuret, ninhydrine, tache grasse, DNPH, ...). On s'en tient uniquement à l'analyse des résultats des tests, les transformations chimiques mises en jeu ne sont pas explicitées. Ces tests sont l'occasion de réinvestir la notion de groupes caractéristiques vue au point 1.1.2. et de vérifier qu'au sein d'une même famille il est possible de classer les molécules. On peut utiliser un modèle simple pour représenter les oses afin de construire les diholosides et les polyholosides. L'hydrolyse et la synthèse sont abordées à ce moment-là afin de comprendre comment passer d'un ose à un oside et réciproquement. La même démarche est ensuite transposable aux protides et aux lipides. On pourra contextualiser l'enseignement en fonction des spécialités de chaque division.

Par ailleurs, on peut réinvestir les différentes transformations chimiques de formation et de dégradation des molécules organiques vues au 1.1.2. Une articulation avec le traitement de l'objectif 1.2 est importante à mettre en œuvre.

Objectif 1.2- Montrer en quoi la diversité des produits agricoles répond aux besoins alimentaires

1.2.1- Décrire les aliments et les besoins de l'organisme

Mots clés : *groupes d'aliments, glucides, lipides, protides, vitamines, sels minéraux, eau, valeurs nutritionnelles des aliments, besoins énergétiques, besoins de matière, métabolisme de base.*

Il s'agit de caractériser les aliments en 10 groupes alimentaires (cf PNNS 2018-2022)

Les constituants des aliments (glucides, lipides, protides, vitamines, sels minéraux, eau) sont présentés en liaison avec les besoins et leurs rôles dans l'organisme (valeurs nutritionnelles des aliments).

On met en évidence les besoins énergétiques, plastiques et fonctionnels en les quantifiant. Le métabolisme basal est évoqué tout comme les facteurs entraînant la variation de ces besoins (âge, sexe, activité physique, gestation et lactation, ...)

NB : *L'étude des métabolismes à l'échelle cellulaire est située dans l'objectif 2*

Activité possible : il est préconisé d'utiliser la diversité alimentaire (emballages, tableau de composition des aliments) pour construire une classification des groupes d'aliments et repérer les principaux constituants en évitant leur présentation sous forme de catalogue.

1.2.2- Mettre en relation l'alimentation et la santé

Mots clés : *équilibre et déséquilibres alimentaires, repères de consommation, rations, excès alimentaires, carences alimentaires et conséquences, pathologies : diabète et régulation de la glycémie, allergies et intolérances*

Pour aborder l'équilibre alimentaire, sont prises en compte les recommandations en matière de santé publique (dont les repères de consommation selon l'ANSES) portant entre autres sur la qualité des matières grasses (animales et végétales, types d'huiles, acides gras oméga), la consommation de fruits et légumes (pour leur teneur en fibres, vitamines, minéraux, antioxydants), l'importance des légumineuses et produits céréaliers complets...

Les déséquilibres alimentaires sont mis en relation avec les problèmes de santé publique :

- Les excès alimentaires (glucides simples, lipides et sel) sont présentés et leurs conséquences (surcharge pondérale, obésité, maladies cardiovasculaires) sont traitées.
- Les carences alimentaires (vitamines, fer...) sont illustrées par des exemples (scorbut, anémie...)

Activités possibles : analyse et construction de menus équilibrés et adaptés aux besoins.

NB : *Cette partie peut être l'occasion d'évoquer certaines pratiques alimentaires (végétarisme, végétalisme, ...). En lien avec le 1.2.4, on peut proposer une ouverture sur le monde à travers les variations selon les pays et leur contexte (principales productions, régime méditerranéen, ...)*

Deux types de pathologies sont développés :

- Les diabètes et leurs particularités
- Présenter les deux types de diabètes en indiquant les principaux symptômes et en identifiant les origines,
- Expliquer la régulation hormonale de la glycémie en montrant les effets antagonistes de l'insuline et du glucagon. (La composante nerveuse de la régulation de la glycémie n'est pas abordée).
- Les allergies d'origine alimentaire sont distinguées. On présente l'allergie comme une hypersensibilité du système immunitaire à certains facteurs environnementaux. (Les mécanismes précis de la réaction immunitaire allergique ne sont pas développés).

NB : les intolérances alimentaires peuvent être évoquées. C'est l'occasion de bien distinguer celles qui relèvent d'une pathologie (ex maladie cœliaque, chronique et auto-immune, en lien avec la consommation de gluten) de celles engendrant des inconforts digestifs sans intervention du système immunitaire (ex intolérance au lactose).

1.2.3- Présenter la transformation de l'aliment en nutriments

Mots clés : appareil digestif, digestion mécanique et chimique, simplification enzymatique, nutriments, absorption intestinale.

Les organes de l'appareil digestif humain sont localisés et le(s) rôle(s) de chacun dans la digestion sont précisés.

Concernant les enzymes :

- leur spécificité (substrat, conditions physico-chimiques d'activité...) est montrée au travers quelques exemples,
- leur complémentarité dans le processus de digestion est évoquée.

L'origine et le rôle de la bile et du microbiote intestinal sont mentionnés.

L'absorption est abordée comme un exemple d'adaptation de la structure (Importante surface, riche vascularisation, finesse du tissu) à sa fonction (échanges). Les mécanismes moléculaires du transport ne sont pas traités.

Le devenir des nutriments (transport, utilisation, stockage) est indiqué permettant ainsi de faire le lien avec les besoins présentés au 1.2.1

Activités pratiques possibles :

- Utiliser un modèle anatomique,
- Mettre en évidence les rôles et caractéristiques des enzymes lors de la simplification des aliments en nutriments par des TP de digestion in vitro,

1.2.4- Caractériser différents produits agricoles destinés à l'alimentation humaine en faisant la relation entre la diversité des produits et la satisfaction des besoins alimentaires humains

Montrer, à partir de quelques exemples, que pour une même matière première agricole, on a :

- une diversité de qualités
- une diversité de produits alimentaires (produits plus ou moins transformés, segmentation de l'offre).

On définit ainsi la notion de qualité, sous ses différentes facettes, comme construction sociale exprimée par les exigences de l'aval.

Démarche pédagogique et activités possibles : on peut cibler des matières premières agricoles entrant dans l'élaboration de différents repas (culturellement différents, de régimes alimentaires plus ou moins carnés...), et analyser des étiquettes d'aliments pour :

- Relier les aliments et les matières premières agricoles dont ils sont issus.
- Faire le lien entre l'aliment, son apport nutritif et la couverture des besoins (cf objectif 1.2.1).
- Se poser la question de la zone de production pour quelques matières premières agricoles : « où produit-on ces aliments ? Pour quelles raisons sont-ils produits dans cette zone géographique ? ».

Objectif 1.3- Établir les liens entre modes de production et produits agricoles

Le mode de production couvre ici les étapes de la production depuis le champ jusqu'au consommateur (production, transformation, conservation).

A partir de l'étude de quelques cas précis, il s'agit de faire émerger les traits essentiels de l'obtention d'un produit animal et d'un produit végétal et leur destination. Appuyée sur l'analyse de situations concrètes, la prise en compte de la destination (consommation directe ou transformation en produit alimentaire plus ou moins élaboré) et de l'utilisation des produits (quantité, forme, exigences de qualité) permet de montrer des relations diverses entre les attentes de l'aval et les façons de produire. On met en évidence que ces relations peuvent trouver leur traduction sous forme de « signes de qualité » et de cahier des charges.

Les filières intègrent les attentes sociétales dont les dynamiques étudiées dans le module S2 Territoires et sociétés constituent un lien avec ce module S1.

Pour les produits étudiés, schématiser le mode de production afin d'identifier les différents leviers de maîtrise de la qualité et ceux qui jouent sur le rendement ou le niveau de production.

Pour un même produit, comparer différents modes de production afin de montrer l'impact de la manière de produire sur la qualité et le rendement ou le niveau de production.

Objectif 1.4- Interroger les modes de production et de transformation au regard des exigences sanitaires

Identifier comment le risque sanitaire est pris en compte par les professionnels aux différentes étapes de la production de l'aliment pour garantir l'hygiène des aliments

1.4.1- Analyser les dangers susceptibles d'altérer la qualité sanitaire des aliments

Mots clés : dangers physiques, chimiques et biologiques, origine des dangers, intoxications chimiques, toxi-infection alimentaire, D.J.A, toxicité aiguë, toxicité chronique, biosécurité

Les différents types de dangers et leurs conséquences potentielles sont présentés en relation avec quelques exemples de cas concrets :

- Dangers physiques : corps étrangers (étouffement, perforation...)
- Dangers chimiques : toxines, pesticides et leurs métabolites, résidus de produits de nettoyage, nitrates, phosphates, métaux lourds... (intoxication, saturnisme, neuropathies, cancer...)
- Dangers biologiques : bactéries pathogènes, mycètes, parasites, virus et prions... (toxi-infections : salmonellose, toxoplasmose, botulisme, mycoses, parasitose (ténia, amibe...), ESB, maladie Creutzfeldt Jakob...), biotoxines marines,

Les notions de Dose Journalière Admissible (D.J.A), de toxicité aiguë et de toxicité chronique sont évoquées pour distinguer risque de danger.

1.4.2- Analyser les actions pour maîtriser le risque sanitaire lors de la production

A partir de quelques exemples de produits végétaux et/ou animaux:

- Repérer l'origine des contaminants (molécules produites par le végétal : acide érucique ..., par un être vivant au contact du végétal : mycotoxines ..., molécules liées aux intrants : substance active, adjuvants, métabolites ; molécules d'origine microbienne),
- Identifier le moment où la contamination peut intervenir (contamination à la production au champ ou dans la phase d'élevage, lors de la transformation ou du stockage)
- Repérer les liens entre la présence de contaminants et les choix techniques opérés (destination de la production, intervention ou pas, choix des intrants, désinfection ou pas du matériel, isolement des plants contaminés, respect de la chaîne du froid...)
- Mettre en évidence les techniques et démarches mises en place par les professionnels pour gérer les risques sanitaires : respect de la réglementation, pratiques adaptées (choix des semences, utilisation raisonnée des produits phytopharmaceutiques et vétérinaires, gestion des effluents, désinfection des locaux et du matériel, prophylaxie, biosécurité animale et végétale), Plan écophyto, plan écoantibio, respect de cahiers des charges.

1.4.3- Analyser les actions pour maîtriser le risque lors de la transformation, du stockage, de la distribution et de la conservation

Mots clés : méthode HACCP, méthode des 5 M, maîtrise du risque biologique, paramètres de la croissance microbienne, rôle des opérations de transformation.

La méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) est présentée comme un outil, une démarche qui identifie, évalue et maîtrise les dangers significatifs au regard de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires. Les étapes la constituant ne font pas l'objet d'une étude.

À partir de l'exemple d'un produit alimentaire et de sa fabrication, on recherche l'origine des dangers à partir de la méthode des 5 M comprenant :

- Main-d'œuvre,
- Méthode ou Modes opératoires,
- Matière première,
- Milieu,
- Matériel.

La maîtrise du risque biologique

La courbe de croissance bactérienne est décrite et analysée. Il s'agit ensuite de citer les paramètres de la croissance microbienne puis de raisonner leur prise en compte pour la maîtrise des risques biologiques en s'appuyant sur les exemples d'opérations de transformation agissant sur la croissance microbienne :

- Activité de l'eau : réduction : (salage, sucrage, séchage, concentration...),
- pH : modification du pH (acidification) : yaourt, cornichons, marinade...,
- Température : réfrigération, congélation, pasteurisation, stérilisation...,
- Teneur en O₂ : conditionnement sous vide,
- Agents chimiques : conservateurs.

1.4.4 Décrire les mécanismes de défense de l'organisme exposé à un danger.

Cette partie a pour objectif de montrer que l'organisme possède des mécanismes de défense lorsqu'il est exposé aux dangers et ce malgré les actions pour maîtriser le risque.

Il est recommandé de traiter cette partie à l'aide d'exemples concrets et réels en lien avec l'ensemble du 1.4

Les barrières naturelles limitant la pénétration d'agents dans l'organisme. Ses différentes composantes sont étudiées :

- barrière physique (peau, mucus...),
- barrière chimique (acidité...)
- barrière biologique (microbiotes...).

Les manifestations de la réaction inflammatoire sont identifiées et présentées comme participant à la réponse immunitaire innée.

Les principales étapes de la réponse adaptative de l'organisme sont identifiées et décrites simplement :

- Reconnaissance de l'agent pathogène par les lymphocytes B
- Amplification et synthèse d'anticorps,
- Rôles du complexe immun,
- Capacité des lymphocytes T8 à reconnaître les cellules infectées et à les lyser (phénomènes moléculaires ne sont pas abordés),

La phagocytose est présentée en lien avec les deux types de réponse immunitaire.

La notion de mémoire immunitaire est abordée à travers l'exemple de la vaccination animale et humaine.

Objectif 2- Se représenter l'agroécosystème comme un système géré par l'homme dans lequel la mobilisation des ressources naturelles est un enjeu

Mots clés : écosystème géré, agroécosystème, fonctions et composantes du système, sol, atmosphère, populations, communautés, peuplement végétal cultivé, animal, ensemble des autres organismes vivant dans le sol ou l'atmosphère, interactions entre composantes, relations dont relations trophiques, régulations biologiques, stocks, flux de biomasse, de matière et d'énergie, production de biomasse et de coproduits, niveaux trophiques, chaîne alimentaire, réseau trophique, rendements énergétiques, production de biomasse, productivité des systèmes, photosynthèse, respiration cellulaire, fermentation, cycle biogéochimique du carbone, flux d'énergie et recyclage de la matière.

Cet objectif amène progressivement les apprenants à une représentation schématique d'agroécosystèmes en mettant en évidence les composantes et les interactions qui sous-tendent leur fonctionnement et les services écosystémiques rendus.

La notion d'agroécosystème est définie comme « un ensemble composé d'êtres vivants et de leur milieu d'évolution en interactions dynamiques, animé de flux, organisé par l'homme à différentes échelles en vue de valoriser et/ou de préserver des ressources par l'intermédiaire de végétaux et/ou d'animaux pour répondre à des objectifs économiques, sociaux ou écologiques ». (Dalmais, 1996).

Même s'il est recommandé de limiter le nombre de cas étudiés, cette définition permet de s'appuyer sur des exemples variés concernant la production agricole ou l'aménagement avec des degrés d'artificialisation plus ou moins poussés : une forêt gérée, une parcelle cultivée ou un ensemble de parcelles, un ensemble d'espaces cultivés et non cultivés en interaction, un parcours ou un espace fourrager, une production animale liée au sol, une production « hors-sol », un marais ou autres espaces « naturels » faisant l'objet d'une gestion. Il s'agit, in fine, d'élaborer avec les apprenants une représentation de la notion d'agroécosystème à partir de quelques exemples variés choisis en concertation entre les enseignants de biologie et de sciences et techniques agronomiques. Cette schématisation progressive a l'ambition d'aider à la construction de cette notion et d'aborder, sous forme d'approche comparée, la diversité d'organisation de ces systèmes. La délimitation de l'agroécosystème étudié est importante : « le fait, par exemple, de considérer un agroécosystème, non pas comme une simple parcelle cultivée avec une seule espèce, mais comme un ensemble d'espaces cultivés (des parcelles) et non cultivés (des bordures, des haies, des bois...), dans lequel interagissent des communautés, ensembles complexes d'êtres vivants, reconfigure complètement le rôle des agriculteurs, qui ne font plus simplement « pousser des plantes », mais pilotent des agroécosystèmes avec comme finalité – entre autres – la production agricole » (Dore, 2011).

Objectif 2.1- Caractériser le fonctionnement d'un agroécosystème

2.1.1- Identifier les fonctions diverses que peuvent remplir ces systèmes

Chacun des cas étudiés pour répondre aux objectifs 2.2 et 2.3 fait l'objet de la mise en évidence des fonctions remplies par un agroécosystème. Au travers de la diversité des exemples retenus, il s'agit d'appréhender la diversité des fonctions que peuvent remplir les agroécosystèmes : production de biomasse à des fins alimentaires, industrielles, énergétiques, fonctions environnementales, fonctions liées au cadre de vie. La production ou la préservation de « services écosystémiques » sont abordées : épuration de l'eau, contrôle des ravageurs, pollinisation, régulation des échanges gazeux avec l'atmosphère par la fixation photosynthétique du CO₂ de l'air, etc.

2.1.2- Identifier les particularités de la structure et du fonctionnement d'un agroécosystème

Les principales composantes de l'agroécosystème sont mises en évidence à partir de cas concrets : sol, atmosphère, peuplement végétal cultivé ou géré pouvant être mono ou plurispécifique, ensemble des organismes vivants avec ce peuplement dans le sol ou l'atmosphère, animaux d'élevage

En prenant appui sur des cas concrets, dans une vision dynamique propre aux systèmes vivants, trois temps sont menés conjointement :

- **L'étude des rôles respectifs de chaque composante** au sein de l'agroécosystème, en caractérisant succinctement chacune des composantes : composition, fonctionnement et évolution ; en particulier :
 - pour la composante sol : constituants (minéraux, organiques dont organismes vivants), états, propriétés, activité biologique, comportements et évolution des stocks,
 - pour la composante atmosphère : facteurs climatiques, microclimat, variabilité
 - pour le peuplement géré : ° composition : mono ou plurispécifique, abondance relative, espèces cultivée(s), compagnes et spontanées, diversité ° structure : répartition et organisation spatiales (haies, talus, banquettes, volume racinaire...), ° biomasse : quantité, répartition, qualité, élaboration (approche succincte)
 - pour la composante biologique du milieu : présence, diversité, et rôles des êtres vivants, rhizosphère
 - pour l'animal d'élevage, producteur de biens et de services : produits et coproduits animaux (biens, services, entretien de l'espace, effluents...). Pour quelques produits, on veille à situer des ordres de grandeur zootechniques concernant les animaux d'élevage : poids vif à différents âges, poids de carcasse, production individuelle moyenne

Pour l'animal d'élevage transformateur de biomasse : différents types de biomasse utilisée et utilisable : fourrages, aliments concentrés, racines, tubercules, co produits des industries agroalimentaires..., Relations entre particularités digestives et pratiques d'alimentation, sans étude approfondie de la digestion. Quelques critères simples permettant d'estimer l'efficacité de transformation de la biomasse par l'animal d'élevage sont établis : chargement, production autonome, efficacité alimentaire, niveau de rejets polluants...

- **L'identification des principales interactions (processus écologiques, physiques, chimiques) au sein et entre ces composantes** : incidences des facteurs climatiques sur l'évolution des états d'un sol et sur les systèmes vivants cultivés ou non, interactions sol/peuplement, interactions ou régulations biologiques (c'est-à-dire les processus faisant intervenir des êtres vivants dans les espaces gérés, permettant d'assurer une ou plusieurs fonctions nécessaires notamment pour la production), etc. ;
- **La caractérisation de la circulation de la matière** (en particulier carbonées, éléments minéraux, eau vus en lien avec les cycles biogéochimiques) et de l'énergie en jeu en différenciant les flux internes des flux externes au système.

En s'appuyant sur une étude de terrain, on identifie, illustre et caractérise les différents niveaux trophiques à travers l'élaboration de chaînes alimentaires. Un accent particulier est mis sur la présence des décomposeurs. On construit le réseau trophique.

L'étude de terrain est l'occasion de réaliser des identifications à l'aide de clés de détermination adaptées.

Les rendements énergétiques au sein d'une chaîne alimentaire sont calculés, comparés et expliqués : rendements d'assimilation et de production.

L'évaluation de la productivité en tant que rapport P (production) / B (biomasse) permet d'apprécier la vitesse de renouvellement de la biomasse par unité de temps et de surface.

Le transfert d'énergie et de matière est abordé au niveau de l'individu et de la chaîne alimentaire.

L'importance des décomposeurs dans le recyclage de la matière et leur participation à la minéralisation de la matière organique par la respiration ou la fermentation sont montrées. Le rôle central des bactéries et des mycètes, décomposeurs au sens strict, est souligné.

Le cycle biogéochimique du carbone est décrit. Il sert de support à l'étude des métabolismes.

La synthèse et la dégradation des molécules organiques, ainsi que les transferts d'énergie, sont étudiés dans le cadre de la photosynthèse (*), de la respiration cellulaire et de la fermentation. On précise la localisation de ces processus. Les équations bilans sont construites par l'étude du devenir des réactifs en relation avec la formation des produits.

Les voies métaboliques seront présentées comme une succession de réactions biochimiques faisant intervenir des enzymes. Les mécanismes biochimiques précis et les composés intermédiaires ne seront pas des objets d'études.

La molécule d'ATP sera présentée, ainsi que sa place dans les différentes voies métaboliques.

L'origine des pertes énergétiques au long de la chaîne alimentaire est expliquée.

(*) C'est l'occasion de présenter les notions d'anatomie et physiologie de la nutrition végétale (Racine et poil absorbant, vaisseaux conducteurs de sèves brute et élaborée, stomates, transpiration foliaire)

Objectif 2.2- Identifier les ressources naturelles mobilisées dans un agroécosystème

Les principales ressources naturelles eau, sol, air, biodiversité, paysage, « une seule santé » sont identifiées au travers de cas concrets permettant de mettre en évidence des enjeux de leur mobilisation dans un agroécosystème à différentes échelles (locale, nationale, mondiale).

Le rôle des services écosystémiques dans la régulation du fonctionnement des agroécosystèmes est abordé pour mettre en évidence le fait qu'ils représentent une ressource naturelle importante et mobilisable dans la gestion des agroécosystèmes dans la perspective d'une réduction des intrants.

2.2.1- Identifier les services rendus par la biodiversité au sein des agroécosystèmes

Mots clés : services écosystémiques, relations biotiques, symbiose, mutualisme, compétition, prédation, parasitisme

L'approche de terrain permet de dégager des exemples pertinents de services écosystémiques rendus par des relations biotiques :

- Symbioses et mutualisme (pollinisation, fixation d'azote atmosphérique chez les fabacées, mycorhizes, faune et flore du rumen, ...)
- Compétition, prédation, parasitisme (régulation démographique, lutte biologique)

Le travail sur le terrain est l'occasion de réaliser des identifications à l'aide de clés adaptées.

2.2.2- Appréhender la biodiversité génétique comme une ressource naturelle

Mots clés : histoire de vie, gène, allèle, reproduction sexuée, reproduction asexuée, mitose, méiose, clone, brassage génétique, haploïde, diploïde, variabilité génétique, caractère héréditaire, monohybridisme, dihybridisme, dominance, récessivité, polymorphisme, mutation, synthèse des protéines, transcription, traduction, maturation, exportation, résistance, effet hétérosis, consanguinité.

Un focus est mis sur la biodiversité génétique et allélique présentée comme une ressource naturelle des agroécosystèmes par les enseignants de STA comme de biologie écologie :

- Reproduction (mitose, méiose)
- Transmission des caractères (monohybridisme, dihybridisme)
- Synthèse des protéines
- Variabilité génétique

Choisir des exemples en agronomie, zootechnie et biologie-écologie permettant de mettre en évidence des leviers pour agir sur la biodiversité à différentes échelles.

Le maintien de cette diversité passe par une reproduction des individus.

Les notions de reproduction sexuée, reproduction asexuée et de croissance sont abordées à partir de quelques exemples d'histoire de vie. La place des deux types de division cellulaire dans ces histoires de vie est précisée.

Les rôles de la mitose et de la méiose dans l'histoire de vie des individus et leurs conséquences sur la ploïdie et le patrimoine génétique des cellules sont présentés.

Les brassages génétiques liés à la reproduction sexuée (brassages intra et inter-chromosomiques de la méiose + fécondation) sont démontrés à partir d'exemples et de focus sur les étapes clés permettant le brassage.

Les mécanismes cellulaires des deux divisions ne sont pas attendus.

Les conséquences des modes de reproduction sur la variabilité génétique des individus et sur leur adaptation aux changements de l'environnement sont abordées.

Les modalités de la transmission des caractères héréditaires sont introduites par l'interprétation de résultats de croisements simples : monohybridisme et dihybridisme (dominance/récessivité, lois de Mendel).

La variabilité génétique et le polymorphisme sont abordés au niveau moléculaire (ADN). Les effets des mutations sont expliqués par le lien gène-protéine à partir d'exemples. Les étapes de la synthèse des protéines (transcription, traduction, maturation, exportation) sont localisées dans la cellule et décrites.

Le rôle des mutations génétiques dans l'apparition, la sélection et l'extension des résistances (antibiotiques, pesticides) est précisé.

Les origines et les conséquences de l'effet hétérosis et de la consanguinité sont précisées.

Objectif 2.3- Repérer les modifications induites par le fonctionnement de l'agroécosystème sur l'état des ressources naturelles

Mots clés : techniques, aménagements, système technique, systèmes de culture, systèmes d'élevage, degré d'artificialisation et conséquences sur les flux et les composantes, identification des effets des systèmes techniques sur le peuplement cultivé, l'animal, le milieu, l'environnement et la biodiversité

2.3.1- Identifier les principaux moyens d'action nécessaires à la gestion des agroécosystèmes : choix des espèces et des types génétiques, techniques culturales, techniques d'élevage et aménagements.

2.3.2- Repérer les modifications induites par différents types de conduites

A partir de cas concrets impliquant le végétal et/ou l'animal, présenter les principaux effets (impacts positifs et négatifs) des interventions sur les composantes de l'agroécosystème ainsi que sur les différentes ressources, à différentes échelles d'espace et de temps.

On peut considérer que la mise en œuvre d'un système technique entraîne une modification :

- des flux d'énergie : efficacité du rayonnement incident, productivité, quantité d'énergie fossile mobilisée, efficience ou rendement énergétique ;
- de l'intensité des flux de matières avec une action sur les quantités d'eau et d'éléments stockés ; sur la circulation, l'exportation et les fuites d'éléments ; sur la qualité de l'eau, de l'atmosphère ou des sols ;
- de la composition spécifique des êtres vivants, des équilibres au sein et entre les populations, des interrelations entre organismes vivants, y compris sur l'activité biologique des sols.

2.3.3- Se projeter vers une gestion durable des agroécosystèmes

A partir de cas concrets visant par exemple, pour la production agricole, la diminution de l'utilisation d'intrants (de synthèse en particulier) au profit des processus écologiques ; la gestion d'effluents, ou pour l'aménagement, montrant l'implication collective d'une diversité d'acteurs dans la gestion d'une ou de plusieurs ressources sur un territoire. Il s'agit de sensibiliser l'apprenant sur le fait qu'une gestion plus intégrée, concertée et durable des agroécosystèmes est nécessaire pour répondre à des objectifs de plus en plus diversifiés et parfois divergents selon les acteurs considérés. Les questions d'alimentation, de santé, d'environnement, de préservation des ressources naturelles que ce soit en production ou en aménagement, de respect du bien-être animal, du cadre de vie sont au cœur des préoccupations sociétales.

Pour chaque cas étudié :

- identifier le problème concerné (approche multicritère possible à partir d'indicateurs),
- établir la relation entre la question posée (préservation d'une ressource, d'une espèce menacée, d'un paysage, de la biodiversité...) et les échelles auxquelles il est pertinent d'intervenir (au niveau de la parcelle ou d'un ensemble de parcelles, du troupeau, de l'exploitation, du bassin versant, de toute autre délimitation spatiale, des politiques structurelles, des injonctions réglementaires, de la gestion des populations animales et végétales domestiquées et exploitées),
- identifier quelques indicateurs de durabilité pertinents à suivre au regard de la problématique posée,
- évoquer les leviers d'actions, les solutions envisagées ou mises en œuvre et les remédiations mobilisées par les différents acteurs ainsi que les résultats obtenus et espérés. Selon la problématique retenue, quelques contenus disciplinaires complémentaires peuvent être envisagés : par exemple, si la thématique abordée concerne la préservation de la ressource sol, des éléments concernant les différents usages des sols, leur origine et leur évolution ou les principaux processus de dégradation des sols sont abordés.

Quelques éléments de prospective peuvent être discutés : évolution de la production mondiale/demande alimentaire, disponibilité des terres agricoles, adaptation aux futurs défis énergétiques, dérèglement climatique, évolution de l'équilibre agriculture/élevage, etc. Les notions de gestion intégrée, de production intégrée, de développement durable, d'agriculture biologique, d'agriculture écologiquement intensive et de gestion conservatoire des milieux sont discutées.

À ce stade, la place de l'agroécosystème est mise en perspective dans le cadre plus global de la bioéconomie, économie basée sur le carbone renouvelable de la production à la transformation, jusqu'à la valorisation des co-produits et biodéchets, tout en visant la sécurité alimentaire.

Objectif 3- Analyser l'utilisation des ressources énergétiques dans une perspective de durabilité

La demande en ressources énergétiques est croissante dans le monde actuel. Fort de ce constat, la recherche de solutions écologiquement acceptables à court, moyen et long terme paraît indispensable. La compréhension des échanges énergétiques permet d'appréhender et de raisonner la gestion des ressources dans une perspective durable. Pour étudier ces échanges, l'utilisation du principe de conservation de l'énergie d'un système isolé est un préalable. L'introduction de ce principe permet le réinvestissement des notions de puissance, énergie et rendement rencontrées au collège. La modélisation des échanges à l'aide de chaînes énergétiques permet une première compréhension des phénomènes sans développement mathématique. L'utilisation de cet outil doit être continue tout au long de cet objectif 3. La distinction entre source énergétique et transfert énergétique est essentielle d'un point de vue scientifique et constitue un objectif d'apprentissage important. La démarche mobilisée est scientifique. Elle permet à l'élève de s'approprier des informations, d'analyser et de raisonner, de réaliser et de communiquer afin de rendre compte de sa démarche et de ses résultats, à l'oral comme à l'écrit.

Le concept d'énergie étant difficile à appréhender, le professeur est invité à :

- privilégier la mise en activité des apprenants ;
- permettre et encadrer l'expression des conceptions initiales ;
- valoriser l'approche expérimentale ;
- contextualiser les apprentissages pour leur donner du sens ;

- procéder régulièrement à des synthèses pour expliciter et structurer les savoirs et savoir-faire et les appliquer dans des contextes différents ;
- favoriser l'acquisition d'automatismes et développer l'autonomie des élèves en proposant des temps de travail personnel ou en groupe, dans et hors la classe.

Dans la continuité de la classe de seconde, l'utilisation de microcontrôleurs peut être envisagée dans les activités expérimentales notamment lors de la mise en œuvre de capteurs, du traitement de données, ou encore pour faciliter l'affichage de résultats expérimentaux.

Objectif 3.1- Appréhender la gestion des ressources énergétiques dans les locaux professionnels

Cet objectif vise à sensibiliser les apprenants à la gestion de l'énergie dans les locaux professionnels à travers l'énergie interne, l'énergie électrique et l'énergie transférée par la lumière. Le terme « locaux professionnels » a été retenu afin que cet enseignement puisse être adapté selon la spécificité technologique présente dans l'établissement.

3.1.1- Analyser les problématiques liées à l'isolation thermique

Mots clés : énergie interne, température, capacité thermique massique, transferts thermiques, conduction, convection, rayonnement, flux thermique, conductivité thermique, résistance thermique, conducteur, isolant, bilan énergétique d'un local

Cette partie du programme est traitée à partir d'exemples concrets sans faire appel à des développements mathématiques superflus. Les élèves mesurent des températures et sont capables de citer les deux échelles principales de températures (°C et K) et les unités correspondantes. On lie la température à l'agitation interne des constituants microscopiques sans donner de formule ni réaliser de modélisation mathématique. On associe l'échauffement d'un système à l'énergie reçue, stockée sous forme d'énergie interne et on exprime la variation d'énergie interne lors d'une variation de température. La définition de la capacité thermique massique est attendue. La relation entre la variation d'énergie interne (d'un liquide ou d'un solide) et la variation de température sera donnée (on se limite à une relation de proportionnalité en supposant les capacités thermiques indépendantes de la température). On peut réaliser expérimentalement le bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire. La détermination de la température à l'état final d'un système n'est exigible que dans le cas d'une transformation sans changement d'état. La définition de régime stationnaire n'est pas exigible. On évite l'usage de l'expression « énergie thermique » au profit de « l'énergie interne » pour l'énergie stockée. Pour l'énergie échangée, on utilise « transfert thermique » ou « énergie transférée thermiquement ». La rigueur dans le vocabulaire est impérative pour que soit bien opérée la distinction entre l'énergie d'un système et le transfert d'énergie de ce système avec un autre système.

Les élèves doivent être capables de prévoir le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes dans des cas concrets. On décrit qualitativement les trois modes de transferts thermiques en citant des exemples. Les élèves sont amenés à classer les matériaux selon leurs propriétés isolantes. On définit la résistance thermique et on peut déterminer expérimentalement la résistance thermique globale d'une paroi d'un système constitué de différents matériaux.

Le flux thermique s'identifie à la puissance transférée thermiquement. La densité de flux thermique (flux thermique par unité de surface) n'est pas au programme. La résistance thermique est définie comme le rapport de l'écart des températures entre les deux faces d'une paroi à la puissance transférée thermiquement par la paroi. Cette définition est celle du physicien. L'expression et l'unité légale de résistance thermique seront données. Pour la détermination de la résistance thermique globale, on se limite au cas d'une paroi plane constituée de matériaux associés "en série". Les bilans thermiques seront réalisés sur des exemples simples et contextualisés. Une présentation du diagnostic de performance énergétique, ou DPE, sera réalisée sur un local professionnel. Cette partie se prête bien à l'utilisation de microcontrôleurs pour effectuer des mesures notamment de températures.

Les sciences et techniques des équipements abordent des cas contextualisés d'équipements qui permettent de contrôler et modifier les paramètres d'ambiance d'un espace. Les équipements abordés peuvent être choisis parmi les catégories suivantes : équipements de chauffage (hydrocarbures, électrique, biomasse...), équipements frigorifiques (climatisation, installations frigorifiques...) et équipements de ventilation.

3.1.2- Raisonner les consommations électriques

Mots clés : énergie et puissance électriques, dipôles passifs et dipôles actifs, effet joule, régime continu, régime sinusoïdal, transport et distribution, protection contre les risques

Les élèves réalisent un circuit électrique d'après un schéma donné, puis mesurent une tension électrique et une intensité électrique dans un circuit en régime continu ainsi que dans un circuit en régime sinusoïdal. On visualise une représentation temporelle des grandeurs sinusoïdales et on analyse ses caractéristiques. La loi des nœuds et la loi des mailles ne sont à utiliser que dans des circuits simples et adaptés à des situations professionnelles réelles ou de la vie courante. L'algébrisation des grandeurs électriques ne sera abordée que dans des cas où elle est strictement nécessaire ; aucun savoir-faire sur l'algébrisation n'est exigible.

Les élèves mesurent et calculent la puissance et l'énergie électriques reçues par un récepteur puis effectuent expérimentalement un bilan énergétique dans un circuit électrique simple et analysent les échanges d'énergie. Un lien avec les notions abordées dans la partie « 3.2.3 Appréhender le rôle de l'électricité comme source d'énergie » sera utilement mis en avant. La loi d'Ohm, déjà étudiée au cycle 4, est exigible. La valeur efficace d'une tension ou d'une intensité est reliée qualitativement à la puissance dissipée par effet Joule ; en régime sinusoïdal, la relation entre valeur maximale et valeur efficace n'est pas à mémoriser, mais on présente le sens physique de la valeur efficace en faisant un lien avec le régime continu. L'élève doit être capable de mesurer une valeur efficace à l'aide d'un voltmètre ou d'un

ampèremètre dans le cas du régime sinusoïdal. La relation $P = U.I$ dans le cadre du régime continu est une connaissance exigible. Par contre, en régime sinusoïdal, on pourra vérifier expérimentalement que cette relation n'est pas toujours vérifiée. La notion de facteur de puissance pourra alors être introduite sous la forme d'une relation $P = U.I.k$ qui n'est pas à mémoriser. Les notions de déphasage et de $\cos\varphi$ sont hors programme.

Les caractéristiques essentielles du réseau de distribution électrique européen peuvent être abordées via une analyse documentaire. Le schéma simplifié de l'organisation du transport et de la distribution de l'énergie électrique est présenté. Le rôle des transformateurs de tension (abaisseurs ou élévateurs) dans le réseau électrique est à relier aux pertes par effet Joule dans les lignes. Pour un transformateur, la constitution, le principe de fonctionnement et la relation entre les rapports des tensions et des nombres de spires ne constituent pas des connaissances attendues.

À partir de l'observation d'un cas concret, les sciences et techniques des équipements permettent de mettre en évidence les caractéristiques d'une installation électrique et comment l'utiliser en toute sécurité. On aborde ainsi la normalisation des installations électriques, les dispositifs de protection des biens et des personnes contre les risques et le réseau électrique local (monophasé et triphasé). Le branchement des matériels professionnels sera utilement abordé.

3.1.3- Caractériser le rôle de la lumière

Mots clés : sources lumineuses, longueur d'onde, fréquence, célérité, couleur et spectre, flux lumineux, modèle corpusculaire de la lumière, photon, énergie d'un photon, énergie solaire, conversion photovoltaïque et thermique.

La lumière est abordée sous l'angle d'une source lumineuse nécessaire pour l'éclairage mais aussi comme une source d'énergie exploitable via des capteurs photovoltaïques et/ou des capteurs thermiques.

On peut commencer par utiliser un capteur de lumière pour mesurer un flux lumineux émis par différentes sources. Le recours à des capteurs pilotés par microcontrôleurs permet une continuité avec l'enseignement de la classe de seconde. On positionne sur une échelle de longueurs d'ondes (visible, infrarouge et ultraviolette) les spectres de différentes sources d'éclairage, en montrant l'intérêt des LED et des ampoules basses consommations dans une perspective de durabilité.

Une activité documentaire sur les caractéristiques d'une source d'éclairage artificiel peut permettre d'introduire les caractéristiques importantes : température de couleur, indice de rendu des couleurs (IRC), efficacité énergétique, classe d'efficacité énergétique. Une réflexion sur l'utilisation des sources lumineuses utilisées en horticulture aura toute sa place.

Une activité documentaire peut permettre d'introduire les modes d'exploitations de l'énergie solaire dans les locaux professionnels. Des chaînes énergétiques peuvent être un outil précieux pour schématiser les conversions d'énergie mises en jeu. On met en œuvre une cellule photovoltaïque afin d'effectuer expérimentalement le bilan énergétique d'un panneau photovoltaïque et d'aborder la notion de rendement. On introduit la notion de photon afin d'interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. Une ouverture sur l'effet de serre, présenté avec ses effets positifs et négatifs pourra être envisagée.

Objectif 3.2- Analyser la gestion des ressources énergétiques dans les transports

Cet objectif vise à sensibiliser les apprenants à la gestion de l'énergie dans les transports à travers l'énergie mécanique, l'énergie électrique et l'énergie chimique. Le terme « transport » a été retenu afin que cet enseignement puisse être adapté selon la spécificité technologique présente dans l'établissement. La mise en perspective avec une gestion raisonnée des ressources est nécessaire.

3.2.1- Caractériser le mouvement des véhicules

Mots clés : référentiel, repère, trajectoire, vitesse, accélération, énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur, énergie mécanique, forces, transfert d'énergie par travail mécanique, conservation et non conservation de l'énergie mécanique.

Les élèves déterminent des vitesses et des accélérations dans le cadre d'un mouvement de translation rectiligne ; les « mesures » peuvent être effectuées à partir d'enregistrements vidéo ou d'enregistrements faisant appel à des capteurs. Les termes vitesse et accélération sous-entendent les notions de vitesse et d'accélération instantanées. La notion d'accélération est présentée comme une grandeur caractérisant la variation de la vitesse au cours du temps. Le caractère vectoriel de la vitesse et de l'accélération n'est pas exigible. On applique ensuite la relation entre distance parcourue et vitesse dans un mouvement de translation à vitesse ou à accélération constante. L'élève doit connaître et savoir appliquer la relation $d = v.t$ pour un mouvement uniforme et savoir appliquer la relation $d = \frac{1}{2}.a.t^2$ pour un mouvement uniformément accéléré, cette relation n'étant pas à établir. On se limite aux cas simples. On attend de l'élève qu'il précise le référentiel choisi pour chaque mouvement étudié, sans qu'il ne soit nécessaire de refaire une activité sur la relativité du mouvement. L'étude de la deuxième loi de Newton n'est pas attendue.

On aborde ensuite l'énergie cinétique en vérifiant l'influence de la masse et de la vitesse sur la valeur de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation. L'importance de la masse des véhicules pourra être abordée dans une perspective d'économie d'énergie. On relie une modification de l'énergie cinétique d'un solide en translation à la nature de son mouvement (accéléré ou décéléré) puis on analyse les variations de vitesses en termes d'échanges entre énergie cinétique et énergie potentielle. On peut alors aborder l'énergie mécanique d'un solide en mouvement de translation rectiligne et analyser le mouvement en termes de conservation et non conservation de l'énergie mécanique et en termes de puissance moyenne échangée par le système. Une ouverture sur la puissance des véhicules pourra être proposée. Les aspects sécurité routière trouveront aussi toute leur place.

Après avoir identifié et modélisé les forces s'exerçant sur un système, on écrit et exploite l'expression du travail d'une force constante, lors d'un mouvement de translation rectiligne. Le calcul des travaux de forces est une capacité exigible

dans les cas suivants : la force est de même direction et de même sens (travail moteur) ou de sens opposé (travail résistant) que le mouvement, ou de direction orthogonale au mouvement. On associe enfin la variation d'énergie cinétique d'un solide en translation au travail des forces appliquées. Aucune modélisation mathématique compliquée, en particulier autour du produit scalaire n'est attendue ni de calculs inutiles mettant en œuvre le $\cos\alpha$.

3.2.2- Raisonner la consommation des carburants

Mots clés : transformation chimique et effets thermiques associés, combustion, combustible, comburant, hydrocarbure, agrocarburant, pouvoir calorifique d'un combustible, protection contre les risques de combustion.

Même si des alternatives se font jour avec les véhicules électriques, la très grande majorité des véhicules continue de fonctionner avec un moteur thermique. Une analyse documentaire peut permettre de faire un inventaire des carburants utilisés et de leur mode de production en particulier les agrocarburants.

On écrit l'équation chimique de la réaction de combustion d'un hydrocarbure en effectuant un bilan de matière.

On montre expérimentalement que lors d'une combustion d'un hydrocarbure, le système transfère de l'énergie au milieu extérieur sous forme thermique dont on estime la valeur. On introduit la notion de transformation exothermique qui correspond à une diminution de l'énergie du système et la notion de pouvoir calorifique.

On peut se contenter dans un premier temps de comparer expérimentalement les pouvoirs calorifiques de deux combustibles, avant de déterminer expérimentalement l'énergie libérée au cours de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un alcool, et de la confronter à la valeur calculée à partir de tables. On se limite à un ou deux cas simples. On cite les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention des accidents (ventilation, vérification du matériel ...) et de protection (alarmes, détecteurs de monoxyde de carbone ...).

Les sciences et techniques des équipements permettent d'étudier la constitution et le principe simplifié de fonctionnement d'un moteur thermique, mais aucune connaissance théorique n'est exigible. Les normes moteur seront abordés notamment leur évolution visant à lutter contre les pollutions. Les systèmes d'injection et de dépollution seront également présentés.

3.2.3- Appréhender le rôle de l'électricité comme source d'énergie

Mots clés : oxydant, réducteur, réaction d'oxydo-réduction, potentiel standard, pile, accumulateur, pile à combustible, transfert d'énergie sous forme électrique, stockage.

Les véhicules électriques sont de plus en plus présents dans notre quotidien et permettent progressivement de diminuer notre production de gaz à effet de serre et notre dépendance aux énergies fossiles. Les rendements des moteurs thermiques sont par ailleurs bien inférieurs à ceux des moteurs électriques, que l'on pourra déterminer expérimentalement.

À partir de cette contextualisation, on aborde les piles, les accumulateurs et les piles à combustibles. Après avoir cité les caractéristiques des piles et leurs évolutions technologiques, on identifie l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur. L'écriture des équations des réactions aux électrodes permet d'expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur et d'une pile à combustible. On aborde la notion de classification des oxydants et des réducteurs de façon expérimentale. L'échelle des potentiels standards est présentée comme un outil de prévision des réactions d'oxydoréduction.

On associe charge et décharge d'un accumulateur à des transferts et conversions d'énergie. On définit les conditions d'utilisation optimales d'une batterie d'accumulateurs : l'énergie disponible, le courant de charge optimum et le courant de décharge maximal. On peut prévoir la quantité d'électricité totale disponible dans une pile et un accumulateur puis aborder l'autonomie des véhicules électriques. Le calcul de la quantité d'électricité (en Ah ou en Coulomb) échangée pourra être effectuée soit en utilisant la constante de Faraday, soit en raisonnant au niveau des charges élémentaires. On pourra aussi porter un regard critique quant à la limite d'une utilisation massive des véhicules électriques et son éventuelle répercussion environnementale.