

Programme



FEDERATION DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE CATHOLIQUE

Rue Guimard 1 - 1040 Bruxelles

Technicien/Technicienne des industries agro-alimentaires

3^e degré Technique de Qualification

Humanités professionnelles et techniques

La FESeC remercie les membres du groupe à tâche qui ont travaillé à l'élaboration du programme.

Elle remercie également les nombreux enseignants qui l'ont enrichie de leur expérience et de leur regard constructif.

Elle remercie enfin les personnes qui ont effectué une relecture attentive.

Ont collaboré à l'écriture de ce programme :

Mme Annie Bolette

M. Jean Bossiroy

M. Philippe Capelle

Mme Béatrice Coenen

Mme Ghislaine Dehon

Mme Anne-Marie Gillard-Englebert

M. Jacques Harmel

M. Daniel Martin

Mme Katty Van Vynckt-Wrincq

Table des Matières

1. Présentation générale.....	5
1.1. Introduction	5
1.2. Du Profil de Qualification au programme	7
1.3. Du bon usage du programme	9
1.4. Grille horaire	14
2. Approche pédagogique.....	15
2.1. Introduction	15
2.2. Enoncé des macro-compétences	16
2.3. Exemple de mise en oeuvre d'une activité d'intégration	17
2.4. Quelques mots sur l'évaluation.....	20
3. Contenus d'apprentissage.....	23
3.1. Dispense du cours de sciences et technologies.....	23
3.2. Référentiel professionnel.....	25
3.3. Référentiel des savoirs associés.....	38
3.3.1. Biologie	38
3.3.2. Chimie	44
3.3.3. Physique	55
Annexe 1 : Mode opératoire.....	61
Annexe 2 : Eléments de bibliographie	65

1. Présentation générale

1.1. Introduction

L'industrie agro-alimentaire transforme les produits venant de l'agriculture et de la pêche en aliments propres à la consommation de l'Homme et de l'animal. Il s'agit de la deuxième branche industrielle du pays et de la troisième en termes de valeur ajoutée.

Le secteur se caractérise par une très grande diversité de productions (c'est ainsi qu'il se compose de 27 sous-secteurs parmi lesquels on trouve les produits laitiers, les produits de viande, les jus de fruits et légumes, les boulangeries, les chocolateries, les brasseries, les aliments pour animaux ...).

L'industrie agro-alimentaire wallonne représente, en chiffre d'affaires, 27,5 % du total belge et, avec 19611 emplois, 23,5 % du total belge (chiffres de 1999).

De manière générale, les perspectives d'embauche sont bonnes. Le (la) technicien(ne) des industries agro-alimentaires va trouver un emploi non seulement dans les industries où le processus de production est entièrement automatisé mais aussi dans celles où ce processus est semi-automatisé, mécanisé ou artisanal. Des emplois sont également possibles dans les services publics, les organismes de contrôle (contrôle de la qualité et traçabilité), les parastataux et, dans certains cas, le (la) technicien(ne) des industries agro-alimentaires peut occuper d'autres fonctions telles la vente de produits chimiques ou d'appareils d'analyse. Il(elle) pourra également trouver de l'emploi dans des domaines liés à l'environnement (épuration des eaux usées, centres 'enfouissement technique, éco-conseillers ...).

Dans l'industrie, le (la) technicien(ne) des industries agro-alimentaires peut travailler dans un laboratoire de contrôle ou dans une unité de production.

Le(la) technicien(ne) de laboratoire de contrôle des industries agro-alimentaires travaille sous la direction d'un(e) technicien(ne) des industries agro-alimentaires expérimenté(e), d'un(e) gradué(e), d'un(e) ingénieur(e) industriel(le), d'un(e) licencié(e), d'un(e) ingénieur(e) ou d'un(e) docteur (doctresse) en sciences.

Les travaux d'analyse en laboratoire ont subi une profonde mutation au cours de ces dernières années en raison de la généralisation des appareils d'analyse automatisés dotés de processeurs informatiques exploitant les résultats. Néanmoins, le (la) technicien(ne) de laboratoire de contrôle doit toujours être capable de réaliser des analyses chimiques selon les méthodes de la chimie analytique classique, notamment afin de comprendre le fonctionnement des appareils utilisés. Il(elle) doit pouvoir aussi les étalonner, et le cas échéant, mener certaines opérations d'analyse selon les méthodes manuelles.

Le (la) technicien(ne) de laboratoire de contrôle prépare et effectue des analyses sous la direction de la ligne hiérarchique et suivant des procédures établies. Il(elle) surveille les analyses, vérifie l'exactitude des résultats et rédige des rapports d'analyse. Il(elle) peut aussi être amené à suggérer des décisions importantes telles que la mise au rebut de produits. Il(elle) s'informe du déroulement de la production auprès de services concernés et leur communique les résultats, déviations et anomalies constatés lors des analyses.

Le (la) technicien de production des industries agro-alimentaires travaille sous la direction du (de la) chef de production (généralement un(e) ingénieur(e) ou un(e) chimiste hautement qualifié(e)) et sous la conduite d'un(e) chef d'équipe (un(e) technicien(ne) chimiste expérimenté(e), un(e) gradué(e) ou un(e) ingénieur(e) industriel(le)). Il(elle) participe, suivant les procédures établies, à la surveillance et à la conduite d'un procédé de fabrication. Ce travail s'effectue le plus souvent en équipes constituées, outre les personnes précitées, de technicien(ne)s ayant des qualifications diverses (électricité, électronique, mécanique, ...). Le(la) technicien(ne) de production doit faire preuve d'une compréhension scientifique des procédés mis en œuvre. Il(elle) doit aussi être capable d'intervenir de façon adéquate.

Le champ des emplois disponibles pour le(la) technicien(ne) des industries agro-alimentaires est donc large. Cette fonction exige, outre la motivation et la conscience des implications éthiques, des connaissances diversifiées (technologies, hygiène et qualité, matières premières, logistique et traitement des marchandises, techniques de pointe liées au génie génétique ou au génie enzymatique) et des attitudes (honnêteté, sens du travail en équipes, sens des responsabilités, souci de la qualité ...) qui permettront au (à la) futur(e) technicien(ne) d'entrer sur la voie de la compétence.

1.2. Du Profil de Qualification au programme

Le programme « Technicien des Industries Agro-alimentaires » fait suite aux travaux de la Commission Communautaire des Professions et Qualifications (CCPQ). Cette commission a produit des Profils de Qualification, qu'elle a ensuite transposés en Profils de Formation. A l'enseignement revient la charge de définir les programmes qui permettent aux jeunes d'atteindre, à un niveau donné, les compétences décrites dans le Profil de Formation.

LE PROFIL DE QUALIFICATION

Le Profil de Qualification est un référentiel qui décrit les fonctions, les activités et les compétences exercées par des travailleurs accomplis tels qu'ils se trouvent dans l'entreprise, après une expérience professionnelle d'au moins trois ans.

- Une fonction est un grand sous-ensemble de tâches qui concourent, au sein d'une activité productive, à assurer un certain type de résultat. Le(la) technicien(ne) des industries agro-alimentaires doit pouvoir remplir les fonctions suivantes : effectuer des analyses dans le respect des consignes, effectuer certaines opérations d'entretien, participer à la conduite d'un procédé de fabrication, s'intégrer dans la vie professionnelle...
- Une activité est une opération par laquelle un travailleur réalise une partie de l'activité de production.
- Maîtriser une compétence exige de la part du travailleur des acquis qui peuvent être de quatre types :
 - les connaissances qui sont les informations, les notions, les procédures acquises, mémorisées et reproductibles par un individu dans un contexte donné;
 - les capacités cognitives qui sont les opérations mentales, les mécanismes de la pensée que l'individu met en œuvre quand il exerce son intelligence;
 - les habiletés qui sont les perceptions, les mouvements, les gestes acquis et reproductibles dans un contexte donné qui s'avèrent efficaces pour atteindre certains buts dans le domaine gestuel (physique et manuel);
 - les attitudes qui sont des comportements sociaux ou affectifs acquis par l'individu et mobilisables dans des domaines de la vie domestique ou professionnelle.

LE PROFIL DE FORMATION

Le décret définissant les missions prioritaires de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire du 24 juillet 1997 prévoit (article 39) que le « Gouvernement détermine les profils de Formation et les soumet à la sanction du Conseil de la Communauté ».

C'est la première fois dans notre pays, que la société civile exprime explicitement ses attentes à l'égard de l'école en fixant, par voie de décret, les compétences et savoirs à atteindre par les élèves du secondaire en fin de premier degré et au terme des humanités.

Disponibles sur le site AGERS de la Communauté Française (<http://www.agers.cfwb.be>), les Profils de Formation rédigés par des groupes de travail composés de représentants des milieux professionnels et de représentants des réseaux d'enseignement, s'attachent à définir, pour chaque métier, les compétences et les savoirs à maîtriser sur lesquels devra porter la qualification.

Leur rédaction a été supervisée par la Commission Communautaire des Professions et des Qualifications. Les textes ont été approuvés par le Conseil général de concertation (inter-caractères), le Gouvernement les a fixés, le Parlement les a confirmés après les avoir amendés.

Ils n'ont pas de prétention méthodologique, même si l'articulation des compétences et des savoirs qu'ils prévoient n'est pas neutre.

Il est évident qu'au terme de sa formation, l'élève ne pourra maîtriser toutes les compétences du Profil de Formation. Un classement des compétences se justifie donc. Les compétences du Profil de Formation sont classées de la manière suivante :

- **CM** (compétences à maîtriser) : elles sont à maîtriser en fin de formation,
- **CEF** (compétences à exercer) : elles peuvent être exercées au cours de la formation, mais la maîtrise ne peut être certifiée qu'à l'issue d'une formation post-secondaire,
- **CEP** (compétences à exercer) : elles peuvent également être exercées au cours de la formation, mais la maîtrise ne pourra être acquise qu'à travers l'activité professionnelle elle-même.

STATUT ET ROLE DU PROGRAMME

Ce sont les programmes « référentiels de situations d'apprentissage, de contenus d'apprentissage, obligatoires ou facultatifs, et d'orientations méthodologiques qu'un Pouvoir organisateur définit afin d'atteindre les compétences fixées », qui proposent la mise en œuvre des documents « compétences ».

Leur approbation par la Commission des programmes¹ et par le Ministre qui a l'enseignement secondaire dans ses attributions confirme que, correctement mis en œuvre, ils permettent effectivement d'acquérir les compétences et de maîtriser les savoirs définis dans le document « Profil de Formation ».

Les programmes s'imposent donc, pour les professeurs de l'enseignement secondaire catholique, comme documents de référence puisqu'ils s'inscrivent dans la logique décrétole des compétences à atteindre et qu'ils explicitent les visées éducatives et pédagogiques telles qu'elles s'expriment dans *Mission de l'Ecole Chrétienne*² et dans le *Projet pédagogique de la FESec*³. A ce titre, chaque enseignant devra en disposer personnellement.

¹ Commission composée, pour notre réseau, de J.M. Demoustier, B. Duzel, J.Ghyssens et J.G. Noël.

² LICAP, 1995.

1.3. Du bon usage du programme

Comme le suggère le projet pédagogique de la FESeC⁴, il s'agit de mettre davantage l'accent sur l'apprentissage (et non pas l'enseignement), ainsi que sur la mobilisation (et non pas l'accumulation) de connaissances, savoir-faire et savoir-être. Et cela se réalisera à travers des situations qui touchent l'élève dans son vécu ou dans la réalité de sa future profession.

Pour remplir cet objectif, les cours devront progressivement être construits au départ de situations d'apprentissage, de projets pour lesquels beaucoup de liberté est donnée aux élèves dans la recherche de la solution ou de la mise au point.

En effet, l'objectif essentiel, qui est de rendre les élèves compétents, ne peut être atteint que si l'élève intègre toute une série de savoirs et de compétences partiels pour accomplir une activité significative.

Pour aider les professeurs dans ce cheminement nouveau, un exemple d'une telle activité d'intégration est présenté dans la 2^e partie (Approche pédagogique, § 2.3. page 17).

La 3^e partie (Contenus d'apprentissage, page 23) explicite :

- des exemples d'exploitation, à travers les cours de l'option groupée, des compétences terminales à caractère scientifique et technologique des cours de la formation commune dont ces élèves sont dispensés⁵ (§ 3.1. Dispense du cours de sciences et technologies);
- la manière dont les cours de l'option groupée permettent aux élèves d'accéder à la maîtrise des compétences du Profil de Formation (§ 3.2. Référentiel professionnel) ;
- les contenus indispensables (accompagnés de suggestions de mises en situation) qui doivent permettre d'atteindre les compétences mentionnées par le Profil de Formation (§ 3.3. Référentiel des savoirs associés).

Les situations d'apprentissage et d'intégration, dont de nombreux exemples sont mentionnés dans le § 3.3., seront mises en œuvre dans le cadre des macro-compétences définies par ce programme (voir § 2.2.). Elles doivent permettre de faire le lien entre les paragraphes 3.2. et 3.3. du présent programme : en effet, ces situations vont s'appuyer sur les savoirs et sur les savoir-faire disciplinaires (§ 3.3.) et pourront être évaluées à l'aide de critères et indicateurs inspirés des compétences à maîtriser du Profil de Formation (§ 3.2.). Un exemple d'une telle mise en œuvre sera développé sous le § 2.3. du présent programme.

³ FESeC, décembre 1997.

⁴ *Projet pédagogique de la Fédération de l'Enseignement secondaire catholique, FESeC, décembre 1997.*

⁵ *Il s'agit des compétences reprises sous les numéros 1.4. et 2. dans le document « Compétences terminales et savoirs communs – Humanités professionnelles et techniques ».*

REMARQUES ORGANISATIONNELLES IMPORTANTES

Stages

Depuis les travaux de la CCPQ, on ne peut plus imaginer une formation professionnelle sans un minimum de stages en entreprise ou en institution.

En effet, les stages constituent un complément indispensable à la formation théorique et pratique dispensée en milieu scolaire et permettent au jeune de :

- développer ses connaissances et capacités :
 - en réalisant certains travaux impossibles à exécuter en milieu scolaire ;
 - en satisfaisant aux exigences qualitatives et quantitatives spécifiques aux divers milieux professionnels ;
 - en découvrant et en s'adaptant aux techniques nouvelles et au matériel de pointe ;
 - en affinant son orientation dans un créneau déterminé ;
- approcher les réalités et les exigences du monde économique, industriel et social :
 - en découvrant les structures de l'entreprise ou de l'institution et leurs influences dans les relations entre membres du personnel ;
 - en découvrant et en s'adaptant aux situations, aux personnes ;
 - en développant des qualités de relation humaine et de communication au sein du milieu de travail ;
 - en s'adaptant aux horaires et en acquérant le rythme de travail propre au milieu professionnel ;
 - en développant le sens des responsabilités et l'esprit d'initiative ;

Toutefois, pour optimiser l'effet bénéfique des stages, certaines conditions doivent impérativement être remplies. Elles sont précisées dans le document publié à cet effet⁶ qu'il convient de consulter attentivement. Outre des informations précises sur les conventions de stage, les assurances, les stages organisés en dehors des périodes scolaires ou à l'étranger, figurent des aspects pédagogiques tels que le rôle du tuteur et du maître de stage, l'évaluation du stage, le carnet ou le rapport de stage...

Il paraît néanmoins essentiel de signaler certaines dispositions administratives mentionnées dans ce document.

- En application des articles 53 et 67 du décret du 24 juillet 1997, définissant les missions prioritaires de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire et organisant les structures propres à les atteindre, chaque école organisant, au troisième degré de l'enseignement secondaire, les humanités techniques et/ou professionnelles, peut, dans son projet d'établissement, prévoir l'organisation d'une partie de la formation qualifiante dans le cadre de stages en entreprise.
- Il ne faut donc plus, comme par le passé, que des périodes de stage soient explicitement prévues dans la grille-horaire pour pouvoir les organiser légalement.

⁶ *Guide méthodologique des stages en entreprise ou en institution, Communication FESeC, Cl.22.31.1, avril 2000.*

- L'arrêté du Gouvernement de la Communauté française du 27/1/1999 portant application de l'article 53 du décret « Missions » fixe par année, forme et option, le nombre maximum de périodes hebdomadaires qui peuvent être organisées dans le cadre de stages en entreprise. Dans le cas de l'option « Technicien des Industries Agro-alimentaires », il s'agit de 2 heures en 5^e année et de 4 heures en 6^e année.
Evidemment, les périodes de stage peuvent être globalisées et réparties librement sur l'ensemble du degré ou sur une année du degré. Pour la commodité, on peut prendre l'habitude de considérer qu'une période de stage à la grille-horaire correspond à une semaine de stage sur le terrain, soit 5 journées.
- Faut-il récupérer les cours qui n'ont pu être assurés ?
En acceptant d'organiser des stages, on peut supposer que l'école a choisi de développer certaines compétences prioritairement à l'école, et d'autres prioritairement en stage. En ce qui concerne les cours techniques, le stage peut être considéré comme un prolongement normal des cours donnés à l'école et, dans ce cas, une récupération ne s'impose pas. Pour les autres cours (ceux de la formation générale), la question doit s'étudier au cas par cas. Si une récupération paraît judicieuse afin de donner le temps aux enseignants et aux élèves d'aborder les apprentissages nécessaires, l'école a intérêt à la prévoir et à l'organiser dès le début de l'année scolaire, éventuellement par un aménagement adéquat de l'horaire hebdomadaire.
- Concernant l'accompagnement des stages, il y a un intérêt majeur à associer tous les enseignants de l'option à la préparation, au « débriefing » et à l'évaluation des stages. Les stages n'ont, en effet, de sens que comme prolongement de l'ensemble des cours, théoriques et pratiques, que l'élève a suivis dans l'établissement scolaire. D'autre part, ils peuvent faire apparaître des besoins de formation - non clairement mis en évidence auparavant - et qui concernent tous les professeurs impliqués dans l'option. Il paraît évident que c'est l'ensemble des cours qui collaborent à la formation complète de l'élève, et pas seulement les cours de l'option groupée.

Séances de laboratoire

Certaines techniques utilisées lors des séances de laboratoire peuvent s'inscrire dans le cadre de la surveillance d'un processus de production auquel il est alors indiqué de faire allusion.

De manière générale, les séances de laboratoire permettront de développer chez les élèves les savoir-faire suivants :

- Décoder correctement les indications et pictogrammes d'avertissement et de danger repris sur les fiches techniques ou les produits utilisés.
- Connaître les règles de sécurité, d'hygiène et de protection de l'environnement à prendre en compte dans un laboratoire de chimie et les appliquer de façon stricte.
- Travailler avec ordre, précision et soin.
- Identifier le mode opératoire adéquat et fournir les explications exactes quant au déroulement des manipulations.
- Préparer les solutions, les étalonner si nécessaire.
- Etalonner éventuellement les appareils.
- Comprendre le principe des manipulations effectuées et exécuter les opérations conformément au mode opératoire.
- Respecter les temps prévus pour les analyses et obtenir des résultats qui répondent aux attentes.
- Réagir de manière appropriée face à un dysfonctionnement d'un appareil.
- Exploiter les résultats expérimentaux de manière raisonnée et critique en fonction de ce qui est demandé.
- Exprimer les valeurs numériques avec le nombre adéquat de chiffres significatifs.
- Transcrire les informations recueillies sans erreur ou omission sur les documents prévus à cet effet et déceler toute non conformité .
- Rédiger un rapport fidèle, précis et structuré dans le respect des consignes données.
- Utiliser l'outil informatique.
- Comprendre une notice technique ou un mode opératoire rédigé en anglais.

Visites d'entreprises

Pour quelques compétences du Profil de Formation classées CEF ou CEP, on ne peut raisonnablement pas envisager qu'elles puissent être exercées dans le cadre de l'école.

Exemples :

Utiliser une commande d'automate (P.F. 1.3.6.).

Assurer le suivi des échantillons en cours de conservation (P.F. 1.3.7.)

...

Il s'agira alors pour l'équipe d'enseignants de recourir à une visite (réelle ou virtuelle) d'usine.

Afin que cette activité ait le maximum de chances de réussir, les conditions suivantes devront être réunies :

- envisager cette visite en complémentarité avec les cours durant lesquels le processus, objet de la visite, aura été présenté au préalable (il est donc essentiel que certains thèmes abordés dans ces cours soient fixés en fonction des possibilités locales de visite);
- préparer la visite : il est souhaitable qu'avant de se rendre sur place avec les élèves, l'enseignant réalise lui-même la visite afin de pouvoir préparer un dossier pédagogique qui, remis aux élèves, en aiguïsera la motivation. D'autre part, cette préparation constituera aussi un moyen efficace de « professionnaliser » la visite afin de favoriser l'accueil des industries.

Dans le dossier, les élèves pourront réaliser un certain nombre de tâches, par exemple : annoter un plan de l'installation, relever un certain nombre de dysfonctionnements possibles et les moyens d'y remédier, préciser les possibilités de régulation dans le circuit de production ...

1.4. Grille horaire

	5 ^e année	6 ^e année
Biologie	6	6
Chimie	6	6
Physique	4	4
Total	16	16

Les séances de laboratoire devraient occuper, au minimum la moitié du temps imparti à chaque cours. Ces séances devraient être organisées avec des groupes d'élèves en nombre raisonnable afin que les règles de sécurité indispensables puissent être respectées mais aussi pour qu'un matériel suffisant soit disponible pour chaque élève.

2. Approche pédagogique

2.1. Introduction

Ce programme, comme tous les programmes actuels, précise des orientations méthodologiques, des contenus et des situations d'apprentissage qui doivent permettre aux élèves d'atteindre les compétences répertoriées dans le Profil de Formation du Technicien des Industries Agro-alimentaires.

Il cerne au plus près la réalité du métier puisque les compétences à atteindre ont été définies en CCPQ avec les représentants de la profession.

De plus, il propose de travailler prioritairement dans une logique d'apprentissage (l'élève-acteur doit construire son propre savoir). Le professeur est davantage l'accompagnateur de l'élève qui apprend, que celui qui se borne à transmettre des savoirs (ce qu'il fait aussi !). Pour favoriser cette démarche, le professeur construit des situations d'apprentissage concrètes qui ont du sens pour l'élève et qui doivent l'amener à (se) poser des questions.

Cela n'empêche pas d'avoir quelquefois recours à une démarche plus « expositive » pour préciser ou définir certaines notions, pour expliquer certaines théories ou pour opérer une synthèse (mais toujours en lien avec les problèmes ou les travaux pratiques qui sont au point de départ de l'apprentissage). On ne peut admettre un cours théorique déconnecté de la réalité, d'une question à résoudre, d'une tâche pratique à exécuter. Il faut donc partir de situations d'apprentissage telles que celles qui sont proposées dans chacun des thèmes des différents cours.

Maîtriser une compétence, c'est mobiliser à la fois des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être dans une situation donnée. Il s'agit d'une démarche globale où la somme des maîtrises partielles ne garantit pas nécessairement la maîtrise du tout.

Pour l'évaluation finale, en fin de degré, il conviendra de placer l'élève devant une situation lui permettant de faire la preuve qu'il maîtrise cette compétence globale. C'est dans cette perspective que sera proposée à l'élève une activité d'intégration. Celle-ci peut être considérée comme l'équivalent de ce qu'on peut attendre d'un élève lors d'une épreuve de qualification.

2.2. Enoncé des macro-compétences

1. Les macro-compétences reprises ci-dessous peuvent être considérées comme exhaustives c'est-à-dire qu'elles rencontrent l'ensemble des compétences du Profil de Formation.
2. Elles répondent tout d'abord à la définition décrétales (décret Missions de 1997) de la notion de compétence :

« aptitude à mettre en oeuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches »

et vont donc permettre de s'inscrire dans l'optique des objectifs généraux du décret (articles 6 et 8) qui est de rendre l'élève compétent à travers sa confrontation à des situations mobilisatrices.

3. Elles s'inscrivent dans les directives méthodologiques de notre fédération d'enseignement (ce qui est prévu par le décret puisque, au niveau des programmes, chaque réseau récupère sa liberté méthodologique). Il s'agit de rassembler les compétences définies par le Profil de Formation en des ensembles significatifs. Ce sont ces macro-compétences qui vont permettre à l'élève, à travers la mise en oeuvre de situations, d'intégrer des ressources pour résoudre ces situations. Les activités proposées pourront être disciplinaires (intégration dite verticale) ou interdisciplinaires (intégration dite horizontale) : de telles activités interdisciplinaires peuvent être assez proches de l'épreuve prévue pour le CQ6.

Enoncé des 5 macro-compétences

1. Dans le cadre d'une séance de travaux pratiques, l'élève réalise une analyse et rédiger un rapport conformément aux procédures établies.
2. Dans le cadre d'un processus industriel, de production ou de traitement, l'élève identifie et explique les différentes étapes du processus dans le respect des consignes reçues.
3. Dans le cadre de la gestion du poste de travail, l'élève développe des actions permettant son maintien en état opérationnel (entretien, nettoyage, gestion des produits, maintenance de premier niveau...).
4. Au départ d'une question historique ou d'actualité, l'élève s'informe sur des aspects scientifiques, technologiques, sociaux, économiques, culturels ... la concernant afin de pouvoir prendre une place active dans un débat sur cette question.
5. Après un apprentissage, l'élève le traduit sous forme d'un tableau-synthèse, d'un schéma ou d'un réseau dont il explicite les composants et les relations entre eux.

La maîtrise de ces macro-compétences se fera par l'intermédiaire de situations grâce à l'acquisition des contenus incontournables prévus dans les différents thèmes de chaque cours.

2.3. Exemple de mise en oeuvre d'une activité d'intégration

Ce type de démarche trouvera sa pleine signification, par exemple, dans le cadre de l'examen de qualification où l'élève est amené à utiliser les connaissances et savoir-faire acquis durant deux années pour gérer, dans un laps de temps déterminé, un problème précis et y apporter une réponse argumentée et cohérente.

Ces activités font très souvent appel à des compétences et à des savoirs qui ne relèvent pas uniquement d'une seule et même discipline. En plaçant les élèves face à de telles activités à réaliser, cela doit permettre de développer chez eux :

- l'élaboration d'une méthodologie,
- la mobilisation d'un ensemble de ressources acquises dans des contextes plus disciplinaires,
- l'acquisition de nouveaux savoirs et l'installation de nouvelles compétences,
- le développement d'une plus grande autonomie,
- une réaction pertinente et responsable face à la complexité des réalités.

Ce programme présente ci-dessous un exemple d'une telle activité qui pourrait être mise en oeuvre dans une classe de 6^e année.

Exemple d'activité d'intégration

THEME : DOSAGE DES NITRATES DANS LES LAITUES

Niveau : 6^e année

Tâche

Vérifier, pour le compte d'un organisme de défense des consommateurs, la conformité des laitues du marché en ce qui concerne la teneur en nitrates et mettre en évidence les écarts pouvant exister selon le type de culture (biologique ou intensive, en plein air ou sous abri) et selon les parties consommées (cœur ou feuilles vertes).

Macro-compétence ciblée

1. Dans le cadre d'une séance de travaux pratiques, l'élève réalise une analyse et rédige un rapport conformément aux procédures établies.

Savoirs et savoir-faire ciblés

- Biologie, thème 3 : métabolisme de la cellule
 - assimilation des nitrates par les végétaux
- Biologie, thème 5 : notion de sécurité alimentaire
 - effets des nitrates dans l'alimentation
 - transformation des nitrates en nitrites et cancérogenèse
- Biologie, thème 5 : connaissance des matières premières
 - connaissance des caractéristiques des produits utilisés (en terme de stabilité et de toxicité)
 - identification des échantillons
- Biologie, thème 6 : pression de l'industrie agro-alimentaire sur l'environnement
 - rôles des nitrates dans l'agriculture
 - problèmes posés par l'utilisation massive d'engrais
 - choix personnel ou citoyen d'un type d'alimentation
- Chimie des solutions, thème 4 : notions d'oxydant, de réducteur, d'oxydation et de réduction

Parmi les savoir-faire cités ci-dessous, se retrouvent plusieurs des compétences de type CM liées à la fonction 1 du Profil de formation.

- Travailler avec ordre, précision et soin

- Identifier et appliquer rigoureusement les techniques de conditionnement d'échantillons telles que prévues au mode opératoire
- Appliquer une méthode de dosage titrimétrique
- Comprendre le principe des manipulations effectuées et exécuter les opérations conformément au mode opératoire
- Exploiter les résultats expérimentaux de manière raisonnée et critique en fonction de ce qui est demandé
- Exprimer les valeurs numériques avec le nombre adéquat de chiffres significatifs
- Rédiger un rapport fidèle, précis et structuré dans le respect des consignes données
- Utiliser l'outil informatique

Durée

5 heures (à condition que les solutions prévues pour le titrage soient préparées avant le cours)

Support

- Mode opératoire du titrage (voir annexe 1 au présent programme)
- Adresses Internet pour la recherche des normes

Consignes pour l'élève

- Définition, au niveau de la classe, d'une stratégie afin d'obtenir une analyse fiable et une reproductibilité des résultats quels que soient les opérateurs
- Définition, par groupes de deux, d'une stratégie qui va permettre le recueil des échantillons :
 - critères de choix et questionnements des marchands
 - identification et étiquetage
 - stockage et transport des échantillons
- Descente sur le terrain (idéalement au marché local)
- Travail au laboratoire :
 - prélèvement, pour analyse différenciée, de différentes parties de la salade (cœur, feuilles externes)
 - étalonnage
 - analyse des échantillons
- Analyse des résultats, conclusions et rédaction du rapport demandé

Suggestions pour l'enseignant

- Mettre au point une stratégie commune pour la mise en œuvre suite à une concertation avec la classe.
- Préparer avant le cours les solutions nécessaires à l'analyse pour se donner le maximum de chances d'obtenir des résultats fiables dans un laps de temps limité.

- Veiller à ce que les élèves diversifient les origines de leurs salades en fonction des régions du pays et du type d'agriculture pratiquée (culture intensive ou biologique, en plein air ou sous abri).
- Conseiller, s'il le faut, les élèves pour ce qui concerne l'étiquetage de leurs marchandises. Cet étiquetage devrait indiquer le nom du produit, sa provenance, le mode de culture, la date de récolte, la date de vente, le prix ...
- Répartir les élèves par groupes de deux au laboratoire, chaque groupe ayant en charge l'analyse d'une salade en veillant à ce que les méthodes opératoires et d'analyse soient reproductibles d'un groupe à l'autre (solution étalon commune).
- Mettre à disposition des élèves une solution-étalon afin de pouvoir vérifier la reproductibilité de la méthode.
- Fournir aux élèves des informations techniques concernant la concentration de l'étalon, les équations chimiques (cf. mode opératoire - annexe 1) ou la teneur en nitrates que l'on peut s'attendre à trouver dans les laitues, généralement de l'ordre de 1300 mg/kg de produit frais. Néanmoins, la teneur en nitrate dans les laitues peut varier de 200 à plus de 3000 mg NO₃ / kg matière fraîche pour des taux de fertilisation azotée allant de 0 à 200 kg N / ha.
- Eviter que la partie chimique fasse l'objet d'une recherche trop longue de la part des élèves : les équations chimiques seront fournies, les élèves devant être capables d'utiliser ces équations afin de convertir le volume de titrant en concentration en nitrates. A titre indicatif, l'analyse de 2 g de laitue contenant 1300 mg NO₃/kg requiert environ 40 ml de titrant.
- Demander aux élèves une analyse critique des résultats tant du point de vue chimique (signification des valeurs, unités, fiabilité) que du point de vue biologique (variations selon les parties analysées de la laitue, selon le mode de culture, ...). Un article destiné « aux consommateurs » pourrait être rédigé dans le cadre du cours de français.

2.4. Quelques mots sur l'évaluation

Les démarches d'évaluation sont des composantes essentielles de toute action éducative⁷.

La fonction centrale de l'évaluation devrait être de « MOTIVER » les élèves. L'enjeu est particulièrement important dans l'évaluation des compétences où l'on veut que l'apprenant se mobilise.

Aussi ne peut-on se contenter d'une évaluation certificative qui va produire des informations sur les acquis des apprenants, sur leur degré de maîtrise des objectifs terminaux, en vue d'une certification des acquis. Il nous faut maintenant pratiquer une évaluation réellement formative qui produit des informations sur la progression de l'apprenant, sur ses difficultés, ses acquis partiels, ses lacunes,... en vue d'ajuster les interventions de formation.

⁷ *Caractériser des pratiques d'évaluation des compétences, Léopold Paquay et Xavier Roegiers, Département des sciences de l'éducation, UCL, 1999.*

L'évaluation consiste à apprécier les démarches et productions d'un élève par rapport à ce qu'il est légitime d'attendre de lui, tout en prenant en considération des cheminements différents. Evaluer des compétences suppose de placer l'élève face à une situation nouvelle, du même type que des situations d'apprentissage rencontrées, pour vérifier qu'il est capable d'élaborer une réponse originale en mobilisant les savoirs et savoir-faire qu'il a intégrés en cours d'apprentissage.

Se prononcer sur la validité de la réponse suppose de se référer à un certain nombre de critères et indicateurs afin de vérifier si le seuil d'exigence est atteint. Comme il n'est pas possible de tout évaluer, leur nombre sera forcément limité en fonction des qualités attendues pour un type de production. C'est en fonction des indicateurs rencontrés dans la réponse que le professeur pourra estimer si un critère est rempli.

Un exemple de grille d'évaluation figure à la page suivante.

Si l'évaluation certificative est nécessaire pour valider les apprentissages d'un élève en fin de formation, il s'avère tout aussi nécessaire, en cours de formation, de pratiquer des évaluations formatives afin d'aider les élèves et l'enseignant à se situer par rapport à l'avancement des apprentissages et l'efficacité de l'enseignement.

Une évaluation formative peut se situer dans le cadre de la situation d'apprentissage comme dans le cadre d'une situation nouvelle, voire porter sur de simples connaissances ou démarches en dehors d'un contexte précis.

Grille d'évaluation

Critères	Indicateurs	Evaluation (1-2-3-4)
1. Appropriation		
Les prérequis à utiliser sont clairement identifiés		
2. Investigation		
La stratégie mise au point par la classe est pertinente		
Les normes correctes sont trouvées		
3. Traitement de l'information		
Les consignes sont respectées		
Le travail de laboratoire est mené avec ordre, précision et soin		
Le raisonnement et le calcul sont corrects		
4. Structuration- validation		
Les résultats sont analysés et comparés aux normes		
5. Communication		
Le rapport est soigné		
Le langage est correct		
6. Implication		
L'élève a pris sa place dans les travaux à réaliser		

3. Contenus d'apprentissage

3.1. Dispense du cours de sciences et technologies

Les élèves qui suivent cette option groupée sont dispensés du cours de sciences et technologies de la formation commune. Ce paragraphe apporte la preuve que, grâce aux thèmes abordés dans ce programme, les compétences terminales concernées sont susceptibles d'être maîtrisées par ces élèves.

Les deux tableaux ci-dessous montrent dans quel cours, dans quels thèmes et comment, les notions incontournables impliquées par ces compétences terminales sont susceptibles d'être développées.

<i>Notions incontournables</i>	<i>Cours</i>	<i>Thème</i>	<i>Savoirs particulièrement concernés</i>
Prise de conscience de ses choix (réf. 1.4.)⁸	Biologie	4	Equilibre et hygiène aux niveaux hormonal, sexualité et procréation
	Biologie	5	Génie génétique, bioénergétique, notion de sécurité alimentaire
	Biologie	6	Impacts d'actes quotidiens sur l'environnement
	Physique	1	Sécurité électrique
Modifications des équilibres de l'environnement (notamment cycles de l'eau et du gaz carbonique) (réf. 2.1.)	Biologie	5	Génie génétique (problématique des OGM) Bioénergétique (bio-gaz et biocarburants)
	Biologie	6	Maintien de l'équilibre au sein des écosystèmes (cycles de l'eau et du gaz carbonique)
	Chimie		Règles de sécurité, d'hygiène et de protection de l'environnement
	Physique	3	Ondes et environnement (effet de serre, perturbations électromagnétiques)
Modifications des écosystèmes (réf. 2.1.)	Biologie	5	Epuration des eaux usées
	Biologie	6	Pression de l'industrie agro-alimentaire sur l'environnement
	Chimie	2	Réactions de précipitation intervenant dans le traitement des eaux usées
	Physique	2	Techniques physiques de séparation appliquées pour l'épuration des eaux usées
Respect de l'environnement (réf. 2.1.)	Biologie	5	Bio-gaz et biocarburants
	Biologie	6	Epuration des eaux usées Maintien de l'équilibre au sein des écosystèmes Impact d'actes quotidiens sur l'environnement
	Chimie		Règles de sécurité, d'hygiène et de protection de l'environnement
	Chimie	2	Réactions de précipitation intervenant dans le traitement des eaux usées
	Physique	1	Dépollution des fumées
	Physique	3	Ondes et environnement (effet de serre, perturbations électromagnétiques)
Représentation interdisciplinaire de l'environnement (réf. 2.1.)	Une telle représentation ne peut être atteinte qu'en croisant des points de vue différents abordés dans chacun des cours de ce programme.		

⁸ Cette référence renvoie au document «Compétences terminales et savoirs communs Humanités professionnelles et techniques».

<i>Notions incontournables</i>	<i>Cours</i>	<i>Thème</i>	<i>Savoirs particulièrement concernés</i>
Fonctionnement d'une technologie (réf. 2.2.)	Biologie	5	Technologies des industries agro-alimentaires Génie génétique – bioénergétique Epuration des eaux usées
	Chimie	2	Traitement des eaux usées
	Chimie		Interpréter le diagramme d'un processus de production
	Physique	1	Analyse d'une installation électrique industrielle Circuits de régulation
	Physique	2	Technique du froid Stations d'épuration
Utilisation à bon escient des technologies (réf. 2.2.)	Biologie	5	Génie génétique
	Physique	1	Sécurité électrique Circuits de régulation
	Physique	3	Ondes et environnement (niveau acoustique et nuisances)
	Physique	4	Propriétés et dangers du rayonnement ionisant
Prévention des accidents (réf. 2.2.)	Biologie	4	Equilibre et hygiène aux niveaux nerveux et hormonal
	Chimie		Règles de sécurité, d'hygiène et de protection de l'environnement
	Physique	1	Sécurité électrique (risques corporels et facteurs aggravants)
	Physique	4	Radioprotection Analyse isotopique et fraudes
Participation à un débat de société (réf. 2.2.)	Biologie	4	Génétique humaine (étude de maladies génétiques)
	Biologie	5	Génie génétique (problématique des OGM)
	Physique	3	Ondes et environnement
	Physique	4	Propriétés et dangers du rayonnement ionisant
Représentation interdisciplinaire des développements technologiques (réf. 2.2.)	Une telle représentation ne peut être atteinte qu'en croisant des points de vue différents abordés dans chacun des cours de ce programme.		

3.2. Référentiel professionnel

Les croix qui apparaissent dans ces tableaux indiquent la(les) discipline(s) dans lesquelles les compétences peuvent être exercées. Leur maîtrise sera vérifiée à l'occasion de la mise en œuvre de situations d'intégration telle que celle qui est proposée au § 2.3. Il revient à l'équipe pédagogique chargée des trois cours de l'option de gérer efficacement les compétences ci-dessous de manière à en coordonner la répartition.

Fonction 1 : Effectuer des analyses dans le respect des consignes reçues y compris les normes en vigueur.

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
1.1. Prendre connaissance des modes opératoires.				
1.1.1. Identifier les normes de qualité ISO, HACCP, ... applicables aux différentes filières de production, de transformation des produits.	CM	X	X	X
1.1.2. Appréhender et appliquer les règles de sécurité, d'hygiène et de protection de l'environnement spécifiques aux analyses de contrôle.	CM	X	X	X
1.1.3. Respecter les bonnes pratiques relatives à l'hygiène.	CM	X		
1.1.4. Respecter les bonnes pratiques relatives aux produits.	CM	X	X	X
1.1.5. Identifier et comprendre le mode opératoire adéquat.	CM	X	X	X
1.1.6. Synthétiser et maîtriser le déroulement des opérations.	CM	X	X	X
1.1.7. Comprendre le vocabulaire technique de base en langue anglaise ¹ .	CM	X	X	X
1.2. Préparer les échantillons dans le respect des procédures et des règles d'hygiène:				
<ul style="list-style-type: none"> • prélever ou réceptionner des échantillons, • conditionner des échantillons. 				
1.2.1. Identifier et appliquer rigoureusement les techniques de prélèvement d'échantillons.	CEF	X	X	
1.2.2. Compléter une fiche de prise ou de réception d'échantillons.	CEF	X	X	
1.2.3. Identifier et appliquer rigoureusement les techniques de conditionnement d'échantillons telles que prévues au mode opératoire.	CM	X	X	
Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique

¹ En collaboration avec le cours d'anglais si celui-ci est organisé dans l'établissement.

1.2.4. Etiqueter les échantillons conformément aux normes en vigueur dans l'entreprise.	CM	X	X	
1.2.5. Identifier les modes de conservation des échantillons.	CM	X	X	
1.2.6. Conditionner les échantillons en vue de leur conservation.	CM	X	X	
1.2.7. Identifier les conditions de conservation des échantillons et mettre en œuvre les mesures adéquates.	CM	X	X	
1.3. Préparer les appareillages et réactifs nécessaires: <ul style="list-style-type: none"> réaliser les solutions indispensables aux analyses; conditionner l'appareillage en fonction des analyses à effectuer; étalonner le dispositif d'analyse. 				
1.3.1. Identifier et assimiler les propriétés chimiques, microbiologiques, bactériologiques et physiques des réactifs utilisés.	CM	X	X	X
1.3.2. Maîtriser les principes de base de la chimie analytique, de la microbiologie, de la bactériologie.	CM	X	X	
1.3.3. Maîtriser quelques techniques courantes de chimie analytique, de microbiologie, de bactériologie, de physique instrumentale.	CM	X	X	
1.3.4. Maîtriser les techniques d'étalonnage des appareils utilisés.	CM	X	X	X
1.3.5. Utiliser un ordinateur.	CM	X	X	X
1.3.6. Utiliser une commande d'automate.	CEP	X	X	X
1.3.7. Assurer le suivi des échantillons en cours de conservation.	CEF	X	X	X
1.4. Réaliser les analyses dans le respect des modes opératoires: <ul style="list-style-type: none"> surveiller le déroulement des opérations; détecter toute anomalie et prendre les mesures appropriées. 				
1.4.1. Reconnaître les produits à analyser.	CM	X	X	X

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
1.4.2. Identifier les risques de contamination, d'altérations microbiennes, physiques, chimiques possibles lors des analyses ou lors des étapes de conservation des échantillons et prendre toutes les dispositions pour atténuer ces risques.	CM	X	X	X
1.4.3. Identifier et assimiler les propriétés chimiques, microbiologiques, bactériologiques et physiques des produits à analyser.	CM	X	X	X
1.4.4. <i>Apprécier à la vue, au goût, à l'odorat, au toucher la qualité d'un produit.</i>	CEP	X	X	
1.4.5. Maîtriser les principes de base de : <ul style="list-style-type: none"> • la chimie analytique, • la chimie générale, • la chimie organique, • la microbiologie, • la bactériologie, • la biochimie. 	CM	X X X X	X X X X	
1.4.6. Maîtriser quelques techniques instrumentales d'analyses courantes en: <ul style="list-style-type: none"> • chimie analytique, • microbiologie, • bactériologie, • physique. 	CM	X X	X	X
1.4.7. Identifier les techniques d'analyses manuelles courantes en <ul style="list-style-type: none"> • chimie analytique, • microbiologie, • bactériologie, • physique. 	CM	X X	X	X

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
1.4.8. Maîtriser les techniques d'analyses courantes en <ul style="list-style-type: none"> chimie analytique, microbiologie, bactériologie, physique. 	CM	X X	X	X
1.4.9. Comprendre les principes de base des appareils couramment utilisés en laboratoire de contrôle.	CM	X	X	X
1.4.10. Consulter et comprendre un mode d'emploi en français.	CM	X	X	X
<i>1.4.11. Consulter et comprendre un mode d'emploi en anglais.</i>	CEF	X	X	X
1.4.13. Utiliser un ordinateur.	CM	X	X	X
<i>1.4.14. Utiliser une commande d'automate.</i>	CEP	X	X	X
1.4.15. Lire et comprendre les résultats d'analyse.	CM	X	X	X
1.4.16. Comparer les résultats constatés avec les ordres de grandeur des résultats attendus.	CM	X	X	X
<i>1.4.17. Réagir rapidement et efficacement en présence de tout écart non conforme, dans le respect des procédures en vigueur dans l'entreprise.</i>	CEP	X	X	X
1.5 Etablir les rapports d'analyse et les transmettre au responsable.	CM			
1.5.1. Compléter les documents d'analyse.	CM	X	X	X
1.5.2. Transcrire et interpréter les résultats des analyses.	CM	X	X	X
1.5.3. Traduire les résultats sous forme de graphique.	CM	X	X	X

1.5.4. Rédiger les conclusions en y incluant toute anomalie constatée.	CM	X	X	X
1.5.5. Traduire les résultats d'analyse sous forme opérationnelle.	CEP	X	X	X

Fonction 2 : Développer des actions permettant de maintenir le laboratoire en état opérationnel.

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
2.1. Effectuer des opérations telles que : <ul style="list-style-type: none"> • montage et démontage d'appareils et de dispositifs d'analyse; • nettoyage des appareils; • remplacement de pièces défectueuses; • entretien et maintenance de premier niveau des appareils. 				
2.1.1. Lire et comprendre les consignes d'entretien et de maintenance de 1er niveau.	CM	X	X	X
2.1.2. Appliquer les consignes d'entretien.	CM	X	X	X
2.1.3. Manipuler les produits d'entretien dans le respect des règles d'hygiène, de sécurité et de protection de l'environnement.	CM	X	X	X
2.1.4. Démonter et remonter des appareils.	CM	X	X	X
2.2. Participer à la gestion des approvisionnements en réactifs et en petits matériels.				
2.2.1. <i>Se documenter sur le marché.</i>	CEF CEP	X	X	X
2.2.2. <i>Faire des propositions d'achats.</i>	CEF CEP	X	X	X
2.3. Assurer le suivi de la documentation technique concernant les appareils de laboratoire.				
2.3.1. <i>Recueillir, classer, trier, hiérarchiser de la documentation.</i>	CEF CEP	X	X	X

Fonction 3 : Participer à la conduite d'un procédé de production dans le respect des consignes reçues y compris les normes en vigueur.

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
3.1. Surveiller le bon déroulement des opérations.				
<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer les procédures de surveillance établies dans le respect des règles d'hygiène, de sécurité et de protection de l'environnement. • Surveiller les paramètres de production (température, pression, pH, volume ...) • Relever des données et les enregistrer selon les procédures prévues 				
3.1.1. Identifier les normes de qualité ISO, HACCP, ... applicables aux différentes filières de production, de transformation des produits.	CM	X	X	X
3.1.2. Comprendre l'intérêt de l'application de ces normes.	CM	X	X	X
3.1.3. Décrire les principes des opérations unitaires suivantes:	CM	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • séparation, décantation, centrifugation, filtration, broyage, malaxage; • stabilisation par le froid, par déshydratation, par addition de produits, par fermentation, par procédés divers ... 				
3.1.4. Appréhender les règles de sécurité, d'hygiène et de protection de l'environnement spécifiques à la fonction.	CEP		X	X
3.1.5. Appliquer les règles de sécurité, d'hygiène et de protection de l'environnement.	CEP	X	X	X
3.1.6. Respecter les bonnes pratiques relatives à l'hygiène.	CEP	X	X	X
3.1.7. Respecter les bonnes pratiques relatives à la qualité des produits.	CEP	X	X	X
3.1.8. Identifier les risques de contamination, d'altérations microbiennes, physiques, chimiques encourus à chacune des étapes de la production compte tenu des matières utilisées.	CEP	X	X	X
3.1.9. Apprécier à la vue, au goût, à l'odorat, au toucher, la qualité d'un produit en cours de transformation.	CEP	X	X	
3.1.10. Identifier les procédures de surveillance de la production.	CEP	X	X	X

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
3.1.11.. Comprendre et appliquer ces procédures.	CEP	X	X	X
3.1.12. Comprendre les principes de fonctionnement des appareils de contrôle et de mesure utilisés.	CEP	X	X	X
3.1.13. Comprendre le sens des mesures effectuées.	CEP	X	X	X
3.1.14. Utiliser un ordinateur de contrôle.	CEF CEP	X	X	X
3.1.15. Transcrire des relevés de mesures.	CEF CEP	X	X	X
3.1.16. Comparer les résultats des mesures avec les normes établies et réagir en fonction des procédures en cours dans l'entreprise	CEF CEP	X	X	X
3.2. Prélever des échantillons dans le respect des procédures et des règles d'hygiène. Procéder à des tests de contrôle de qualité sur place suivant les procédures préétablies: <ul style="list-style-type: none"> transmettre éventuellement les échantillons au laboratoire pour analyse; réagir en cas de dysfonctionnement. 				
3.2.1. Identifier les techniques de prélèvement d'échantillons ainsi que les procédures de transfert des échantillons.	CM	X	X	
3.2.2. Appliquer rigoureusement les techniques de prélèvement et de transfert d'échantillons ainsi que les règles d'hygiène prévues.	CEF CEP	X	X	
3.2.3. Compléter une fiche de prise d'échantillons.	CEF CEP	X	X	
3.2.4. Identifier les techniques d'analyses qualitatives simples des produits (chimiques, microbiennes, bactériologiques, physiques).	CM	X	X	X

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
3.2.5. Maîtriser les pratiques de tests qualitatifs simples effectués sur place (chimiques, microbiennes, bactériologiques, physiques).	CM	X	X	X
3.2.6. Comparer les résultats des tests avec les normes établies et en fonction des écarts constatés.	CM	X	X	X
3.2.7. Compléter une feuille d'analyse.	CM	X	X	X
3.2.8. Réagir conformément aux procédures en vigueur dans l'entreprise.	CEF	X	X	X
3.3. Ajuster les paramètres de production conformément aux procédures prévues.				
3.3.1. Comprendre les opérations de base et la chronologie des étapes de transformation, de conservation et de conditionnement des produits.	CEP	X	X	X
3.3.2. Comprendre le fonctionnement des équipements de base spécifiques à la filière de transformation, de conservation et de conditionnement des produits du génie industriel: <ul style="list-style-type: none"> • sources d'énergie, • production du froid, • échanges thermiques, • transfert des fluides. 	CM			X
3.3.3. Identifier les différents traitements des rejets <ul style="list-style-type: none"> • épuration physique, biologique, décantation, filtration, oxydation, ..., • principes de fonctionnement des stations d'épuration. 	CM	X	X	X
3.3.4. Reconnaître les différents produits finis et les matières utilisées dans la filière de transformation.	CM	X	X	X
3.3.5. Appréhender les technologies traditionnelles et nouvelles de transformation, de conservation et de conditionnement des produits.	CM	X	X	X

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
<i>3.3.6. Identifier et assimiler les comportements, chimiques, biologiques et physiques, des matières mises en œuvre dans le procédé de production y compris les étapes de la conservation des produits.</i>	CEP	X	X	X
<i>3.3.7. Lire, comprendre et appliquer les procédures d'intervention.</i>	CEP	X	X	X
<i>3.3.8. Identifier, pour chaque équipement, les paramètres à ajuster et comprendre l'intérêt de cet ajustement sur les finalités de la production.</i>	CEP	X	X	X
<i>3.3.9. Effectuer les ajustements dans le respect des procédures.</i>	CEP	X	X	X
<i>3.3.10. Lire un tableau de commande d'un automate.</i>	CEP		X	X
<i>3.3.11. Utiliser un ordinateur de contrôle, une commande d'automate.</i>	CEP		X	X
<i>3.3.12. Etre conscient des conséquences de toutes les interventions à effectuer .</i>	CEP	X	X	X
<i>3.3.13. Comprendre les conséquences des manœuvres effectuées pour la qualité de la production.</i>	CEP	X	X	X
<i>3.3.14. Réagir immédiatement en présence de toute "non-conformité" d'un résultat de contrôle.</i>	CEP	X	X	X

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
3.4. Détecter toute anomalie de fonctionnement et le signaler au responsable de production.				
3.4.1. Communiquer, oralement ou par écrit, un rapport d'anomalie.	CEF CEP	X	X	X
3.4.2. Déceler toute anomalie par le contrôle, l'analyse, la vue, l'odorat, l'ouïe, le toucher.	CEF CEP	X	X	X
3.4.3. Interpréter des signaux d'anomalie sur l'ensemble des installations conduites.	CEF CEP	X	X	X
3.4.4. Réagir rapidement et d'une manière appropriée face à un dysfonctionnement selon les consignes de l'entreprise.	CEF CEP	X	X	X
3.5. Assurer l'apport ou l'enlèvement de matières premières ou de produits conformément aux procédures prévues (opérations manuelles ou à commandes automatisées).				
3.5.1. Repérer les circuits d'alimentation des composants (pompes, vannes, tuyauteries, ...).	CEP			X
3.5.2. Lire, comprendre et appliquer une procédure d'intervention. <ul style="list-style-type: none"> • manuelle, • automatisée. 	CEP			X
3.5.3. Reconnaître les produits d'apports.	CEP	X	X	X
3.5.4. Respecter les gestes d'hygiène et de manipulation des produits.	CEP	X	X	
3.6. Rédiger les rapports de garde indiquant les données de production, les résultats des analyses, les dysfonctionnements constatés et les interventions effectuées.				
3.6.1. Compléter les documents de travail prévus par les procédures.	CEP	X	X	X

Fonction 4 : Effectuer les opérations d'entretien prédictives, préventives et de maintenance de 1er niveau sur l'installation et participer notamment aux interventions d'ordre électrique, mécanique, ...

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
4.1. Effectuer les opérations telles que : <ul style="list-style-type: none"> • nettoyage du poste de travail, • nettoyage et entretien de conduites, parois, réacteurs, ..., • nettoyage et remplacement de joints, filtres, pièces, ..., • graissage et lubrification des pièces en mouvement, dans le respect des règles d'hygiène et de sécurité.				
4.1.1. Lire et comprendre les consignes d'entretien et de maintenance de 1er niveau.	CM	X	X	X
4.1.2. Identifier les produits de nettoyage. ou de désinfection dans le respect des consignes d'utilisation.	CM	X	X	X
4.1.3. Appliquer les consignes d'entretien.	CM	X	X	X
4.1.4. Utiliser les produits de nettoyage. ou de désinfection dans le respect des consignes d'utilisation.	CEP	X	X	X
4.1.5. Manipuler les produits d'entretien dans le respect des consignes d'utilisation.	CEP	X	X	X
4.1.6. Démonter et remonter des pièces (joints, filtres, ...) suivant des procédures définies.	CEP			X
4.2. Collaborer à l'établissement d'un diagnostic avec le personnel de maintenance.				
4.2.1 Comprendre le rôle des dispositifs électriques, mécaniques, ... intégrés dans les installations.	CEP			X
4.2.2. Identifier les conséquences d'un dysfonctionnement d'origine électrique, mécanique, sur le fonctionnement des installations.	CEP			X
4.3. Participer aux interventions du personnel de maintenance suivant leurs instructions.				
4.3.1. Démonter, remonter des dispositifs électriques, mécaniques, ...	CEP			X
4.3.2. Travailler en équipe.	CEP	X	X	X

Fonction 5 : S'intégrer dans la vie professionnelle

Compétences	CL	Biologie	Chimie	Physique
5.1. S'intégrer dans la vie professionnelle.				
5.1.1. Identifier ses responsabilités, devoirs et droits comme travailleur.	CEF CEP	X	X	X
5.1.2. Appréhender les contraintes du métier.	CEF CEP	X	X	X
5.1.3. Respecter les mesures d'hygiène personnelle.	CEF CEP	X	X	X
5.1.4. Raisonner d'une façon logique face à une situation problématique.	CEF CEP	X	X	X
5.1.5. Développer de bonnes attitudes à l'égard du changement.	CEF CEP	X	X	X
5.1.6. Accroître ses compétences, s'informer, se documenter.	CEF CEP	X	X	X
5.1.7. Développer son autonomie, son sens des responsabilités, sa motivation.	CEF CEP	X	X	X
5.1.8. Travailler avec soin et précision.	CEF CEP	X	X	X
5.1.5. Travailler en équipe.	CEF CEP	X	X	X
5.1.10. Être sensible à la culture d'entreprise.	CEF CEP	X	X	X
5.1.11. Cultiver ses capacités de communication.	CEF CEP	X	X	X
5.1.12. Organiser son travail.	CEF CEP	X	X	X
5.1.13. Gérer efficacement son temps.	CEF CEP	X	X	X

3.3. Référentiel des savoirs associés

3.3.1. Biologie

"Dans le cadre de chaque situation choisie pour développer un thème, il revient au professeur de définir la macro-compétence ainsi que les ressources visées. Par celles-ci, il faut comprendre aussi bien les contenus disciplinaires que les compétences à maîtriser du Profil de Formation."

THEME 1 INTRODUCTION GENERALE A L'ETUDE DES VIVANTS

Exemples de questionnements

- Comment différencier le vivant du non-vivant ?
- De quoi est fait le vivant, comment est-il structuré ?
- Comment évaluer la biodiversité d'un milieu, comment la préserver ?
- Comment classe-t-on les vivants, aujourd'hui ? Comment a-t-on procédé dans le passé ?
- D'où venons-nous ?
- En quoi peut-on dire que le Soleil est à la base de toute vie sur Terre ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Caractéristiques des vivants<ul style="list-style-type: none">• Métabolismes (autotrophie, hétérotrophie ...)• Adaptations• Reproduction• Niveaux d'organisation• ...• Classification des vivants à travers l'évolution	<ul style="list-style-type: none">• Elevage de drosophiles ...• Culture (in vitro ou non) de chicons, de champignons ...• Mise en évidence des adaptations de certains vivants à leur milieu • Place de l'espèce humaine dans l'histoire évolutive des vivants• Evolution des classifications en fonction des progrès techniques• Identification d'organismes en utilisant des clés dichotomiques

Exemples de situations

- Sur base d'un inventaire des vivants d'un milieu (mare, rivière, zone de marées,...), établir un rapport à transmettre aux autorités communales sur l'état biotique du milieu.
- Etablir une clé de détermination simplifiée à l'usage de plus jeunes et l'utiliser avec eux.
- ...

THEME 2 MICROBIOLOGIE

Exemples de questionnements

- Comment mettre en évidence la qualité bactériologique d'une denrée alimentaire ?
- Comment vérifier si une denrée alimentaire répond aux critères sanitaires ?
- Pourquoi faut-il très fréquemment se laver les mains si on prépare des produits alimentaires ?
- Que faut-il penser de tous ces produits « super hygiène » (antibactériens) apparus ces derniers temps dans le commerce ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Observation et élaboration de modèles cellulaires (procaryotes et eucaryotes)• Panorama du monde des micro-organismes • Techniques de microscopie<ul style="list-style-type: none">• optimisation de l'usage d'instruments d'optique• préparation d'échantillons, de frottis ...• examen à l'état frais ou après coloration• Croissance, métabolisme et physiologie<ul style="list-style-type: none">• préparation d'un milieu de culture• prélèvement, culture et isolement des germes• Contrôle du développement des germes dans le cadre de l'application de la méthode HACCP pour le respect des normes ISO<ul style="list-style-type: none">• numération de micro-organismes• techniques de désinfection et de stérilisation	<ul style="list-style-type: none">• Cellules bactériennes, moisissures, levures ...• Présentation de micro-organismes rencontrés dans le domaine agro-alimentaire • Interprétation d'images obtenues en microscopie photonique ou électronique • Utilisation de milieux sélectifs• Etude de la croissance d'une population et des facteurs qui l'influencent • Antibiogrammes

Exemples de situations

- A l'aide d'un antibiogramme, réaliser une synthèse sur les propriétés antibiotiques de quelques produits végétaux d'usage courant et faire le lien avec l'histoire de la découverte des antibiotiques.
- Analyser la qualité bactériologique d'une denrée alimentaire et comparer aux critères en vigueur.
- Analyser la qualité bactériologique d'une eau et proposer des solutions pour l'améliorer.
- Déterminer, après une visite d'entreprise, des points critiques dans une chaîne de production-transformation du domaine agro-alimentaire.
- Choisir et justifier l'utilisation d'un milieu de culture en fonction du but recherché (sélection, identification ...).
- ...

THEME 3 FONCTIONNEMENT CELLULAIRE (PROCARYOTE, EUCARYOTE)

Exemples de questionnements

- Comment stockons-nous l'énergie liée au fonctionnement de notre organisme et pourquoi ?
- Pourquoi l'énergie liée au fonctionnement des organismes est-elle stockée, dans le monde animal, sous forme de sucres, mais plus encore sous forme de graisses ?
- Que faut-il penser des compléments alimentaires proposés actuellement (dans les salles de sport, les pharmacies, les grandes surfaces ...) ?
- Que penser des greffes de cellules ou d'organes de porc chez l'Homme ?
- Pourquoi les scientifiques s'intéressent-ils aux cellules souches ?
- A-t-on vraiment identifié les causes du vieillissement cellulaire ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Structures et fonctions des macromolécules (glucides, protides, lipides et acides nucléiques)• Multiplication et division cellulaire• Métabolisme de la cellule : échanges de matière, d'énergie et d'information	<ul style="list-style-type: none">• Etude et cinétique des réactions enzymatiques• Dosage des constituants d'un aliment, d'un additif ...• Observation de la mitose et de la méiose (sur préparations, sur photos ...)• Etude de phénomènes tels qu'osmose, turgescence, dialyse, transport actif ...

Exemples de situations

- Réaliser une production de glucose à partir de l'hydrolyse d'amidon et réaliser une étude économique de ce procédé par rapport au procédé industriel de fabrication de sucre de betteraves.
- Proposer des modifications au régime alimentaire d'une vache en fonction des résultats du dosage des graisses dans le lait qu'elle produit.
- Déterminer le prix à payer à un producteur sur base d'un dosage de la matière grasse du lait de ses vaches.
- Déterminer certaines qualités d'un vin en fonction des résultats de dosages effectués (sulfite ...).
- Réfléchir aux conséquences biologiques possibles d'une accumulation d'acides aminés après s'être rendu compte de la quantité d'acides aminés contenus dans un complément alimentaire destiné aux sportifs.
- ...

THEME 4 BIOLOGIE HUMAINE

Exemples de questionnements

- Quelles distinctions faire entre tumeur bénigne, tumeur maligne, cancer ou métastase ?
- Qu'est-ce que le dopage ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Equilibre et hygiène au niveau nerveux• Equilibre et hygiène au niveau hormonal• Equilibre et hygiène au niveau immunitaire• Equilibre et hygiène aux niveaux sexualité et procréation• Génétique humaine<ul style="list-style-type: none">• étude de quelques maladies génétiques et de leur mode de transmission• influence du milieu	<ul style="list-style-type: none">• Effets des substances psychotropes sur le système nerveux et mécanismes d'accoutumance• Etude de déséquilibres hormonaux (par exemple, le diabète) et de leur régulation• Sensibilisation aux dons du sang• Identification des éléments figurés du sang• Prévention des MST• Mécanismes hormonaux liés à la procréation• Examen de la variabilité d'une population par une étude de biométrie

Exemples de situations

- Interpréter une analyse sanguine de base en explicitant le rôle des principaux constituants.
- Dans le cadre d'une réunion d'information sur les drogues, réaliser, à propos du cannabis, une fiche qui explicite les effets de cette substance sur le système nerveux et les conséquences éventuelles de ces effets.
- ...

THEME 5 BIOTECHNOLOGIES ET BIO-INDUSTRIES

Exemples de questionnements

- Comment a-t-il été possible de cloner Dolly ?
- Que penser du clonage thérapeutique ?
- Quelle sera la place du bio-gaz et des biocarburants parmi les énergies renouvelables ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none"> • Génie génétique • Génie enzymatique • Bioénergétique • Epuración • Technologies des industries agro-alimentaires <ul style="list-style-type: none"> • principes généraux de l'hygiène et du nettoyage en vue d'obtenir un produit de qualité • connaissance des matières premières, des process et des produits finis • notion de sécurité alimentaire (traçabilité) • techniques de préparation, de transformation et de conservation • initiation aux principes de base de la méthode HACCP 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolement et préparation de l'ADN • Problématique des OGM • Activité enzymatique, immobilisation d'enzymes et réacteurs industriels • Applications du génie enzymatique dans les domaines de l'agro-alimentaire, de la chimie analytique,... • Bio-gaz et biocarburants • Visite d'une station d'épuration ou de traitement des eaux usées, d'une usine de production d'eau potable • Visite des égouts d'une ville • Les moyens physiques et chimiques d'hygiène • Les mesures de nettoyage à prendre dans un atelier • Identification des types et des rôles des matières premières utilisées en pâtisserie • Identification des qualités attendues d'un produit fini • Connaissance des 7 principes de la méthode HACCP

Exemples de situations

- Identifier et expliquer les différentes étapes de production (industrielle ou non, bio ou non) à partir d'un substrat végétal, animal ou autre faisant intervenir du vivant.
- Lors d'une visite d'entreprise, rédiger un rapport qui identifie des points critiques dans une chaîne de production en appliquant les principes de base de la méthode HACCP.
- Réaliser une affiche à disposer à l'entrée du laboratoire qui rappelle les principales mesures d'hygiène à respecter dans le cadre de l'industrie agro-alimentaire.
- Rédiger une fiche de conseil destinée à préparer de jeunes opérateurs de production au respect d'une éthique propre à l'industrie agro-alimentaire.
- Rassembler des informations permettant la fabrication de ... et fabriquer un fromage, un cidre, une confiture.
- ...

THEME 6 ENVIRONNEMENT

Exemples de questionnements

- Pourquoi le problème de la pollution par des déchets organiques (par exemple par des lisiers de porc) est-il si important ?
- Comment recycle-t-on le verre, les machines ... ?
- Comment reconnaître des plastiques biodégradables ?
- Quelles solutions proposer pour le recyclage des déchets ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Maintien de l'équilibre au sein des écosystèmes• Impact d'actes quotidiens sur l'environnement• Pression de l'industrie agro-alimentaire sur l'environnement	<ul style="list-style-type: none">• Problématique du réchauffement de l'atmosphère• Problèmes posés par l'utilisation massive d'engrais et de pesticides• Epuration des eaux usées• Choix des produits de détergence

Exemples de situations

- Réaliser, pour une entreprise visitée, une charte du respect de la qualité de l'air après avoir identifié les sources possibles de CO₂ et imaginer des moyens pour en réduire l'émission.
- Créer un poster montrant comment l'activité humaine modifie la concentration en ozone troposphérique et stratosphérique.
- Proposer des mesures concrètes d'enrichissement biologique d'une zone agricole proche de l'école.
- Construire un modèle réduit d'une station d'épuration d'eau ou de contrôle de la qualité de l'eau.
- Elaborer, pour une entreprise visitée, un document identifiant les besoins en eau tant au point de vue qualitatif que quantitatif. Ce document devrait proposer des moyens pour améliorer l'écologie de l'eau dans l'entreprise.
- Réaliser une brochure destinée au grand public qui justifie, sur base d'un exemple concret, les espoirs que l'on peut placer dans la lutte biologique contre les parasites.
- Dans le cadre d'une réflexion sur la gestion des déchets, mener une série de tests sur la biodégradabilité de différents matériaux (filtre à café, plastique, métal ...) et observer leur évolution quand ils sont enfermés dans une boîte de Petri remplie de terre humide.
- ...

3.3.2. Chimie

"Dans le cadre de chaque situation choisie pour développer un thème, il revient au professeur de définir la macro-compétence ainsi que les ressources visées. Par celles-ci, il faut comprendre aussi bien les contenus disciplinaires que les compétences à maîtriser du Profil de Formation."

1^e Partie Chimie générale

THEME 1 STRUCTURE DE LA MATIERE ET REACTIONS CHIMIQUES

Révision des principales notions abordées au 2^e degré

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Notions d'atome, de molécule, d'ion et de liaison• Notions de mole, de masse et de volume molaires• Expression de la concentration en mol/l et en g/l • Equation chimique et stœchiométrie	<ul style="list-style-type: none">• Relations propriétés-structure• Expression de la concentration en % (massique et volumétrique), en degrés ...• Notions d'équivalent et de normalité• Préparation d'une solution de concentration donnée• Notions de standard primaire et secondaire• Notion de rendement

Exemples de situations

- Doser l'hydrogénocarbonate dans une poudre à laver.
- Standardiser une solution de NaOH et l'utiliser pour doser l'acide acétique dans le vinaigre.
- Doser une solution de sulfate de cuivre ou de permanganate de potassium par colorimétrie.
- ...

THEME 2 THERMODYNAMIQUE

Exemples de questionnements

- Qu'est-ce que la valeur énergétique d'un aliment ? Comment la déterminer ?
- Quel est le principe d'une boîte de repas auto-chauffante ?
- Pourquoi le glucose ne se forme-t-il pas spontanément à partir de dioxyde de carbone et d'eau ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Notions d'enthalpie et d'entropie• Calorimétrie et loi de Hess • Critères d'évolution des réactions	<ul style="list-style-type: none">• Enthalpie de formation, enthalpie de combustion, énergie de liaison• Energie et bio-énergie

Exemples de situations

- Fabriquer un calorimètre, déterminer sa capacité calorifique, déterminer expérimentalement le ΔH d'une réaction et confronter le résultat obtenu avec la valeur calculée.
- ...

THEME 3 EQUILIBRES CHIMIQUES

Exemples de questionnements

- Pourquoi y a-t-il effervescence lorsqu'on ouvre une bouteille d'eau pétillante ?
- Pourquoi rajoute-t-on du sel régénérant dans un lave-vaisselle ?
- Comment fonctionne un adoucisseur d'eau ?
- Comment améliorer le rendement d'une réaction ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Notion d'équilibre chimique• Loi de Guldberg et Waage• Facteurs influençant l'état d'équilibre chimique (principe de Le Chatelier)	<ul style="list-style-type: none">• Résolution de problèmes permettant de déterminer le K_c ou les concentrations à l'équilibre• Recherche des conditions optimales d'une réaction

Exemples de situations

- Etablir expérimentalement la valeur de la constante d'équilibre d'une réaction d'estérification.
- Déterminer le coefficient de partage de l'acide acétique entre une phase étherée et une phase aqueuse.
- ...

THEME 4 CINETIQUE CHIMIQUE

Exemples de questionnements

- Pourquoi conserver les aliments dans un réfrigérateur ?
- Pourquoi les aliments cuisent-ils plus rapidement dans une casserole à pression ?
- Comment expliquer que certaines réactions biochimiques ne se produisent qu'en présence d'enzymes spécifiques ?
- Pourquoi le propane d'un briquet ne s'enflamme-t-il qu'en présence d'une étincelle ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Notions de vitesse moyenne et de vitesse instantanée• Facteurs influençant la vitesse de réaction• Théorie des collisions et du complexe active	<ul style="list-style-type: none">• Action des enzymes• Stabilité chimique des aliments

Exemples de situations

- Suivre une cinétique par colorimétrie.
- Mettre en évidence l'action de différents paramètres (catalyseur, température, surface de contact, concentration des réactifs...) sur la vitesse de réaction.
- ...

2^e Partie Chimie organique

Exemples de questionnements

- Qu'est-ce que la pétrochimie ?
- Comment fabriquer un arôme artificiel ?
- Qu'est-ce qu'une graisse saturée ? Qu'est-ce qu'une graisse insaturée ?
- Comment fabrique-t-on de la margarine ?
- Pourquoi faut-il ajouter un jaune d'œuf pour faire une mayonnaise ?
- Comment agit un savon ?
- Que signifient les sigles indiqués sur les matières plastiques ?
- Quels plastiques peuvent être utilisés pour l'emballage de produits alimentaires ?
- Quelles différences y a-t-il entre le sac plastique du rayon légumes et le sac plastique à la sortie du supermarché ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Principales fonctions et nomenclature• Notion d'isomérisation• Relations propriétés – structures • Réactivité de composés organiques (substitution, élimination, addition, polymérisation)• Approche de l'identification des molécules par spectroscopie	<ul style="list-style-type: none">• Etude des additifs alimentaires : colorants, arômes, édulcorants, émulsifiants, gélifiants, antioxydants ...• Action des savons et des détergents• Etude de quelques mécanismes de réactions• Spectroscopie IR, UV, visible, RMN ...

Exemples de situations

- Synthétiser plusieurs arômes différents et les comparer à ceux que l'on peut trouver dans les produits agro-alimentaires.
- Déterminer le degré d'insaturation d'une matière grasse (indice d'iode).
- Titrer les acides gras libres dans une matière grasse (indice d'acide).
- Estimer la longueur des chaînes dans une matière grasse (indice de saponification).
- Distiller une boisson alcoolisée et déterminer son degré alcoolique.
- Extraire et doser la caféine dans une boisson.
- ...

3^e Partie Chimie des solutions

THEME 1 ACIDES – BASES

Exemples de questionnements

- Quels sont les acides présents dans les produits couramment utilisés ? Quelles sont les bases présentes dans les produits couramment utilisés ?
- Pourquoi les préparations à base de chou rouge changent-elles de couleur quand on ajoute du vinaigre ?
- Quel est le principe d'une substance antiacide utilisée pour lutter contre les aigreurs d'estomac ?
- Pourquoi le pH du sang est-il toujours plus ou moins constant ?
- Pourquoi un savon pour la peau doit-il être à un pH neutre ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Réaction de transfert de protons (théorie de Brønsted)• Force des acides et des bases• Produit ionique de l'eau• Notion de pH• Principes de fonctionnement des indicateurs acide-base• Solution tampon	<ul style="list-style-type: none">• Table des pK_a• Contrôle du pH de différentes boissons• Détermination du point équivalent lors des titrages• Courbes de titrage• Importance de l'effet tampon du sang, du lait ...

Exemples de situations

- Confronter l'allure d'une courbe expérimentale de titrage (pH en fonction du volume du titrant) à la courbe théorique obtenue à l'aide des formules de calcul du pH. Choisir un indicateur approprié pour le titrage.
- Réaliser une solution tampon de pH déterminé après consultation des tables.
- Montrer expérimentalement que le lait possède un effet tampon et indiquer en quoi cette propriété est favorable au développement des vivants.
- Déterminer l'alcalinité d'une eau potable.
- Doser les tartrates dans le vin.
- Réaliser une chromatographie des acides du vin.
- ...

THEME 2 DISSOLUTION - PRECIPITATION

Exemples de questionnements

- Comment obtenir du sucre cristallisé ?
- Comment se forment les stalactites ou les stalagmites ?
- Quelle est l'utilité de faire passer du vinaigre dans le percolateur ?
- Pourquoi y a-t-il formation de tartre sur les résistances chauffantes ?
- Quelle est l'utilité des sels de bain ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Notions de solubilité et de produit de solubilité• Réaction de précipitation• Déplacement de l'équilibre de précipitation	<ul style="list-style-type: none">• Traitement des eaux usées

Exemples de situations

- Doser les ions chlorures dans les eaux, dans le lait et ses dérivés (méthode de Mohr, Volhard et Fajans).
- Séparer les ions constituant un mélange par précipitation sélective.
- ...

THEME 3 COMPLEXATION

Exemples de questionnements

- Comment fonctionnent les adoucisseurs dans les produits lessiviels ?
- Quel est le principe d'un anticoagulant ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Agents complexants• Constante de dissociation• Réaction de complexation	<ul style="list-style-type: none">• Dissolution d'un précipité par addition d'un agent complexant• Principe de fonctionnement d'un indicateur complexométrique

Exemples de situations

- Déterminer la dureté de l'eau.
- Prévoir la formation préférentielle d'un complexant sur base de la connaissance des constantes de dissociation.
- Doser l'élément fer dans un vin blanc.
- ...

THEME 4 OXYDO-REDUCTION

Exemples de questionnements

- Qu'est-ce qu'un antioxydant ?
- Qu'est-ce que la rouille ?
- Pourquoi n'utilise-t-on plus de casseroles en aluminium ?
- Pourquoi ajoute-t-on du jus de citron sur un fruit fraîchement coupé ?
- Qu'est-ce qu'un acier inoxydable ?
- Pourquoi les piles alcalines ont une durée de vie plus longue que les piles ordinaires ?
- Que se passe-t-il lors de la charge et de la décharge des piles du GSM ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none">• Notion de nombre d'oxydation• Notions d'oxydant, de réducteur, d'oxydation et de réduction• Ecriture de réactions d'oxydo-réduction• Notion de potentiel de réduction• Fonctionnement d'une pile• Notion d'électrolyse	<ul style="list-style-type: none">• Oxydation de la vitamine C• Etude de quelques piles• Etude du phénomène de corrosion

Exemples de situations

- Réaliser une recherche sur les revêtements des boîtes de conserves destinées à l'industrie agro-alimentaire et sur les conditions d'hygiène à respecter.
- Doser la vitamine C dans un jus de fruit. (indiquer des buts ...)
- Doser le sulfite du vin, l'alcool de la bière.
- Doser l'oxygène dissous dans l'eau.

PROPOSITIONS DE SEANCES DE LABORATOIRE

Méthodes de séparation : extraction, distillation, chromatographie, cristallisation, filtration

...

Méthodes	Propositions ⁹
• Extraction	• Extraction du limonène • Extraction de la pectine des pommes
• Distillation	• Distillation de l'alcool d'une boisson alcoolisée
• Chromatographie	• Chromatographie des pigments du paprika
• Cristallisation, filtration	• Synthèse de l'aspirine et purification

Méthodes de dosage : titrage acide – base, titrage rédox, titrage par précipitation, titrage complexométrique, titrage potentiométrique, titrage conductimétrique, spectrophotométrie

...

Méthodes	Propositions ¹
• Titrage acide-base	• Dosage d'un acide dans une boisson (le lait, par exemple) par deux méthodes différentes • Dosage des hydrogénocarbonates dans l'eau potable par titrage avec du chlorure d'hydrogène
• Titrage rédox	• Dosage du SO ₂ dans le vin blanc par iodométrie
• Titrage par précipitation	• Titrage des ions chlorures dans le lait
• Titrage complexométrique	• Détermination de la dureté totale (Ca ⁺⁺ et Mg ⁺⁺) d'une eau
• Titrage potentiométrique	• Dosage de l'acide phosphorique dans une boisson au cola
• Titrage conductimétrique	• Dosage de l'acide acétique dans le vinaigre
• Spectrophotométrie	• Dosage du fer dans un vin blanc

⁹ Les manipulations citées ci-dessous ne sont pas obligatoires ; d'autres peuvent être réalisées pourvu que les méthodes indiquées soient abordées.

Méthodes d'identification : chromatographie, point de fusion, électrophorèse ...

Méthodes	Propositions ²
• Chromatographie	• Chromatographie des colorants alimentaires
• Point de fusion	• Vérification du point de fusion de l'aspirine synthétisée
• Electrophorèse	• Electrophorèse des acides aminés

Méthode de production

Interpréter le diagramme d'un processus de production dans une installation industrielle (P.F.D.³).

² Les manipulations citées ci-dessous ne sont pas obligatoires ; d'autres peuvent être réalisées pourvu que les méthodes indiquées soient abordées.

³ Process and Flow Diagram

3.3.3. Physique

"Dans le cadre de chaque situation choisie pour développer un thème, il revient au professeur de définir la macro-compétence ainsi que les ressources visées. Par celles-ci, il faut comprendre aussi bien les contenus disciplinaires que les compétences à maîtriser du Profil de Formation."

THEME 1 ELECTRICITE

Exemples de questionnements

- Que signifient les indications sur les appareils électriques : 220V – 1000W... ?
- Comment une installation électrique domestique ou industrielle est-elle sécurisée ?
- Comment, grâce à l'électricité, peut-on mesurer et réguler une température, une pression, un débit, un niveau de liquide ... ?
- Les freins magnétiques : comment ça marche ?
- Comment connecter un moteur triphasé ?
- Comment fonctionnent les supports magnétiques pour le stockage des données (carte magnétique, disque dur ...) ?
- Quels sont les risques présentés lorsqu'un moteur « force » ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none"> • Electrocinétique <ul style="list-style-type: none"> • différence de potentiel, résistance et intensité du courant électrique : loi d'Ohm • lois de Pouillet et de Kirchhoff • énergie et puissances électriques • sécurité électrique • Electrostatique <ul style="list-style-type: none"> • charges et électrisation • loi de Coulomb • vecteur champ électrique 	<ul style="list-style-type: none"> • Etude de la consommation de différents récepteurs électriques (ampoules à incandescence, appareils de chauffage, moteurs ...) • Conductivité de solutions, supraconducteurs • Shunts • Rendements • Analyse d'une facture d'électricité • Disjoncteur, différentiel, équipotentielle, « masse », « terre » et schéma d'une installation conforme • Risques corporels et facteurs aggravants • Electrisation d'objets (fluides, courroies, personnel en mouvement ...) • Dépollution des fumées • Pouvoir des pointes , arc électrique, sécurité des personnes et des équipements • Electrophorèse • Canon à électrons

<ul style="list-style-type: none"> • notion de condensateur • Electromagnétisme <ul style="list-style-type: none"> • notion d'aimant • Vecteur champ magnétique, lignes de champ et spectres magnétiques • champ magnétique créé par un courant (fil, bobines) • champ d'induction magnétique • force exercée sur un conducteur parcouru par un courant • force exercée sur une charge en mouvement • flux d'induction magnétique • Courants alternatifs <ul style="list-style-type: none"> • caractéristiques d'une grandeur sinusoïdale • valeurs efficaces et puissance • courant induit (loi de Faraday-Lenz) • production d'un courant alternatif : alternateur • transformateur • courants de Foucault • installation en triphasé • Eléments d'électronique (diode, transistor ...) • Capteurs et régulation <ul style="list-style-type: none"> • capteurs (pression, température, débit, présence, niveau ...) • circuits de régulation 	<ul style="list-style-type: none"> • Charge, décharge, stockage d'énergie • Associations de condensateurs, condensateur variable • Domaines magnétiques • Agitateurs magnétiques • Ecran magnétique • Corps dia-, para- ou ferromagnétiques • Relais, électrovanne, électromécanisme • Moteur, galvanomètre, balance électronique • Spectroscopie de masse, cyclotron, microscope électronique • Caractéristiques du réseau • Transport de l'énergie • Sécurité : transformateur d'isolement, interrupteur différentiel (fonctionnement) • Chauffage par induction • Noyau magnétique feuilleté • Frein de Foucault • Montages en étoile et en triangle • Force contre-électromotrice (f_{cem}), démarrage et charge d'un moteur • Alimentation régulée, portes logiques, amplificateur opérationnel, thermostat • Interrupteur différentiel • Sonde à effet Hall, thermocouple, CTN, capteur capacitif • P.I.D.¹⁰
--	--

Exemples de situations

- A partir du réseau, obtenir une tension redressée et filtrée de 12 V.
- Réaliser et calculer le schéma d'une installation électrique domestique classique.
- Interpréter le diagramme d'un processus de production dans une installation industrielle (P.I.D.¹).
- Interpréter des situations dangereuses au niveau de la sécurité électrique et émettre de propositions argumentées.
- ...

THEME 2 COMPORTEMENTS MECANIQUE ET THERMIQUE DE LA MATIERE

Exemples de questionnements

- Comment des liquides non miscibles vont-ils se positionner ?
- Pourquoi une cuve enterrée doit-elle être très solidement amarrée à une semelle en béton ?
- Comment fonctionne un servofrein ?
- Comment fonctionne un élévateur hydraulique ?
- Jusqu'où peut-on refroidir une substance ?
- Comment produire du lait en poudre ou du café soluble ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation de la matière (solide, liquide, gaz, état pâteux) • Concepts de température (°C, K), d'énergie, d'agitation thermique et de diffusion • Changements d'état et énergie • Conservation et dégradation de l'énergie • Loi des gaz parfaits • Tension de vapeur, valeurs critiques • Production du froid • Echanges thermiques • Statique des fluides (pression, principe de Pascal, poussée d'Archimède) • Résistance des matériaux <ul style="list-style-type: none"> • viscosité, élasticité, plasticité • traction, flexion, cisaillement • Dynamique des fluides (lois de Bernoulli et de Poiseuille) • Techniques physiques de séparation (centrifugation, décantation, floculation, distillation ...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lyophilisation • Mesure du point de fusion, purification par sublimation • Autoclave • Compresseur, pompe à vide • Stockage et manipulation des gaz • Point éclair, triangle du feu • Cryogénie • Contrôle de la température dans une installation (réacteur, tuyaux ...) • Vérin pneumatique, cuve à plafond mobile • Relation entre pression, profondeur et pesanteur • Analyse de la texture des gommages, biscuits • Mesure de la densité par la méthode de la résonance • Sécurité d'un réacteur : disque de rupture, casse-vidé • Découpe d'aliments par jets • Circulation de fluides, mesure de la viscosité, perte de charge • Station d'épuration, évaporateur rotatif • Production d'alcool par distillation

Exemples de situations

- Etudier la variation de la pression d'un gaz en fonction du volume, de la température ...
- Tester la résistance à la déformation de certains aliments (gomme, pâtes ...).
- Etudier la variation de la viscosité d'une crème, d'une gélatine, d'une boisson ... en fonction de la température.

- Tester les déperditions d'un radiateur en fonction de paramètres environnementaux (refroidissement à air, à eau, à huile ...).
- ...

THEME 3 ONDES ET LUMIERE : INTERACTIONS AVEC LA MATIERE

Exemples de questionnements

- Télécommander un appareil : comment est-ce possible ?
- Pourquoi ne peut-on pas utiliser un GSM n'importe où dans une entreprise ?
- Comment peut-on analyser une substance chimique grâce à la lumière ?
- Pourquoi les aliments chauffent-ils quand ils sont soumis à l'action des micro-ondes ?
- Comment un radar peut-il contrôler la vitesse d'un mobile ?
- Quelles sont les conditions de travail qui peuvent rendre sourd ? Un walkman est-il inoffensif ?
- Comment peut-on mesurer la température d'une substance sans la toucher ?
- Qu'est-ce que l'effet de serre ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none"> • Propriétés optiques de la matière (réflexion, réfraction) 	<ul style="list-style-type: none"> • Réfractomètre, indice de Brix
<ul style="list-style-type: none"> • Aspect ondulatoire <ul style="list-style-type: none"> • onde, célérité, longueur d'onde, fréquence, période • spectre et applications des ondes électromagnétiques • interférences – diffraction – réseau • transfert d'énergie par résonance • Polarisation • Ondes et environnement • Aspect corpusculaire <ul style="list-style-type: none"> • photon et énergie d'un photon, relation de Planck • effet photoélectrique • principe de la spectroscopie : absorption et émission de photons par la matière 	<ul style="list-style-type: none"> • Laser • Chauffage par les IR, stérilisation par les UV, destruction ou cuisson par micro-ondes • Mesure granulométrique des aliments • Mesure de densité par la méthode de la résonance • Mesure de la vitesse d'une pièce mobile ou d'un fluide par effet Doppler • Polarimètre • Effet de serre • Perturbations électromagnétiques • Niveau acoustique et nuisances • Photomultiplicateur • Spectroscopie UV, visible, IR, RMN, par absorption atomique • Fluorimétrie UV, X ... • Colorimétrie

Exemples de situations

- Suite à une plainte d'un patron de café, rédiger un rapport après détermination par réfractométrie de la contamination de la bière.
- Déterminer le taux de saccharose d'un aliment par polarimétrie.
- Déterminer une longueur d'onde requise pour un dosage colorimétrique.
- Identifier des substances organiques par spectroscopie.
- Contrôler la couleur des aliments par spectrophotométrie.

- Réaliser l'analyse spectrale d'une source lumineuse.
- Révéler des plaques photographiques sous UV.
- ...

THEME 4 PHYSIQUE NUCLEAIRE

Exemples de questionnements

- Qu'est-ce que la radioactivité ?
- Quels sont les risques pour les personnes (effet et dose) des rayonnements radioactifs ?
- Les rayonnements ionisants n'offrent-ils que des désavantages ?
- La physique nucléaire permet-elle de détecter des fraudes alimentaires ?
- Faut-il fermer les centrales nucléaires ?
- ...

Contenus et ouvertures

Contenus	Ouvertures
<ul style="list-style-type: none"> • Structure du noyau, isotopes • Rayonnements α, β et γ • Désintégration et chaînes radioactives • Loi de désintégration, demi-vie • Propriétés et dangers du rayonnement ionisant, radioprotection, irradiation et contamination 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des radioisotopes, traceurs • Analyse isotopique et fraudes • Stérilisation des aliments par des sources radioactives • Contamination des aliments et impacts sur la chaîne alimentaire

Exemples de situations

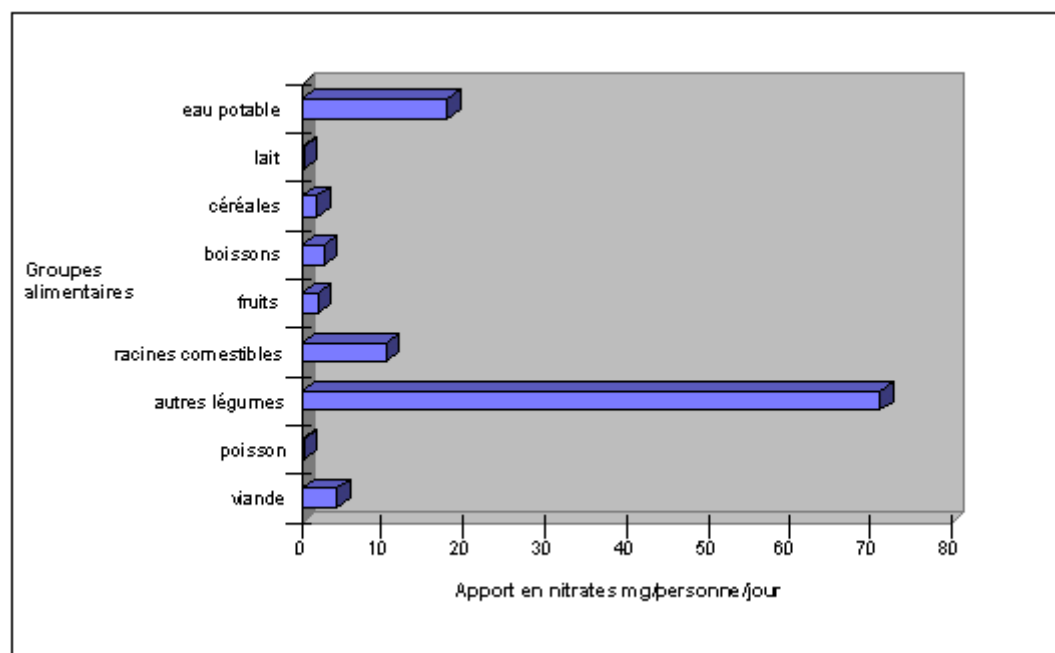
- Réaliser un travail de synthèse sur l'utilisation des radioisotopes dans la détection de fraudes alimentaires.
- Rédiger une brochure destinée à des membres du personnel d'une entreprise utilisant des radioisotopes pour la stérilisation d'aliments .
- ...

Annexe 1 Mode opératoire

Mise en évidence des nitrates dans les laitues

On trouve naturellement des nitrates dans la viande fraîche, le lait et les produits laitiers, les céréales, les fruits, les boissons alcoolisées et les légumes, y compris les pommes de terre. Dans la plupart de ces produits, on ne trouve que de faibles concentrations de nitrates, sauf dans certains légumes. Les études (tableau 1) montrent clairement que c'est principalement par la consommation de légumes que se fait l'apport en nitrates et, plus précisément, par l'ingestion de certains types de légumes.

Tableau 1: Évaluation de l'apport total en nitrates issu des préparations alimentaires



Source: Health aspects of nitrates and its metabolites, *Atelier international, Bilthoven, Pays-Bas. Nov. 1994, Conseil européen. Moyenne des données connues fournies par le R.-U., la Suisse et les Pays-Bas.*

Les légumes à feuilles (salades, épinard, cresson) peuvent contenir de fortes teneurs en nitrates que l'on peut mettre en évidence après extraction.

Le dosage présenté consiste à réduire les nitrates en nitrites par la réaction de Griess modifiée. Notons qu'il existe dans le commerce des « bandelettes-test » de dosage des nitrates (Merckoquant ; réf. Merck : 110050) ou de nitrites (Merckoquant ; réf. Merck : 110007) qui, en présence d'une solution de nitrates ou de nitrites, prennent des colorations variées. Le principe est identique à celui proposé ici.

Matériel et réactifs

- mortier et pilon
- 2 entonnoirs de Büchner et 2 erlenmeyers à vide
- pipette graduée de 5 ml
- pipette graduée de 10 ml
- pipette graduée de 20 ml
- 1 à 2 g des différentes parties de laitue (masse connue avec précision) (cœur ou feuilles vertes)
- acide salicylique à 50 g/l d'acide sulfurique (d=1,83)
Irritant, sensible à la lumière
- acide sulfanilique 0,01 mol / l
Irritant
- chlorure de N-(1-naphtyl)éthylènediamine dichlorhydrate (C₁₀H₇NHCH₂CH₂NH₂.2HCl) 0,001 mol / l
Irritant, hygroscopique
- charbon actif

Mode opératoire pour chaque partie analysée

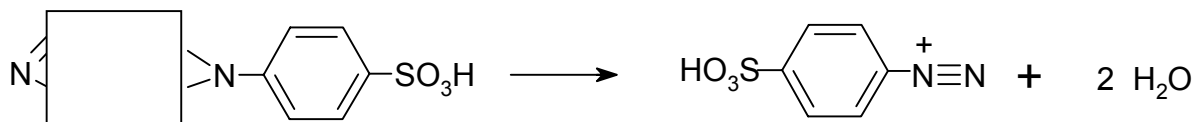
Extraction des nitrates

Laver les feuilles de laitue. Les mettre dans le mortier et les broyer pour en extraire le «jus». Filtrer sur entonnoir de Büchner et rincer avec 10 ml d'eau déminéralisée. Recueillir le filtrat incolore. Ajouter 10 ml d'eau déminéralisée et une pointe de spatule de charbon actif, agiter.

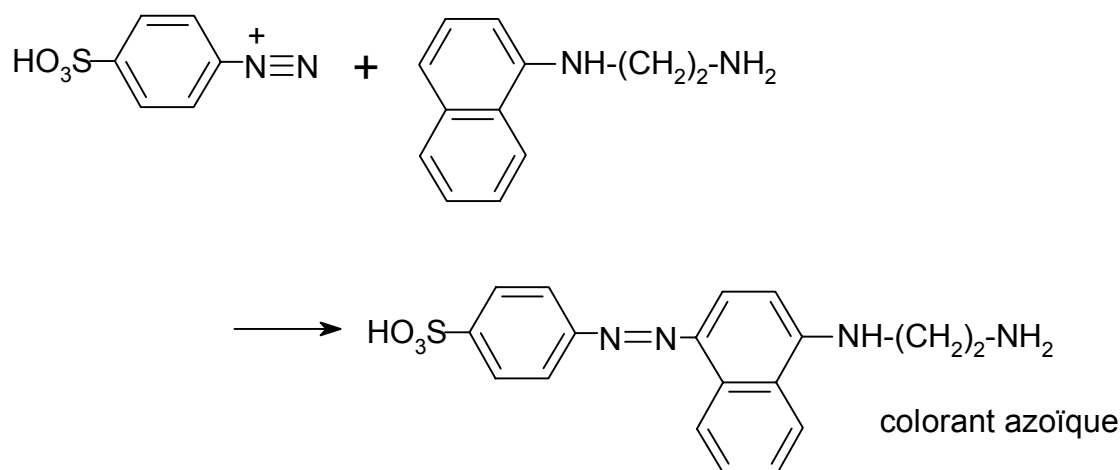
Dosage des nitrates

Ajouter 20 ml de la solution d'acide salicylique au filtrat pour réduire les nitrates en nitrites, agiter et laisser en contact pendant 30 minutes à froid. Le milieu étant très acide, les ions nitrites sont protonés pour former l'acide nitreux.

Ajouter quelques gouttes d'acide chlorhydrique et 20 ml d'acide sulfanilique. Il y a diazotation de celui-ci, on obtient l'acide diazobenzène sulfonique-4 :



L'acide diazobenzène sulfonique-4 est ensuite condensé lors du titrage avec le N-naphtyl-1-éthylènediamine qui est le titrant.



Partager la solution en deux fractions égales. Doser la première par la solution de N-naphtyl-éthylènediamine, en attendant environ 10 secondes entre chaque ajout jusqu'à persistance d'une coloration rouge-violet ($\lambda_{\max} = 525\text{nm}$). Pour obtenir un dosage plus précis recommencer le dosage, sur la seconde fraction, en versant en une fois 90 % du volume de solution de N-naphtyl-1éthylènediamine trouvé précédemment, attendre 15 secondes puis poursuivre le dosage goutte à goutte en attendant 10 à 15 secondes entre chaque ajout jusqu'à la permanence de la coloration.

En déduire la quantité de nitrates en mg/kg de légume.

Remarques

1. La fin du titrage est atteinte lorsque la coloration du milieu n'augmente plus ! Le résultat est plus précis si ce dosage est suivi par spectrophotométrie. L'usage de bandelette-test simplifie fortement la manipulation, mais élude une partie des compétences ciblées et diminue la précision.
2. Le règlement de la Commission de la Communauté Européenne (N°563/2002) du 2 avril 2002 portant sur « la fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires » établi des normes différentes selon le type de culture et la saison :

Laitue fraîche (Lactuca sativa L.)	Récolte du 1 ^{er} octobre au 31 mars :	Teneur maximale en nitrate (mg NO ₃ / kg)
	- laitue cultivée sous abri :	4500
	- laitue cultivée en plein air :	4000
	Récolte du 1 ^{er} avril au 30 septembre :	
	- laitue cultivée sous abri :	3500
	- laitue cultivée en plein air :	2500

Pour information, selon ce règlement, le mode de prélèvement des échantillons (directive 79/700/CEE) impose que le nombre minimal d'unités par échantillon de laboratoire est de dix.

Éléments de bibliographie

ANDRE, G., DARTIAILH, V., MAKSUD, F., PAK BLANES, S., *Ecolochimie, Chimie appliquée à l'environnement* Association Cultures et techniques, Nantes, 1994 (pages 119 à 130)

Pollution de l'eau par les nitrates

Les nitrates représentent-ils un véritable danger ?

Rôle des nitrates et des nitrites dans les aliments

BUREAU, C., DEFRANCESCHI, M., *Des teintures égyptiennes aux micro-ondes: 100 manipulations de chimie*, Ellipses, 1993 (page 96 et 99)

Toxicité des nitrates et des nitrites

Mise en évidence des nitrates dans les légumes à feuilles

Quelques adresses de sites Internet

<http://www.aliai.lu/aliai/rt/rt19984c/rt19984c.htm> : Les nitrates sont-ils vraiment dangereux ?
par Pierre Lutgen

http://res2.agr.ca/stjean/publication/bulletin/azote-nitrogen_6_f.htm

Régie de l'azote chez les cultures maraîchères - Guide pour une fertilisation raisonnée
par Nicolas Tremblay, Hans-Christoph Scharpf, Ulrike Weier, Hélène Laurence et Josée Owen.

Pour les directives européennes :

http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/fcr/fcr02_fr.pdf et

http://europa.eu.int/eur-lex/fr/dat/2002/l_086/l_08620020403fr00050006.pdf

Annexe 2 Eléments de bibliographie

BOURGEOIS, C.-M., MESCLE, J.-F., ZUCCA, J., *Microbiologie alimentaire, Tome 1: Aspects microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments*, Collection sciences et techniques agroalimentaires

CAMPBELL, N.-A., *Biologie*, Editions du renouveau pédagogique, 1995

CROUZET-DEPROST, D., DEPRES-HOMO, K., SADOU, S., FOURNIER, J., *Chimie dans la maison*, Cultures et Techniques, Nantes, 1996

LARPENT, LARPENT, GOURGAUD, *Microbiologie pratique*, Collection Méthodes

MARCHAL, *Initiation à la microbiologie*, Editions Technique

MARY, A., SINDIC, M., *La mise en place d'un système de qualité dans le secteur coopératif agricole*, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, 2001

MEYER, A., DEAIANA, J., *Cours de microbiologie générale*

POL, D., *Travaux pratiques de biologie*, Bordas

POL, D., *Travaux pratiques de biologie des levures*, Ellipses

TAVERNIER, R., LAMARQUE, J., *Sciences de la vie et de la Terre, 2^e*, Bordas, 1993

TAVERNIER, R., LAMARQUE, J., *Sciences de la vie et de la Terre, 1^{er}S*, Bordas

TERRIEN, M., FOURNIER, J., *Chimie du petit déjeuner*, Cultures et Techniques, Nantes, 1998

THIS, H., *Les secrets de la casserole*, Belin, 1993

THIS, H., *Révélation gastronomiques*, Belin, 1995

THIS, H., *La casserole des enfants*, Belin, 1998

Health and food focus, *Les démarches qualité et la méthode HACCP*, Health and food, Bulletin nutritionnel destiné au corps médical, 02/653.21.58

La Recherche, *Dossier "Le risque alimentaire"*, n°339, février 2001

Mens, *La sécurité alimentaire, une histoire complexe*, 3^e trimestre 2001

Pour la Science, *Dossier "Sciences et gastronomie"*, mars 1995

Probio, *Diverses publications*, Croix du Sud 5bte8, 1348 Louvain-la-Neuve

Références Internet

[Agrimonde <http://www.agrimonde.com/>](http://www.agrimonde.com/) est un nouveau moteur de recherche agro-alimentaire francophone, un portail francophone pour l'industrie agro-alimentaire internationale.

[BIODIDAC <http://biodidac.bio.uottawa.ca/>](http://biodidac.bio.uottawa.ca/) Une banque de ressources en format numérique pour l'enseignement de la biologie.

[Centre d'Etude et de Recherches Vétérinaires et Agrochimiques \(Belgique\) <http://agrochem.var.fgov.be/Agrochem.f.html>](http://agrochem.var.fgov.be/Agrochem.f.html) Les recherches de ce centre porte sur les interactions agriculture-environnement, le contrôle de la qualité des produits agricole, la valorisation des produits secondaires et déchets de l'agriculture .

[CRAGx: Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux, Agricultural Research Centre of Gembloux \(Belgique\) <http://www.cragx.fgov.be/>](http://www.cragx.fgov.be/)Le Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux est composé de 12 unités (stations) de recherches, dont voici la liste:.

- Station de Chimie et Physique agricoles
- Station de Haute Belgique
- Station Laitière
- Station de Phytopharmacie
- Station de Phytopathologie
- Station des Cultures fruitières et maraîchères
- Station de Zoologie appliquée
- Station de Zootechnie
- Station de Génie rural
- Station de Phytotechnie
- Station d'Amélioration des plantes
- Bureau d'Informatique et de Statistique appliquées (B.I.S.A)

<http://www.cndp.fr/>

<http://wwwusers.imaginet.fr/~pol/BIO>

<http://www.cellsalive.com>

<http://www.haccp.fr/>