

Hygiène et alimentation

Les micro-organismes sont partout dans notre environnement.

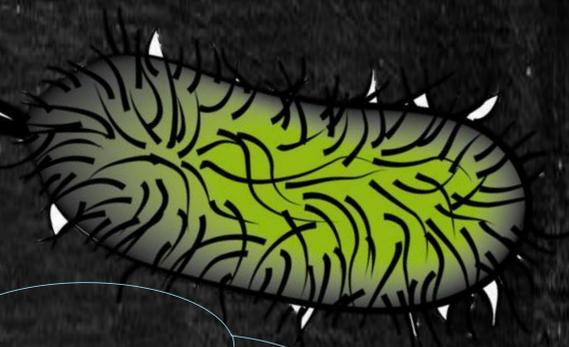
Certains sont nocifs, d'autres indispensables (fabrication de fromages, yaourts, pains, alcools...).



Comment pouvez-vous respecter l'hygiène alimentaire?

Leçon 1 : Les micro-organismes

Les micro-organismes sont même présents dans notre corps, comme dans l'intestin où ils permettent la digestion des aliments.



Leçon 2 : Règles de lavage

Ces gestes simples doivent devenir des réflexes pour éviter le développement des micro-organismes.



Leçon 3 : La conservation

De nombreuses techniques permettent de prévenir le développement des micro-organismes, car en grande quantité ils sont responsables d'intoxications alimentaires.



Leçon 4 : La réfrigération

C'est un autre moyen d'empêcher le développement des micro-organismes.

Ranger les aliments dans son réfrigérateur doit se faire en respectant les différentes zones de température.

Leçon 5 : Les dates limites

« À consommer avant le » (DLC) : je respecte la date limite indiquée.

« À consommer de préférence avant le » (DLUO) : je peux consommer l'aliment après sa date limite sans danger, mais il sera peut-être un peu moins bon !



Vous connaissez maintenant les règles simples en hygiène alimentaire.

À vous de les appliquer !



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



Accompagnement en science et technologie à l'école primaire

Compte-rendu de
projet professionnel

Hygiène & Alimentation

Tutrice : Anne-Marie REVOL

Année 2014 - 2015

AYAS Dana

BIGORGNE Claire

CHEREAU Hadrien

GILSON Axelle

GRANDJACQUES Coline

LAKHDARI Daunia

PINEAU Joséphine

Introduction

En début d'année, nous avons choisi le projet professionnel « hygiène et alimentation » dont le but était de sensibiliser des enfants du cycle élémentaire à l'hygiène alimentaire.

Cette action a été réalisée dans le cadre de l'ASTEP (Accompagnement en Sciences et Technologies à l'École Primaire) qui nous a permis de suivre au préalable une formation instructive et bénéfique sur le plan pédagogique. L'ASTEP est une initiative de la Main à la pâte, une organisation de coopération scientifique fondée par l'Académie des sciences à l'initiative de Georges Charpak. Cette association a pour but de familiariser le plus grand nombre avec les sciences et les technologies, et de les valoriser auprès du jeune public (susciter l'intérêt, éveiller les passions dès le plus jeune âge). Elle permet de soutenir sur le plan scientifique les enseignants, ayant majoritairement suivi un cursus littéraire.

Notre rôle était donc de mettre en place une démarche scientifique, en prenant soin de capter l'attention du jeune public et en mettant en place des activités ludiques et pédagogiques, tout en leur inculquant les grandes notions scientifiques relatives à l'hygiène et l'alimentation. Par ces activités, des enfants de classes de CP, CE1 et CE2 ont notamment pu observer des micro-organismes au microscope et constater leur omniprésence grâce à des prélèvements sur des boîtes de Petri. Nous les avons également sensibilisés aux règles d'hygiène en cuisine (lavage des mains) et leur avons enseigné les bases de la conservation des aliments, avec la détermination des dates de péremption notamment.

Au cours de ce rapport, nous présenterons donc notre travail de préparation de nos interventions, c'est-à-dire ce que nous voulions apprendre aux élèves et par quels moyens à partir des recherches bibliographiques effectuées précédemment (rapport bibliographique de janvier 2015). Dans un second temps, nous décrirons le déroulement des séances et des activités, ainsi que l'adaptation de nos méthodes au fur et à mesure. Puis, nous analyserons le réinvestissement des connaissances inculquées aux élèves lors des séances et lors de l'exposition à Gentilly, le fruit de notre travail. Une conclusion finale fera le bilan de l'expérience que nous avons tirée de ce projet.

Table des matières

Introduction	1
Table des matières	2
I. Mise en place des interventions et des activités	3
A. Sélection des connaissances à enseigner à partir de la bibliographie	3
1) Un travail de sélection d'informations.....	3
2) Exemple pour une classe de CE1.....	3
B. Méthodes et démarches pour transmettre les connaissances	8
1) Le vocabulaire.....	8
2) Les supports de travail.....	8
II. Déroulement des interventions et des activités	10
A. Organisation pratique des interventions.....	10
B. Implication des élèves et adaptation des méthodes au cours des activités 11	
1) Rapports entre élèves et intervenants et ambiance de travail.....	11
2) Les moments d'échange des élèves lors des questions-réponses.....	12
3) Savoir s'adapter lors des ateliers et également lors des présentations plus théoriques.....	12
III. Assimilation et restitution des connaissances par les élèves.....	13
A. Réinvestissement au cours des activités	13
1) Les supports de travail.....	13
2) L'assimilation des connaissances.....	14
3) Les difficultés rencontrées.....	14
B. Réinvestissement à la fête des sciences de Gentilly	15
1) Préparation des ateliers présentés.....	15
2) Déroulement de la fête des sciences.....	17
IV. Bilan du projet professionnel.....	18
A. Analyse du travail réalisé.....	18
1) Ce que les élèves ont retenu.....	18
2) Les difficultés rencontrées et les améliorations possibles.....	18
B. Apport de ce projet professionnel.....	19
C. Remerciements.....	19
Conclusion.....	20

I. Mise en place des interventions et des activités

A. Sélection des connaissances à enseigner à partir de la bibliographie

1) Un travail de sélection d'informations

L'objectif du projet est de sensibiliser des enfants de classes de CP, CE1 et CE2 à l'hygiène alimentaire, et donc de leur apporter des connaissances sur l'impact des micro-organismes sur les aliments et leur santé. Nous avons donc dû sélectionner parmi notre bibliographie les informations adaptées aux différents niveaux pour que les enfants les retiennent et puissent en parler de façon scientifique, avec des mots clés.

Pour cela nous avons planifié chaque séance, en réfléchissant à ce que nous voulions faire retenir aux enfants, et par soucis de clarté, chaque séance correspondait à un thème précis, développé autour d'une activité principale.

2) Exemple pour une classe de CE1

Dans une première partie nous avons vraiment insisté sur ce que sont les micro-organismes pour que les enfants comprennent et retiennent la notion tout en intégrant l'importance de l'hygiène. Dans une deuxième partie nous avons donc voulu relier toute cette information à l'alimentation, pour comprendre justement l'hygiène dans l'alimentation.

Par exemple pour la classe de CE1, les six séances ont été divisées avec les enfants de la manière suivante :

- 1^{ère} séance : Présentation générale des micro-organismes : Nous voulions que les enfants retiennent la notion de micro-organisme : sous forme de questions/réponses nous les avons donc tous fait participer jusqu'à arriver à une définition correcte correspondant à leur niveau du terme « micro-organisme ». Nous avons insisté sur le fait que ce sont des organismes vivants, qui peuvent être « utiles » ou « néfastes », invisibles tellement ils sont petits. L'observation au microscope leur a permis de réaliser un schéma scientifique (en dessinant uniquement ce qui est observé, avec une légende) (figure 2) de micro-organisme, et de se rendre compte qu'ils n'ont pas l'aspect de « petits monstres », comme certains pouvaient le croire (figure 1).

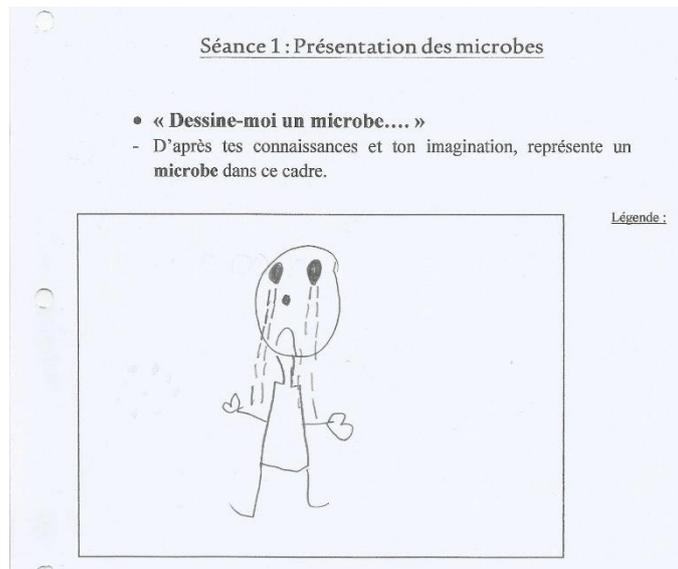


Figure 1 : Représentation d'un micro-organisme par une élève de CE1 avant observation au microscope

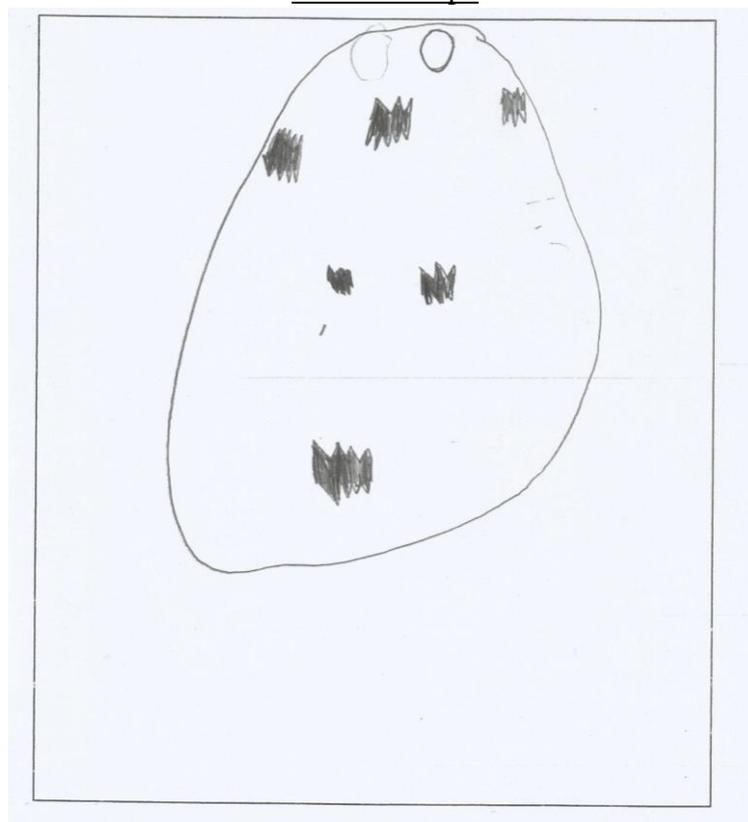


Figure 2 : Représentation d'un micro-organisme par une élève de CE1 après observation au microscope

- 2^{ème} séance : Pour approfondir notre 1^{er} travail sur les micro-organismes et se rendre compte de leur présence, nous avons voulu les faire manipuler des boîtes de Petri : puisque justement ces boîtes sont constituées d'un milieu gélosé (eau + sucre), qui permet le développement des micro-organismes. Les enfants devaient poser leur boîte de Petri de

contact, contenant un milieu nutritif approprié à la croissance des bactéries de l'environnement, quelque part dans la salle (poignée de porte, table, clavier, semelles, mains sales) ou dans la cour (sol, arbre, mur..), puis aller se laver les mains et mettre en culture leurs empreintes digitales dans une autre boîte de Petri. Ils ont alors émis des hypothèses quant aux résultats de cette expérience (figure 3).

- 3^{ème} séance : L'observation des boîtes de Petri a été réalisée, les enfants devaient décrire ce qu'ils observaient : la quantité et la forme des micro-organismes. L'observation de la présence de micro-organismes même sur l'expérience des mains propres, ainsi que les tables, le sol, poignées de portes..., a permis de lancer une réflexion sur la façon dont les mains doivent être lavées et l'importance de cette hygiène. On a donc revu précisément les différentes étapes de lavage des mains (figure 4).

	Avant observation des résultats (ce que tu penses)		Après observation des résultats (ce que ça a donné)	
				
Mains		X		X
Mains + Savon	X			X
Table		X		X
Table + Désinfectant	X			X
Sol		X		X
Chaussure		X		X
Téléphone	X	X		X
Jeux de l'école		X		X

Figure 3 : Hypothèses des élèves quant aux résultats de l'expérience puis comparaison après observation des résultats

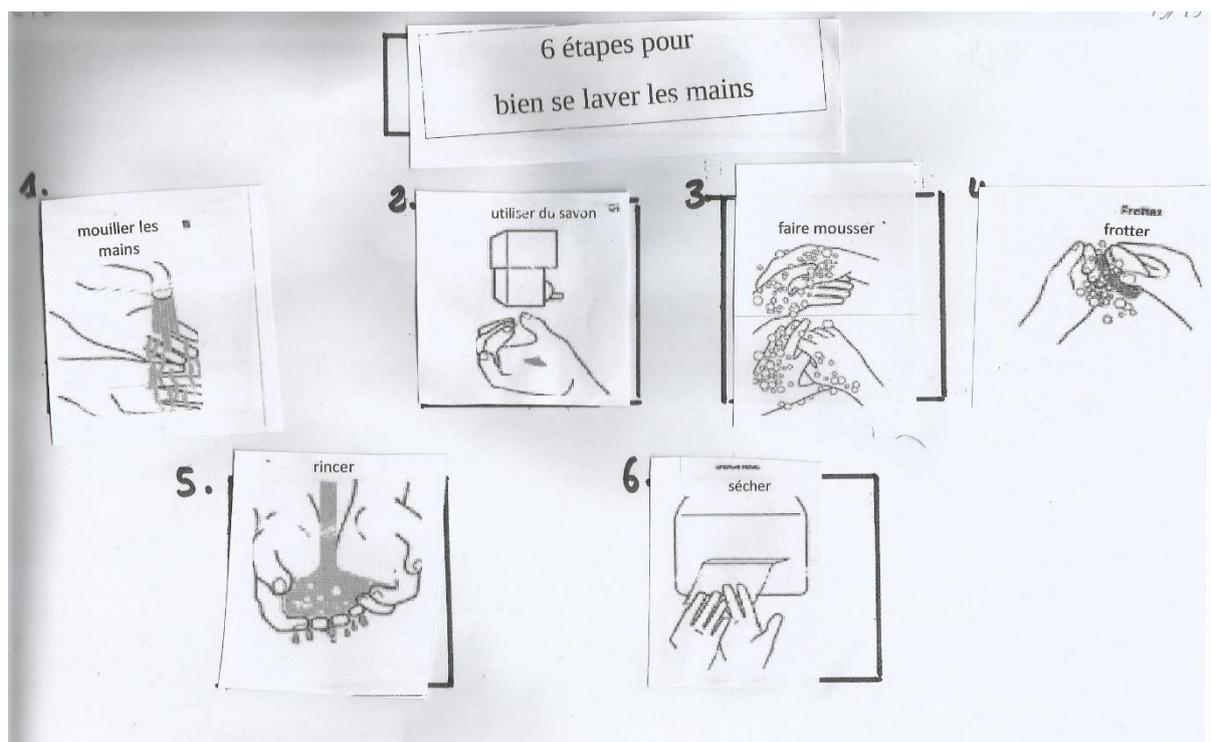


Figure 4 : Procédure de lavage des mains

- 4^{ème} séance : Travail sur les DLC (Date Limite de Consommation) / DLUO (Date Limite d'Utilisation Optimale) : nous avons essayé de faire retenir aux enfants l'importance de regarder les dates de péremption par un jeu : nous avons amené différents emballages et chacun devait trouver la date de péremption de son aliment. Ensuite l'élève devait essayer d'argumenter si l'aliment est encore consommable après le dépassement de cette date ou non, en réfléchissant s'il risque de s'intoxiquer ou pas avec l'aliment.
- 5^{ème} séance : Travail sur les différents modes de conservation (conserves, par le sel, par le froid : frigidaire, congélateur) et le rangement du réfrigérateur, pour apprendre à mettre les fruits et légumes dans le bac à légumes, les fromages dans la partie plus « chaude » du réfrigérateur, c'est-à-dire en bas, et les viandes dans la partie plus « froide » du réfrigérateur, c'est-à-dire en haut.



Figure 5: Photos des activités (a. observation au microscope, b. lavage des mains, c. dates limites de consommation, d. rangement du réfrigérateur)

Voici donc les informations que nous avons sélectionnées pour des enfants de CE1 : nous voulions qu'ils comprennent la relation entre les micro-organismes et l'hygiène alimentaire, et qu'ils la retiennent en amenant l'information de façon ludique. Nous avons donc mis de côté par rapport à la bibliographie les notions détaillées et le vocabulaire compliqué, pour que les enfants puissent retenir le message principal. Pour faire passer toutes ces informations nous avons donc dû adapter notre vocabulaire, et mettre en place pour les activités des supports adaptés.

B. Méthodes et démarches pour transmettre les connaissances

1) Le vocabulaire

Le vocabulaire est l'ensemble des termes propres à une science, en l'occurrence pour notre projet : l'hygiène. Le vocabulaire à utiliser était méconnu de la plupart des élèves. Ce vocabulaire restait à acquérir par les enfants sans que ce ne soit un frein à la progression puisqu'ils devaient aussi comprendre l'intérêt scientifique des expériences et retenir le sens des résultats obtenus. Par exemple, pour les élèves de CP, les termes DLC et DLUO qui sont très proches et ont quasiment la même signification, ont été difficiles à identifier. Les enfants n'ont pas compris la distinction et il a alors été nécessaire d'abandonner le terme DLUO pendant la séance et de se consacrer seulement à l'explication de la DLC.

En d'autres termes, l'enjeu était de simplifier nos connaissances pour une meilleure acquisition par les élèves, sans toutefois en retirer toute la justesse scientifique, par un vocabulaire et des notions méticuleusement choisies.

Par exemple, nous nous sommes interrogés sur l'emploi du mot « microbe » plutôt que « micro-organisme ». Pour la classe de CE2, nous avons choisi le mot « microbe » pour une introduction du thème plus ludique et qui serait assurément à la portée des enfants. Toutefois nous leur avons vite mentionné le mot « micro-organisme », qui est alors rapidement entré dans leur vocabulaire. Pour la classe de CP nous avons essayé d'expliquer dès la première séance que les deux termes avaient la même signification, cependant le terme « microbe » a été retenu pour les séances suivantes car il était plus simple d'emploi et déjà connu par les élèves même sans en connaître la signification exacte.

Le choix du vocabulaire est alors devenu primordial de manière à éviter l'utilisation de raccourcis scientifiques involontaires (tels que l'utilisation de « bactérie » pour « micro-organismes ») ou l'utilisation de termes inappropriés tels que « bons » et « mauvais » pour les microbes et les remplacer par « utiles » et « néfastes ».

Nos choix dans la précision du vocabulaire ont pu nous être guidés au cas par cas au moment de la formation de l'ASTEP et par les enseignants eux-mêmes.

2) Les supports de travail

Le support de travail a été l'interface majeure entre les élèves et l'ensemble des connaissances à acquérir. Les enfants de 5 à 9 ans ayant un temps de concentration très court, il s'agissait alors de trouver des activités qui les stimulaient intellectuellement par des jeux tout en leur faisant comprendre la réflexion proposée derrière. Il fallait aussi envisager des activités courtes pour que les enfants puissent rester attentifs pendant l'ensemble de la séance.

La séance débutait toujours par un rappel des idées abordées lors de la séance précédente. Le moment de poser la problématique était important, et l'objectif était que les enfants soient eux-mêmes acteurs des connaissances dont ils s'enrichissaient à partir des résultats des expériences.

De plus, il ne fallait pas mêler les représentations scientifiques et les représentations anthropomorphiques (même si elles peuvent paraître plus ludiques) c'est-à-dire les représentations courantes que l'on se fait d'un objet ou d'une chose quand on ne le connaît pas (par exemple des microbes représentés comme des formes irrégulières avec des yeux et une bouche, figure 6) pour ne pas donner des images fausses aux enfants qui ne comprennent alors pas le but de ces images couramment utilisées.



Figure 6 : Représentations anthropomorphiques de micro-organismes

De plus, certaines barrières pouvaient exister pour le développement de ces activités : certains élèves sont moins attentifs que d'autres ou beaucoup plus rapides dans leur travail, il fallait alors trouver un juste équilibre pour ne pas ralentir les uns et trop pousser les autres. De plus, dans la classe de CP l'utilisation de la lecture limitait les activités proposées, il a donc fallu s'adapter en faisant des consignes courtes évitant les informations inutiles, en proposant des images distribuées ou présentées sur ordinateur et en privilégiant les activités manuelles et la répétition du savoir à retenir. En revanche dans la classe de CE2 où la lecture est relativement aisée, nous avons pu préparer de véritables photocopiés avec davantage de texte, notamment pour les conclusions des séances, facilitant la « mise à plat » de l'ensemble des connaissances fondamentales évoquées au cours de la séance.

Malgré ces barrières, nous avons à notre disposition une large panoplie d'activités possibles s'appuyant sur différents supports : des posters (une affiche plastifiée d'un réfrigérateur par exemple), des photocopiés (textes, textes à trous, schémas, dessins à compléter), du matériel scientifique, des diaporamas, le tableau aimanté...

Grâce à ces supports nous avons pu proposer différents types d'activités, parmi lesquelles :

- Des dessins (faisant appel à l'imagination, mais aussi à la rigueur de l'observation scientifique) ;
- Du découpage – collage ;
- Des textes à remplir ;
- Des tableaux à remplir (par un système de cases à cocher par exemple pour éviter l'utilisation de la lecture) ;
- Des animations autour d'images à disposer au tableau pour plus d'interactions au sein de la classe et un aspect plus ludique ;
- Des observations au microscope ;

- L'utilisation de boîtes de Petri de contact (qui permettaient une utilisation aisée pour des enfants).

Grâce à ces activités les élèves ont pu utiliser différentes aptitudes, parmi lesquelles :

- La mobilisation des connaissances personnelles (pendant l'introduction de la séance notamment et la connaissance du vocabulaire, des dates, de l'utilisation du matériel...);
- La mémoire (pendant le rappel de la séance précédente);
- Le placement dans le temps (pour les DLC notamment);
- L'imagination (pour le dessin du micro-organisme avant toute observation);
- L'observation (pour le dessin du micro-organisme après l'observation);
- La rigueur (pour le respect de l'ensemble des étapes d'une activité);
- La réflexion (pour la déduction des résultats d'observations).

II. Déroulement des interventions et des activités

A. Organisation pratique des interventions

Pour faciliter le déroulement des activités, il était indispensable de raisonner préalablement notre organisation spatiale et temporelle au cours des séances. Nous avons pu planifier certains aspects auparavant, et avons également pris des décisions en début de séance en accord avec les enseignants, pour nous adapter à l'espace qui nous était laissé.

Au sein de chaque classe, il est apparu évident de former de petits groupes d'élèves, pour mieux capter l'attention des enfants et rencontrer moins de difficultés de discipline. Ainsi la classe de CP a été divisée en deux groupes de neuf élèves, et les CE2 en deux groupes de quatorze élèves. Dans les deux cas, ces effectifs restaient assez conséquents pour un seul étudiant. Ainsi en classe de CP nous avons choisi de nous asseoir à table avec les enfants, ce qui a permis notamment de limiter leur mobilité. Quant à la classe de CE2, nous avons pu profiter d'une salle mitoyenne, ce qui a permis de travailler plus au calme en facilitant la concentration des élèves. Cela a facilité également l'utilisation des différents supports (davantage d'espace pour disposer les microscopes, utilisation aisée du/des tableaux à disposition), et la mobilité des enfants (pour se rendre « au tableau », se déplacer pour le lavage des mains, faire le va-et-vient entre le microscope et la feuille de dessin...).

Les enseignants nous ont laissé une entière liberté pour chacune de nos interventions. Nous avons une demi-journée à notre disposition, et nous étions en complète autonomie. Pour la plupart, les instituteurs réalisaient simplement un suivi de l'évolution des séances au jour le jour. Ils avaient rapidement validé notre programme en début de projet mais nous ont laissé prendre toutes les décisions, de l'organisation à la mise en œuvre, dans le déroulement des séances. Par leur présence ils nous auront simplement épaulés dans la discipline de la classe.

Ainsi nous avons pu choisir selon les classes de travailler un grand thème par séance, quand en CE2 nous pouvions mener un rythme plus soutenu : chaque étudiant s'occupait d'un

groupe, sur un atelier, puis à mi-temps nous échangeons nos groupes ; deux sujets proches étaient donc abordés à chaque séance.

En revanche le déroulement global des séances était similaire dans chaque classe, avec le souci constant de développer chez les enfants la rigueur et la logique scientifique :

- La séance débutait systématiquement par un rappel en classe entière des notions vues la dernière fois, à partir de questions simples posées aux élèves.
Cette introduction nous permettait de les mener peu à peu à la problématique de la séance et de s'assurer qu'ils fassent bien le lien entre le nouveau thème et les connaissances acquises à la séance précédente.
- Les activités étaient alors réalisées dans l'optique de répondre à la « question du jour ». Il était important de vérifier que les enfants ne perdaient pas de vue cet objectif. Pour cela nous éclairions ce qu'il était important d'observer, et nous les interrogeons régulièrement pour les pousser à justifier et interpréter leurs observations. Ainsi les enfants ont pu développer eux-mêmes leurs connaissances avec les résultats obtenus.
- Enfin nous formulions tous ensemble une conclusion de ce qui avait été vu afin de dégager les points importants de la réponse à la problématique, et laissons enfin libre cours aux questions qui n'avaient pas encore été posées pendant la séance.

B. Implication des élèves et adaptation des méthodes au cours des activités

1) Rapports entre élèves et intervenants et ambiance de travail

Dans toutes les classes, les élèves se rappelaient de notre présence lors d'une journée d'observation de leur classe que nous avons pu faire un mois avant les ateliers. De ce fait, ils nous connaissaient déjà et le contact est très bien passé.

Ensuite ils renaient facilement notre prénom, voire nous appelaient « maîtresse » et nous tutoyaient. Lors de la première séance, ils étaient un peu timides, avaient peur de participer, mais le lien et la communication se sont rapidement développés, ce qui a permis une participation de plus en plus active lors des séances. Parfois même nous devions les limiter dans leur participation pour que tout le monde puisse intervenir au cours de la séance. Nous devions appliquer les règles de classe avec eux : arrêter de parler tant qu'il n'y a pas le calme, mettre des « bâtons » aux élèves turbulents... Il était également plus difficile pour nous de faire respecter l'ordre dans la classe car les élèves ont vite compris que nous n'étions pas des professeurs mais des intervenants. La présence du professeur était de ce fait capitale pour maintenir une ambiance propice au travail. A chaque séance, les élèves étaient impatients, enthousiastes et se rappelaient bien de notre calendrier et des dates où nous intervenions. Ils étaient tristes de nous voir partir et nous nous sommes également attachés aux enfants. Les professeurs étaient également très satisfaits de notre présence et du lien que l'on avait avec les enfants. Ils ne manquaient pas de nous raconter à chaque séance le retour des enfants sur nos séances.

Dans tous les cas, nous avons décelé chez les enfants une véritable envie d'apprendre. Le sujet les intéressait énormément et nous avons eu la surprise de voir tout le monde participer et s'impliquer, y compris les élèves timides et difficiles, voire perturbateurs. Dès qu'il y avait un

moment de latence (dû à l'organisation de la classe ou au fait que nous devions arrêter de parler pour retrouver le silence quand la classe était bruyante), ils montraient leur envie de continuer et participaient à l'avancée du cours.

Les élèves participaient fortement aux discussions et aux activités (surtout), certains participaient plus que d'autres selon le profil des enfants. Parfois même cette participation était trop dense, il s'agissait alors de calmer les enfants jusqu'à temps de pouvoir continuer l'activité en interrompant les remarques des enfants.

2) Les moments d'échanges avec les élèves lors des questions-réponses

Lors de parfois très longs échanges en fin de séance ou d'atelier avec les élèves, il a fallu adapter notre discours et l'approfondissement des connaissances aux différentes classes. De manière générale, lors des séances questions-réponses, il a absolument fallu imposer un cadre aux enfants qui pouvaient vite s'éloigner du sujet. Nous avons eu des questions ou des interventions du type « Mon papa il n'aime pas le roquefort », « Un coup il y a eu la gastro à la maison », « Ma maman elle n'achète pas de pâtisseries à mettre au congélateur ».

Cependant, certains enfants racontaient de très bonnes anecdotes qui permettaient d'apporter des connaissances aux enfants. Nous avons eu par exemple un enfant qui racontait que dans les hôpitaux, comme dans le domaine alimentaire, on utilisait aussi du gel hydro-alcoolique, pour ne pas qu'il y ait de contamination entre les patients et les soignants. Certaines de ces histoires permettaient également de casser une image stéréotypée des micro-organismes très ancrée dans la tête des enfants, dans le but d'atteindre un niveau plus scientifique.

3) Savoir s'adapter lors des ateliers et également lors des présentations plus théoriques

Le plus difficile dans notre méthode pédagogique était d'expliquer les choses d'une manière compréhensible par des enfants de 5 à 9 ans. C'est en soi ce qui nous a demandé le plus d'adaptation. Parfois nous hésitions à employer certains termes pour ne pas embrouiller les enfants et nous étions encouragés par le professeur dans cette voie. Quand nous parlions avec des termes trop élaborés, ils avaient tendance à plus se disperser dans leurs questions pour combler leur manque de compréhension. Pour autant, de par leur intérêt, nous avons pu très facilement leur faire retenir des termes scientifiques comme « micro-organisme » et même leur faire déduire l'origine étymologique du mot. Lors des ateliers nous avons également dû nous adapter en fonction des groupes que nous avions, Par exemple, nous pouvions laisser les élèves les plus calmes un peu plus en autonomie que les groupes composés d'élèves difficiles. De ce côté, le professeur nommait un élève responsable de la discipline (qui mettait des bâtons de comportement) dans chaque groupe et essayait de faire des groupes équilibrés. Les élèves ont très bien réagi aux ateliers et aux manipulations (observations au microscope, atelier de lavage des mains, boîtes de Petri de contact...).

Au niveau du temps, nous n'avions pas de problème d'adaptation car soit le professeur ne nous imposait pas de limite de temps, ou soit le nombre de séances et le contenu était adapté au fur et à mesure. Nous avons également fait attention à insister sur les rappels pour que les

élèves retiennent plus facilement l'information et nous avons voulu bien distinguer les explications des activités et des expériences. Le fait d'avoir un plan de séance et des photocopiés nous a bien guidé lors de nos séances.

III. Assimilation et restitution des connaissances par les élèves

A. Réinvestissement au cours des activités

1) Les supports de travail

Les rappels au début de chaque séance se faisaient à l'aide du travail réalisé la séance précédente, d'un dessin ou d'un texte à compléter (figure 7). Ils visaient à rappeler ce qui avait été vu à la séance précédente pour mieux introduire le thème du jour.

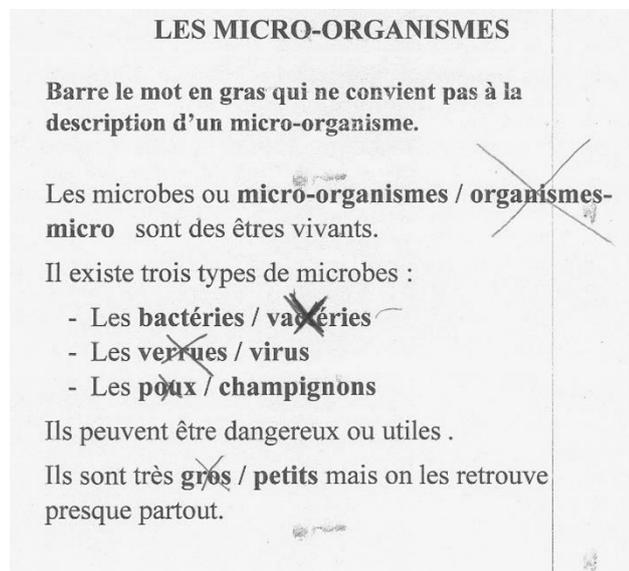


Figure 7 : Exemple de support de rappel de la séance 1

Les questions de début de séance ont été un outil précieux pour évaluer la progression des enfants. Cela nous aura en général permis de confirmer que le niveau des activités initialement prévues était adapté.

Répondant à la question « qu'a-t-on vu la séance dernière ? » posée directement en début de séance, les enfants parvenaient à restituer l'ensemble des connaissances principales enseignées précédemment, la plupart du temps sans difficulté. Ils étaient tous capables de faire un rappel général, ensuite les oublis étaient complétés, et ce travail de groupe permettait de couvrir l'ensemble des connaissances présentées. Chacun pouvait rappeler un des points qui l'avait marqué.

Lors de la dernière séance récapitulative, une diapositive leur a permis de reprendre tout le travail réalisé pendant les différentes interventions. Les élèves se souvenaient des clichés

qu'ils avaient en tête et étaient capables d'expliquer quelle était la version réaliste et scientifique (forme d'un micro-organisme par exemple).

2) L'assimilation des connaissances

Le fait d'avoir eu des séances peu espacées dans le temps et de manière régulière pendant une certaine période a sans doute été un facteur positif, et ceci a permis de s'inscrire dans une démarche logique et continue.

Nous avons été agréablement surpris des connaissances qu'avaient assimilées les élèves pendant les séances, en particulier en ce qui concerne le vocabulaire complexe tel que « boîte de Petri », « gélose » ou « gel hydro alcoolique ».

Leur mot préféré était sans doute « microscope », un outil qu'ils ont par ailleurs bien aimé utiliser lors de la première séance. Des notions pointues qui n'avaient été abordées que rapidement à l'oral : « une bactérie met environ 20 min à se diviser » par exemple, ont également été retenues d'une séance à l'autre.

L'assimilation progressive des connaissances et la compréhension globale de la logique du projet ont aussi été observées au fil des séances. En effet, les enfants n'oubliaient que rarement de faire le lien avec les propriétés des micro-organismes, pour justifier l'ensemble des thèmes abordés, comme l'importance de certaines conditions de conservation par exemple.

Le sérieux des élèves a pu être également observé dans une classe où une nouvelle élève est arrivée en cours de projet. Comme celle-ci n'était pas présente lors des premières séances, ses camarades se sont volontairement chargés de lui expliquer le projet et de l'aider pendant les activités. Ils ont remarquablement pu faire le lien entre le travail des séances précédentes et la nouvelle activité.

3) Les difficultés rencontrées

L'unique bémol aura peut-être été sur le thème DLC/DLUO, qui est apparu comme difficilement assimilable. Même dans les classes des plus grands, les enfants n'ont pu retenir la signification de ces lettres, et si certains ont pu faire le lien entre DLC – « à consommer avant » et DLUO « à consommer de préférence avant », et ainsi justifier le rangement de l'aliment dans le réfrigérateur ou dans le placard, d'autres n'ont pu saisir tout à fait la signification de l'expression « de préférence » et donc tirer quelque conclusion logique que ce soit.

Cependant, ils ont tous bien appris à repérer ces expressions ainsi que les dates sur les emballages.

Une explication à cette difficulté rencontrée peut être liée au fait que les élèves de CP et de CE1 étaient encore en cours d'apprentissage de la lecture de date, mais surtout de notion de repérage dans le temps. En effet, si certains arrivaient à lire la date sans problème, se situer sur une frise chronologique pour comparer les dates de péremption leur était plus difficile.

Chez les élèves de CE2, la difficulté à comprendre la différence entre les termes de DLC et DLUO peut être liée au fait que ces deux termes soient proches, ce qui rend la compréhension délicate sans certaines connaissances différenciant la conservation d'un aliment au sens microbiologique et la conservation des propriétés organoleptiques d'un aliment.

Nous étions très satisfaits de la première séance à l'issue de laquelle tous les enfants s'accordaient sur le fait qu'il existe de multiples micro-organismes utiles voire indispensables à notre existence.

Toutefois quelques-uns, encore réticents, ont pris un air de dégoût lorsque nous avons rappelé à la seconde séance que le yaourt contenait des micro-organismes. Au-delà des connaissances assimilées, la difficulté s'est aussi trouvée dans le fait que certains élèves ne voulaient pas changer de mentalité, dans la mesure où le mot « microbe » avait une connotation négative pour eux.

B. Réinvestissement à la fête de sciences de Gentilly

1) Préparations des ateliers présentés

Pour l'ensemble des classes suivies, la dernière séance était consacrée à la préparation des ateliers à proposer lors de la fête des sciences à Gentilly. Nous avons adapté les ateliers à nos classes et à leurs niveaux (tableau 1).

Tableau 1 : Les activités à Gentilly

Thème Niveau	Les micro-organismes	Le lavage des mains	Les tenues réglementaires en cuisine	DLC/DLUO	Rangement du réfrigérateur
CP	L'atelier associé était l'observation au microscope de micro-organismes.	Des images du lavage des mains ont été découpées. Le but de l'atelier était de remettre dans l'ordre les différentes étapes.		L'atelier consistait à ranger des emballages alimentaires en fonction du type de date (DLC/DLUO). Il n'y a pas eu de préparation lors de la dernière séance.	
CP/CE1		Cet atelier a été préparé par les élèves au cours de la dernière séance. Les élèves ont découpé les images représentant les différentes étapes du lavage des mains. Ils ont colorié les images. Les étapes ont ensuite été plastifiées afin d'en faire des cartes à remettre dans l'ordre.			Les élèves ont dessiné des aliments qui se conservent au réfrigérateur. Ils les ont coloriés et découpés. Les dessins ont été plastifiés. Un réfrigérateur a été imprimé et plastifié (format A3). Le but de l'atelier était de replacer les aliments sur le bon étage du réfrigérateur.
CE1		Les élèves ont préparé des affiches sur lesquelles ils ont représenté l'ensemble des étapes du lavage des mains afin de les présenter lors de la fête des sciences.			Les élèves ont dessiné des aliments et un réfrigérateur sur une affiche format A3. L'atelier consistait également à placer les aliments dans le réfrigérateur.
CE2		Les élèves ont préparé des étiquettes manuscrites correspondant aux différentes étapes du lavage des mains. Le but de l'atelier était de remettre en ordre les différentes étapes.			L'atelier présenté reprenait l'activité proposée au cours de la séance consacrée à ce thème. Le but était de choisir les vêtements adaptés aux cuisines de cantines.

2) Déroulement de la fête des sciences

La fête des sciences a eu lieu à Gentilly et rassemblait des classes de maternelle et de primaire. Chaque classe a présenté des ateliers en rapport avec le thème étudié au cours de l'année scolaire (figure 8).

Le Mardi 5 Mai 2015, les CP et CE1 ont présenté leurs ateliers. Quant à la classe de CE2, cela se déroulait le Mercredi 6 Mai 2015.

Nous étions attendus une heure avant l'arrivée des classes afin de mettre en place les différents ateliers. Nous avons un stand par classe au niveau duquel nous avons installé le matériel nécessaire à la réalisation des ateliers ainsi que les différentes affiches associées.

Chaque classe était divisée en 4 groupes avec un groupe à la présentation. Il y avait une rotation des groupes toutes les demi- heures.

De manière générale, et pour toutes nos classes, nous avons apprécié l'aisance et le plaisir avec lesquels les élèves ont présenté leurs travail. Nous avons également apprécié que la grande majorité de nos élèves se sont bien souvenus des connaissances que nous leurs avons apportées.

Les élèves présentaient eux-mêmes les ateliers et donnaient les explications. Les enseignants et nous-mêmes sommes tout de même intervenus à quelques reprises afin de les aider dans leurs explications.

Le thème ayant posé le plus de problèmes dans la présentation était DLC/DLUO. En effet, quelques élèves ne maîtrisaient pas encore totalement la différence entre les deux types de dates.

L'atelier ayant posé le plus de problème pratique était l'observation au microscope des micro-organismes. Etant donné que, malgré la mise en garde des élèves, de nombreux enfants touchaient aux réglages des microscopes en changeant la vue et/ou le grossissement, nous avons dû intervenir à de nombreuses reprises pour la mise au point et empêcher de nombreux enfants d'observer les micro-organismes.

Les élèves des autres classes qui venaient écouter les présentations des élèves de nos classes ont globalement apprécié le thème et les ateliers présentés et notamment le lavage des mains, l'observation au microscope et le rangement du réfrigérateur.

Cette journée nous a confirmé à quel point les élèves étaient intéressés et investis dans le thème d'étude.



Figure 8 : Fête des sciences à Gentilly

IV. Bilan du projet professionnel

A. Analyse du travail réalisé

1) Ce que les élèves ont retenu

Les élèves ont parfois retenu certaines notions plus facilement que d'autres (tableau 2).

Tableau 2 : Bilan des connaissances

	Ce qui a été bien compris 	Ce qui a été plus difficile à comprendre 
Séance microscope	Le microscope permet de voir des objets de taille microscopique.	Les micro-organismes sont présents partout dans notre environnement, alors qu'on ne peut pas les voir à l'œil nu.
Séance boîtes de Petri	La boîte de Petri contient de la gélose, et est un milieu favorable à la croissance des micro-organismes.	La définition d'une colonie. Il ne faut pas confondre la formation de bulles dans la gélose avec le développement de colonies.
Séance règles d'hygiène (lavage des mains, tenues)	Il existe des étapes précises à suivre. Il faut bien se laver les mains après avoir été aux toilettes, avant et après manger. On ne cuisine pas dans n'importe quelle tenue.	L'action spécifique du savon et la formation de micelles. Certaines subtilités comme le fait de fermer le robinet avec l'essuie-mains et pas avant s'être essuyé les mains.
Séance rangement du frigo	On ne range pas les aliments aux mêmes endroits.	Les différences de température au sein du frigo.
Séance DLC / DLUO	Il faut chercher la date sur les emballages.	La différence entre DLC et DLUO.

2) Les difficultés rencontrées et les améliorations possibles

Une de nos missions était de faire passer un message scientifique et d'apprendre à des classes de primaire les principes d'une démarche scientifique. Cependant, il existait évidemment une différence entre notre vocabulaire scientifique et nos connaissances et celui des élèves de primaire. L'adaptation au public a été primordiale, car il fallait faire attention au choix d'un vocabulaire compréhensible, sans délaissier la rigueur de la démarche scientifique ou tomber dans des clichés. Ce travail a été globalement réussi, et chaque séance nous a permis de le confirmer.

Un des aspects difficiles du projet était également le fait de contrôler la discipline d'une classe, en tenant compte du fait que des élèves de 5 à 9 ans sont facilement dissipés. Malgré la formation de l'ASTEP, nos compétences de professeur des écoles étaient limitées en raison de la nouveauté de cet exercice. Nous avons dû apprendre à être encore plus patients, et avons mis

en avant nos qualités d'écoute. Nous avons dû aussi en parallèle savoir se montrer intransigeants, pour que les élèves ne nous confondent pas avec de simples amis. Les conseils des professeurs nous ont guidé au fur et à mesure des séances, et nous avons appris des techniques pour conserver la motivation et la concentration du groupe. Par exemple, quand les élèves s'agitaient, nous avions le droit d'arrêter les explications et les activités, d'attendre le calme puis de reprendre. Encore une fois, l'intérêt que les élèves avaient pour nos interventions était manifeste car ils souhaitaient reprendre les activités de suite et se calmaient. Nous aurions peut-être pu discuter davantage de la discipline avec les professeurs lors de la journée d'observation pour avoir des conseils avant les premières interventions.

B. Apport de ce projet professionnel

Ce projet professionnel nous a permis de mettre en avant nos qualités de formation d'ingénieur, à savoir gérer un groupe, communiquer avec ce groupe, mais aussi apporter des conseils et des solutions aux questions des élèves. Ce projet nous a également permis de mettre avant des qualités telle que l'écoute, la patience, l'envie de partager des connaissances, et le contact avec un public particulier. Ce fut une expérience enrichissante, et si nous étions tous et toutes contentes du choix de ce projet, puisque nous sommes des étudiants en filière agro-alimentaire ou agronomie pour quelques-uns, le déroulement du projet a consolidé notre choix.

Ce projet nous a également permis de nous organiser et d'apprendre à travailler ensemble : il nous a fallu rester cohérents dans nos démarches malgré nos opinions variées. Pour parvenir à ce résultat, nous nous sommes laissé un maximum d'autonomie, notamment dans la gestion de nos classes. Nous nous voyions simplement de manière ponctuelle afin d'évaluer l'avancée de nos travaux, de répartir le travail à faire, en particulier pour les recherches bibliographiques, et pour partager nos expériences lors des ateliers avec les enfants.

C. Remerciements

Nous voudrions remercier pour l'ensemble de leur aide tout au long du projet :

L'ASTEP et l'ENSAIA dont le partenariat nous a permis de choisir ce projet professionnel, l'ASTEP pour la formation que nous avons suivie et l'ENSAIA et l'Université de Lorraine pour le matériel fourni pendant les interventions et la fête des Sciences de Gentilly.

Notre tutrice Mme Anne-Marie Révol pour le suivi du projet tout au long de l'année et ses conseils.

L'école des Trois-Maisons de Nancy et les professeurs des classes dans lesquelles nous sommes intervenus : Nelly Carême (Classe de CP), Alice Python (Classe de CP/CE1), Jean-Pierre Simmonot (Classe de CE1) et Anne-Claire Ackermann (Classe de CE2).

Les élèves des classes dans lesquelles nous intervenus pour l'intérêt et la curiosité qu'ils ont porté.

Conclusion

A l'issue de notre travail, nous sommes satisfaits de l'attention qu'ont portée les élèves sur les sciences. Souvent concentrés et attentifs ils ont su retransmettre beaucoup de connaissances à la fête des sciences de Gentilly.

En alternant travaux de groupe et travaux individuels nous avons réalisé d'importantes recherches bibliographiques afin de pouvoir répondre aux questions, parfois surprenantes, des enfants. Nous avons su vulgarisé ces connaissances afin de pouvoir les inculquer à de jeunes enfants aux cours d'activités ludiques et instructives que nous avons imaginées.

Travailler avec ces niveaux scolaires nous a été bénéfique d'un point de vue pédagogique, l'essentiel étant de s'adapter au public. Ce projet était une expérience enrichissante pour les enfants comme pour nous. Il nous a permis de développer nos capacités à travailler en groupe et à gérer une classe.

Hygiène & Alimentation

Tutrice : Anne-Marie REVOL

Année 2014 - 2015

AYAS Dana

BIGORGNE Claire

CHEREAU Hadrien

GILSON Axelle

GRANDJACQUES Coline

LAKHDARI Daunia

PINEAU Joséphine

Résumé

Les micro-organismes sont partout et notre quotidien est affecté par leur présence. En particulier, le regard que l'on porte sur l'alimentation et l'hygiène alimentaire ne peut échapper à la notion de micro-organismes. Toutefois, si certains micro-organismes sont dit « négatifs » et sont dangereux et nocifs, d'autres dits « positifs » peuvent être utiles en industries alimentaires par certaines de leurs propriétés. Ainsi, il est nécessaire de faire la distinction entre ces deux types de micro-organismes.

Il y a un rapport direct entre l'aliment et le risque de contamination. En effet, les causes de contamination sont diverses, mais ont un point commun : elles sont liées à l'hygiène, que ce soit au niveau du plan de travail et de son environnement, ou aux niveaux des gestes et habitudes de l'homme. Face à ces risques, l'homme propose des solutions relatives aux conditions de conservation des denrées alimentaires, à travers divers processus s'appuyant sur les propriétés physico-chimiques de cet aliment. La notion de date limite de consommation s'impose alors, puisque même si la conservation est favorisée, celle-ci n'est pas infinie.

Même si des solutions sont proposées par l'Homme pour assurer la sécurité des aliments, une prévention s'avère quand même utile. Les techniques de désinfection et de nettoyage sont la base pour limiter le risque de contamination microbienne.

Introduction

Les micro-organismes sont des organismes invisibles à l'œil nu, mais qui sont pourtant présents partout, et en particulier dans les aliments.

Certains micro-organismes sont qualifiés de « bons » ou « positifs », puisqu'ils permettent la fabrication de certains aliments fermentés, ou sont utiles pour le bon fonctionnement des systèmes immunitaire/digestif de l'Homme. Par contre d'autres micro-organismes sont dits « mauvais » ou « négatifs ». Ces micro-organismes peuvent être agents d'altération des aliments ou responsables de Toxi-Infections Alimentaires Collectives (TIAC) car pathogènes pour l'Homme. Ils se développent suite à des phénomènes de rupture de la chaîne du froid lors du transport magasin-domicile, de mauvaises conditions de conservation au domicile, un dépassement de la date limite de péremption Ils peuvent être introduits dans les aliments en raison de mauvaises conditions de fabrication en usine mais également suite à des défauts d'hygiène du matériel et/ou des personnes lors de la préparation au domicile du consommateur et de mauvaises conditions de conservation des aliments.

Ainsi il est nécessaire de respecter des règles strictes d'hygiène lors des procédés de fabrication et veiller à la sécurité sanitaire des aliments, mais également de maîtriser l'hygiène chez le consommateur, afin de limiter les différentes sources de contaminations et les problèmes de santé publique.

Comment appréhender ces règles d'hygiène chez des enfants en école primaire ?

L'objectif de notre projet est de sensibiliser les enfants d'une école primaire à l'hygiène alimentaire, en leur expliquant lors de différentes manipulations l'existence et le rôle des micro-organismes sur les aliments et l'impact sur leur santé. Ils pourront en observer au microscope, visualiser leur présence partout dans l'environnement, comprendre l'importance de bien suivre certaines règles d'hygiène lors de la préparation, manipulation, conservation des aliments, et apprendre à repérer les aliments périmés.

Sommaire

Résumé.....	1
Introduction.....	2
I) Les micro-organismes	4
I.1) Présentation des micro-organismes.....	4
I.1.1) Les différents types de micro-organismes	4
I.1.2) Les facteurs influençant la multiplication des micro-organismes.....	5
I.1.3) Leurs conséquences sur les denrées alimentaires.....	7
I.2) Les micro-organismes dans l'alimentation	8
I.2.1) Voies de contamination des aliments	8
I.2.2) Les « bons » micro-organismes.....	9
I.2.3) Les « mauvais » micro-organismes	10
II) La conservation des aliments	12
II.1) Les techniques de conservation.....	12
II.1.1) La conservation par l'utilisation d'agents chimiques	12
II.1.2) La conservation par déshydratation	13
II.1.3) Le traitement thermique des aliments	15
II.1.4) La conservation par le froid	15
II.2) La chaîne du froid et le rangement du réfrigérateur	18
II.2.1) Qu'est-ce que la chaîne du froid ?	18
II.2.2) Le rangement de réfrigérateur.....	19
II.3) Limiter la consommation d'aliments contaminés : DLC et DLUO	20
II.3.1) Détérioration des aliments au cours du temps	20
II.3.2) Dates limites : réglementation	21
II.3.3) Choix et détermination des dates limites de consommation dans l'industrie	23
II.3.4) En pratique : remise en cause des dates limites	23
III) Nettoyage et désinfection.....	24
III.1) Prévention et gestes de sécurité alimentaire.....	24
III.1.1) L'hygiène des personnes	24
III.1.2) L'hygiène des surfaces de travail	26
III.2) Méthodes de nettoyage et désinfection.....	28
III.2.1) Les détergents	28
III.2.2) Les désinfectants	29
III.2.3) Les dangers des produits de nettoyage et de désinfection	32
Conclusion	33
Références bibliographiques.....	34

I. Les micro-organismes

I.1) Présentation des micro-organismes (Hadrien CHEREAU)

I.1.1) Les différents types de micro-organismes

Un micro-organisme est défini comme étant un être vivant microscopique tel que les bactéries, les virus, les champignons unicellulaires (levures, moisissures), et les protistes. Appelés autrefois microbes, les micro-organismes jouent un rôle essentiel dans les cycles écologiques, mais certaines espèces sont pathogènes.

a) Les bactéries

Ces micro-organismes sont des procaryotes unicellulaires simples (micro-organisme généralement unicellulaire dont la cellule, très petite, est dépourvue d'organites et de noyau). Leur génome est réparti entre un ADN circulaire et des plasmides. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 micromètres et leur morphologie est très diversifiée (coques, bâtonnet,). La science en a dénombré 7300 espèces différentes et la population totale est estimée entre 4 et 6 mille milliards de milliards de milliards de bactéries dans le monde. Ces bactéries peuvent se développer dans une très large gamme de conditions environnementales.

Elles se divisent très rapidement par scissiparité et dans les conditions optimales de croissance, la population de bactéries peut doubler en vingt minutes.

Les bactéries sont présentes dans de nombreux écosystèmes et notamment dans les produits alimentaires. Certaines bactéries peuvent avoir un effet bénéfique, comme les bactéries lactiques responsables de la fermentation lactique dans les yaourts, ou au contraire être pathogènes et représenter un danger sanitaire (infection alimentaire) (GELINAS, 1995 ; JOFFIN, 2010).

b) Les champignons

Comme les bactéries, les champignons sont présents dans le sol, l'eau et l'air. Ici, le terme champignon caractérise les champignons microscopiques comme les moisissures et les levures.

- *Les levures*

Les levures sont êtres vivant de 6 à 10 micromètres, unicellulaires eucaryotes (Se dit d'un organisme dont le noyau cellulaire est séparé du cytoplasme par une membrane). Elles vivent dans des milieux humides, à une température inférieure à 25°C et à des pH compris entre 3,4 à 5,5. La libération de toxines peut entraîner des intoxications alimentaires.

Elles sont aptes à provoquer la fermentation des matières organiques animales ou végétales en transformant les sucres en alcool (fabrication de bière par la « levure de bière »). Elles peuvent être responsables du gonflement de certains produits alimentaires comme le pain par la « levure de boulanger ».

La multiplication de ces micro-organismes est majoritairement asexuée (scissiparité) (GELINAS, 1995 ; JOFFIN, 2010).

- *Les moisissures*

Les moisissures sont des champignons microscopiques de 1 à 60 micromètres.

Ce sont des êtres vivants qui décomposent la matière organique de son hôte et le dégradent. Cette action leur permet d'assurer les structures reproductrices.

Leur multiplication se fait par reproduction asexuée par émission de spores et parfois par reproduction.

Certaines moisissures sécrètent ainsi des mycotoxines qui sont des composés toxiques responsables d'intoxications alimentaires, d'autres sont des agents d'altération des produits alimentaires. Les moisissures ont une utilité médicale. Elles sont à l'origine de la découverte de la pénicilline, un antibiotique produit naturellement par les moisissures du genre *Penicillium* (GELINAS, 1995 ; JOFFIN, 2010).

c) Les virus

Un virus est une entité biologique nécessitant un hôte, dont il utilise le métabolisme et ses constituants pour se répliquer, ils sont à la frontière du vivant.

Ils ne possèdent qu'un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN) et mesurent entre 20 et 300 nanomètres.

On peut citer l'hépatite A, qui se transmet par les voies oro-fécales ou par la consommation d'eau usée. Elle provoque un ictère, des maux de tête, de la fièvre (SAGAR et GOYAL, 2006).

I.1.2) Les facteurs influençant la multiplication des micro-organismes

De nombreux facteurs influencent le développement et la vitesse de croissance des micro-organismes.

a) Les composés nutritifs

Pour permettre le développement des micro-organismes, le milieu doit contenir tous les éléments nécessaires à sa croissance.

Les micro-organismes ont besoin d'une source de carbone organique ou non, d'hydrogène, de soufre et de phosphore, qui sont apportés par les éléments inorganiques ainsi que de sels minéraux.

La majorité des micro-organismes utilisés en industries alimentaires sont hétérotrophes (besoin de matière organique), mais certains sont autotrophes (substrat minéral).

Les moisissures peuvent se développer sur des aliments à faibles a_w . Ainsi, on retrouve certaines moisissures sur des aliments secs comme du lait en poudre ou des céréales (GUIRAUD, 2012).

b) Influence de la température

La température a une action directe sur le métabolisme des micro-organismes selon la loi d'Arrhenius. Le froid peut ralentir l'activité cellulaire et peut entraîner le blocage de la croissance des micro-organismes non accommodés à de basse température, c'est le principe de la congélation.

La gamme de température optimum pour la plupart des micro-organismes est située entre 20 et 45°C (figure 1). Cependant, cette gamme varie selon le type de la bactérie. On en distingue trois :

- les psychrophiles ont une température optimale de croissance inférieure à 20°C (action dans la dégradation des produits laitiers et aliments conservés au froid).

- les mésophiles dont la température optimale de croissance est comprise entre 20 et 45°C (pathogènes pour l'homme).
- les thermophiles avec une température optimale de croissance supérieure à 60°C (par exemple des bactéries du genre *Lactobacillus*).

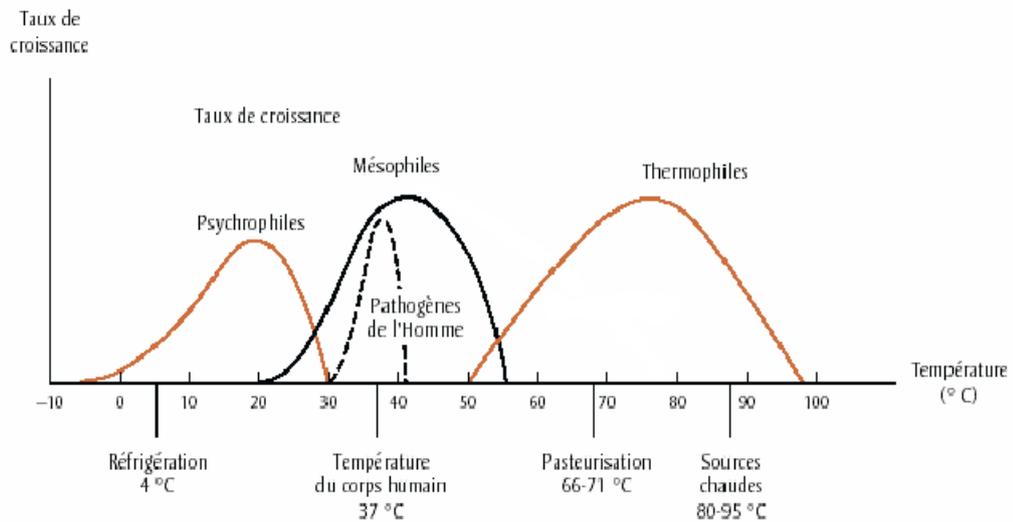


Figure 1 : L'influence de la température sur la croissance bactérienne.

La réfrigération des aliments permet de limiter la prolifération bactérienne et ainsi les risques d'intoxication alimentaire car les bactéries mésophile du corps humain se développent peu en dessous de 15°C (GUIRAUD, 2012).

c) Influence du pH

Le pH influe sur la perméabilité cellulaire et la disponibilité des substrats, ainsi il peut influencer le développement de certains micro-organismes.

Les bactéries se développent principalement sur des aliments à pH neutre, comme la viande ou le poisson, leur croissance étant inhibé si le pH est inférieur à 4,5. Cette inhibition est à l'origine de la conservation de certains aliments par le vinaigre et par la fermentation lactique. Cela explique également la meilleure conservation des aliments acide et des aliments fermentés.

Les champignons (levures, moisissures) tolèrent une gamme de pH beaucoup plus large (2 à 8,5). Ces micro-organismes peuvent donc proliférés dans les jus de fruits acides (GUIRAUD, 2012).

d) Influence de l'oxygène

Les bactéries peuvent être différenciées en fonction de leur comportement vis-à-vis de l'oxygène (GUIRAUD, 2012) :

- Les aérobies stricts qui ne peuvent se développer uniquement en présence de dioxygène.
- Les anaérobies stricts se développent uniquement en absences de dioxygène.
- Certaines bactéries sont indifférentes à la présence de dioxygène, elles sont dites aéro-anaérobies.

Les champignons sont des organismes aérobies, cependant, certains peuvent se développer au sein d'un aliment dans un milieu anaérobie.

e) Influence du sel

Le sel est utilisé depuis des siècles pour conserver la viande (jambon) et le poisson (morue) car il empêche la prolifération des micro-organismes. En effet, le sel a une influence sur la pression osmotique, il attire et retient l'eau ce qui priverait les micro-organismes de cet élément indispensables à leur développement. Le sel a une activité bactériostatique (qui arrête la multiplication des bactéries sans les détruire). Cependant, certaines bactéries nommées halophiles s'accommodent à cette concentration en sel. De plus, la plupart des moisissures supportent ces teneurs en sels, ce qui explique la contamination des confitures ou des charcuteries très salées (LOZACH, 2001).

I.1.3) Leurs conséquences sur les denrées alimentaires

Les différents aliments sont des milieux plus ou moins propices aux micro-organismes. En effet, leur pH, leur a_w ... influent sur la croissance des micro-organismes.

a) Les aliments secs

Des aliments comme les céréales ou les biscottes ou biscuits issus de farine sont caractérisés par un a_w faible qui empêche le développement microbien. Seules des mauvaises conditions de conservation (humidité) entraînent la formation de moisissures et la détérioration des qualités organoleptiques de ces denrées.

A contrario, les farines et les féculs portent d'importantes charges microbiennes qui compromettent la stabilité des produits dans lesquelles elles sont introduites comme le pain qui peut moisir avant de se dessécher ou devenir filant par l'action de *Bacillus mesentericus*.

b) Les aliments sucrés

Les produits riches en sucres (sirops, bonbons, confitures..) sont peu sujets aux altérations microbiennes. Une forte teneur en sucre implique un a_w très faible et un pH relativement bas. Cependant dans le cas d'une condensation d'humidité, il peut y avoir une dilution de la couche superficielle du produit et une contamination apportée par l'air. Il peut donc en suivre un développement de moisissures ou de levures (CHEFTEL et CHEFTEL, 1977).

c) Les viandes

La viande fraîche en raison de sa teneur en eau, de son pH et de sa teneur en nutriment contribue un excellent milieu de culture pour de nombreux germes. Le dessèchement ou non de la surface provoque respectivement le développement de moisissures ou de bactéries aérobies responsables d'odeur et de saveur anormale.

Les steaks hachés au potentiel d'oxydoréduction très positif (+250mV) sont sièges dans toute leur masse de prolifération aérobie.

Pour les viandes fraîches préemballées il faut prendre en compte la perméabilité de l'emballage à l'oxygène et à l'anhydride carbonique qui peut favoriser une flore aérobie ou au contraire micro-aéroophile ou anaérobie (CHEFTEL et CHEFTEL, 1977).

Les salaisons peuvent se classer en trois groupes :

- produit riche en sel et à faible a_w (saucisson..) principalement affectés par les moisissures.
- les produits riches en eau (saucisse) affecté par les moisissures et les bactéries.

- les produits relativement riches en eau, protégés par un emballage étanche et pasteurisés (jambon cuit)

d) Les fruits et légumes

Les légumes ont un pH compris en 5,5 et 6,5 ce qui les rend vulnérables aux bactéries. Les fruits ont un pH qui dépasse rarement les 4,5 ce qui les rends sensibles aux moisissures et parfois de levures. D'autres facteurs rentrent aussi en compte ce qui justifie une altération particulière pour chaque famille de fruits (CHEFTEL et CHEFTEL, 1977).

e) Le lait et les œufs

Le lait est une denrée très périssable dans la mesure où son pH de 6,5 permet le développement de bactéries, levures et de moisissures. Selon la température il est infecté par différents types de bactéries qui peuvent modifier le pH et parfois réaliser une fermentation lactique (*Lactobacillus* par exemple). Elles peuvent aussi provoquer un épaississement du lait ou modifier sa saveur ou son odeur. Ces modifications sont utilisées pour faire du fromages, du beurre ou encore de la crème.

Chez les œufs, il existe grâce à la coquille un obstacle mécanique à la contamination et son pH de 9,5 le rend peu favorable au développement microbien. Cependant si la coquille est humide les micro-organismes peuvent traverser les pores de la coquille et atteindre le jaune qui est un milieu de culture très favorable (CHEFTEL et CHEFTEL, 1977).

I.2) Les micro-organismes dans l'alimentation (Coline GRANDJACQUES)

Les micro-organismes sont présents partout et les aliments ne font pas exception à la règle, ils sont ainsi contaminés de diverses façons. Certains micro-organismes sont pathogènes et représentent des risques pour l'Homme, cependant ce n'est pas le cas de tous, bien au contraire ! Depuis toujours l'Être humain se sert de micro-organismes pour transformer des aliments de base, comme les céréales, le lait en yaourts, fromages, vins, pains...

I.2.1) Voies de contamination des aliments

a) Contamination endogène /exogène

La plupart des aliments proviennent de végétaux ou d'animaux. Ainsi par exemple les aliments d'origine animale peuvent être contaminés de plusieurs façons :

- Soit l'animal dont provient l'aliment est déjà atteint par une maladie microbienne : les micro-organismes sont donc transmis à l'aliment. On parle alors de contamination endogène : les micro-organismes proviennent de l'aliment même, ou de l'organisme qui le produit.
- Soit l'animal dont provient l'aliment est sain, mais le produit a été contaminé lors de manipulations secondaires, comme lors de l'entreposage ou de la préparation. On parle alors de contamination exogène : l'aliment est contaminé par les micro-organismes présents dans son entourage : air, eau, sol, consommateur...

b) Principales sources de micro-organismes

- L'intestin des animaux, qui contient environ 10^{11} germes, est une véritable source de micro-organismes, puisqu'ils sont transmis par voie fécale dans l'eau et le sol, et contaminent ainsi les plantes.
- Dans l'air et la poussière on retrouve la plupart des moisissures, bactéries et levures.

(GUIRAUD, 2012).

I.2.2) Les « bons » micro-organismes

a) Les micro-organismes permettent la fabrication d'aliments

La prolifération de micro-organismes dans un aliment provoque des modifications d'aspect, de couleur, de texture, de goût, d'odeur quand la quantité de germes dépasse une certaine concentration (environ 10^6 par gramme d'aliment). Cette modification est parfois souhaitée, pour la fabrication d'aliments spécifique, comme les yaourts, la bière, le vin, le saucisson, le beurre, les fromages ou la choucroute (GUIRAUD, 2012).

- *Fermentation lactique, fabrication des yaourts*

La fermentation lactique du lait permet la fabrication de yaourts. Le lait, composé de glucides, en particulier de lactose, est métabolisé par des bactéries lactiques thermophiles spécifiques, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, qui produisent de l'acide lactique à une température adaptée (42 à 46°C). La fermentation est de type homofermentaire, c'est-à-dire que le lactose du lait est hydrolysé par la β D-galactosidase en glucose et galactose, et le bilan suivant est obtenu : 1 lactose \rightarrow 1 galactose + 2 acide lactique (DE ROISSART et LUQUET, 1994).

Cette acidification du lait modifie sa texture et sa saveur, et avec la libération d'autres métabolites cela donne du yaourt.

- *Fermentation alcoolique, fabrication de boissons alcoolisées*

La fermentation alcoolique permet la production d'éthanol et de CO_2 à partir de glucose et de l'action de levures. L'équation bilan est la suivante :



Selon le type de boisson alcoolisée voulue, différents micro-organismes seront utilisés : par exemple pour le vin ou la bière c'est *Saccharomyces cerevisiae* qui est impliquée.

Pour la fabrication du vin par exemple, on utilise du jus de raisin sucré. Cependant il faut que la concentration en sucre du jus soit inférieure à 250g/L, puisque au-delà de cette valeur les levures ne fonctionnent plus. La concentration en alcool maximale dépend des variétés de levure, elle varie de 5 % à 23 % : au-dessus de cette concentration la levure meurt, puisque l'éthanol est toxique pour les cellules (IOC, 2011).

La bière est obtenue par la fermentation alcoolique d'un moût provenant de la macération de malt d'orge. Pendant la macération, l'amidon est transformé en dextrines puis en maltose et glucose (GUIRAUD, 2012).

b) Rôle des micro-organismes intestinaux

La flore intestinale de l'Homme est composée d'environ 100 000 milliards de bactéries, de plus de 400 espèces différentes ! Ces micro-organismes influencent fortement la santé digestive, mais aussi plus largement tout le système immunitaire. Ils ont, entre autres, un rôle de protection : ils représentent une barrière aux antigènes pathogènes de l'environnement. Ils permettent également la dégradation de certains substrats comme les acides gras ou l'urée (ANONYME, 2013 a ; BOURLIOUX, 1998).

I.2.3) Les « mauvais » micro-organismes

a) Les principaux micro-organismes pathogènes

Certains micro-organismes sont pathogènes, responsables de maladies plus ou moins graves et de la dégradation des aliments.

Tableau 1 : récapitulatif des principaux micro-organismes pathogènes dans les aliments.

Micro-organismes	Origine	Aliments concernés :
<i>Escherichia coli</i>	Origine fécale, eaux usées, sol, matières premières non décontaminées ...	Tous produits
<i>Staphylococcus aureus</i>	Origine humaine (nez, bouche, gorge, peau), plaies infectées.	Produits manipulés
<i>Salmonella</i>	Origine fécale, environnementale	Tous produits et particulièrement ovoproduits
<i>Clostridium perfringens</i>	Origine fécale, eaux usées, sol, ...	Plats en sauce, viandes, volailles, poissons cuits
<i>Campylobacter jejuni</i>	intestin	volailles
<i>Listeria monocytogenes</i>	Environnement	Tous produits

b) Les intoxications alimentaires

Une toxi-infection est une infection causée par l'ingestion d'aliments contaminés par des micro-organismes. Environ 400 espèces microbiennes pathogènes peuvent se retrouver dans les aliments et causer des maladies aux humains (GELINAS, 1995).

La majorité des toxi-infections microbiennes proviennent de la préparation d'aliments à la maison, au restaurant ou en institution : les principales causes étant la mauvaise réfrigération des aliments, la consommation d'aliments crus, l'entreposage trop prolongé d'aliments, la manipulation d'aliments par des employés infectés, le réchauffage insuffisant, ou le nettoyage des ustensiles/tables de travail insuffisant.

Certains aliments sont plus ou moins sensibles au développement de micro-organismes pathogènes, et donc plus ou moins « fragiles ». Les aliments qui causent la majorité des toxi-

infections alimentaires sont les aliments d'origine animale tels que la viande, les produits laitiers ou les produits marins (tableau 2).

Tableau 2 : Récapitulatif des causes/conséquences de la contamination de certains aliments par certains germes (JOHNSON, 2002).

Micro-organismes	Durée d'incubation	Dose infectieuse	Symptômes	Durée
A. Intoxinations avec production de toxines dans l'aliment				
<i>Bacillus cereus</i> (émétique)*	1 - 6 h		Nausées, vomissements	6 - 4 h
<i>Clostridium botulinum</i>	6 h - 8 jours		Paralysie musculaire, troubles de la vision, constipation, difficultés respiratoires	1 - 10 jours lésions : semaines - mois
<i>Staphylococcus aureus</i>	30 min. - 8 h	10 ⁶	Vomissements, diarrhées	1 - 2 jours
B. Intoxinations avec production de toxines dans l'intestin				
<i>Bacillus cereus</i> (diarrhéique)*	6 - 12 h	10 ⁵ - 10 ⁷	Crampes abdominales, diarrhées	
<i>Clostridium perfringens</i>	6 - 12 h	10 ⁷ - 10 ⁸	Crampes abdominales, diarrhées	12 - 24 h
C. Infections avec production de toxines après adhésion mais sans invasion des cellules de l'hôte				
<i>Escherichia coli</i> ETEC (ST)*	16 - 48 h	10 ⁵ - 10 ⁸	Diarrhées (crampes abdominales, vomissements, fièvre)	1 - 2 jours
<i>Escherichia coli</i> ETEC (LT)*	16 - 48 h	10 ⁵ - 10 ⁷	Diarrhées (crampes abdominales, vomissements, fièvre)	1 - 3 jours
<i>Escherichia coli</i> (O157:H7)*	1 - 7 jours	10	Diarrhées, crampes abdominales, diarrhées sanguinolentes (maux de tête)	Jours - semaines
<i>Vibrio cholerae</i> *	2 - 5 jours	10 ⁸	Diarrhées, crampes abdominales (vomissements)	4 - 6 jours
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> *	3 - 76 h	10 ⁵ - 10 ⁷	Diarrhées, crampes abdominales (nausées, vomissements, fièvre)	3 - 7 jours
D. Infections localisées aux cellules épithéliales et au système immunitaire intestinal				
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>		500	Diarrhées sanguinolentes, crampes abdominales, maux de tête, fièvre	5 - 8 jours
<i>Salmonella</i> spp.	18 h	10 ⁵ - 10 ⁸	Diarrhées, vomissements, crampes abdominales, fièvre	3 - 5 jours
<i>Yersinia enterocolitica</i>	3 - 7 jours		Diarrhées, arthrites (séquelles)	1 - 2 jours
E. Infection avec invasion de l'organisme				
<i>Listeria monocytogenes</i>	Jours - semaines	< 100	Méningites	Semaines

II. La conservation des aliments

II.1) Les techniques de conservation (Daunia LAKHDARI)

La conservation a pour but de prolonger la durée de vie des aliments. Il s'agit d'un problème auquel l'homme doit faire face depuis des siècles. De nombreuses techniques ont été développées d'abord pour assurer le stockage des récoltes et éviter les périodes de famines. Il s'agit maintenant de pouvoir maîtriser les dangers liés à la consommation d'un produit, le plus longtemps possible, et à tout moment (en usine, au cours du transport et chez le consommateur).

La conservation vise à réduire le risque d'intoxications alimentaires causée par le développement de micro-organismes mais permet également de limiter des altérations non pathogènes dues à l'action d'agents environnants tels que la lumière ou l'air qui modifieraient l'aspect physiques ou les propriétés de l'aliment.

Afin de déterminer les meilleures techniques de conservation d'un aliment donné, il faut déterminer l'ensemble des facteurs et réactions qui risqueraient de le détériorer.

I.1.1) La conservation par l'utilisation d'agents chimiques

Le sel, le sucre et l'huile sont utilisés traditionnellement et depuis très longtemps comme conservateurs ; et sont des agents de conservation (pour la plupart synthétique) couramment utilisés dans l'industrie alimentaire.

a) Le sel

Le sel est utilisé dans de nombreux pays et de manière traditionnelle pour conserver les viandes et poissons (fumage). Il est aujourd'hui utilisé dans l'industrie alimentaire et notamment en fromagerie, charcuterie ainsi que pour certains poissons (exemple : harengs).

Il existe deux types de procédés de conservation utilisant le sel :

- La salaison : ajout de sel sec directement sur le produit. En plus de son action antimicrobienne, cette méthode donne un goût particulier, une couleur et une texture agréable à l'aliment.

- Le saumurage : il s'agit de plonger l'aliment un certain temps, dans une solution contenant de l'eau plus ou moins concentré en sel et qui peut contenir également des aromates (pour donner un certain goût au produit), cette solution est appelée saumure. Il est possible d'ajouter des additifs à cette saumure dans le but d'éviter toute contamination du produit. Les cellules sont en plasmolyse, il y a sortie d'eau et entrée de sel au sein des cellules.

Il s'agit d'un procédé simple à réaliser et économique. Il entraîne une modification du goût qui peut être agréable s'il est recherché mais qui peut être un inconvénient si on considère qu'un bon conservateur doit préserver au maximum toutes les caractéristiques du produit (dont le goût). Ce procédé présente un inconvénient: il peut modifier les propriétés nutritionnelles de l'aliment.

b) Le sucre

Comme pour le sel, le sucre agit sur la teneur en eau des aliments.

La conservation par le sucre est majoritairement utilisée pour les fruits et ne se fait qu'à chaud.

Les sirops, confitures, gelées, pâtes de fruits et fruits confits issus de l'utilisation du sucre sur les fruits, augmentent leurs durées de consommation.

c) L'huile

L'huile est utilisée sur les légumes comme les tomates ou encore les champignons comme agent conservant. Il permet d'isoler le produit de l'air et d'éviter les contaminations et oxydations du produit. La qualité de l'huile doit être élevée puisqu'elle ne doit pas s'oxyder à la lumière ou au contact de l'air afin d'assurer une conservation optimale de l'aliment (ANONYME, 2013 b).

d) Les additifs alimentaires

Il s'agit d'une catégorie très générale comprenant l'ensemble des substances chimiques ajoutées aux aliments dans le but de maintenir leurs qualités et leurs caractéristiques. Afin d'assurer l'utilisation de produits et de quantités non nocives, les additifs doivent répondre des normes établies par de nombreuses autorités comme par exemple l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (AESA) ou encore le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine (CSAH).

Les conservateurs font partie des additifs alimentaires. Ils permettent d'inhiber la croissance microbienne et ralentissent ainsi la détérioration du produit (ANONYME, 2006).

Le propionate de calcium (code E282) est un exemple de conservateur utilisé dans l'industrie alimentaire, il prévient les moisissures sur le pain et les aliments cuits. Comme la plupart des conservateurs, il présente quelques effets secondaires (selon la dose appliquée et dans certaines conditions d'utilisation) plus ou moins dangereux. Dans le cas de cet exemple, l'agent peut provoquer des migraines (LEWIS, 1989).

Le sel, le sucre et l'huile sont utilisés depuis longtemps comme agent de conservation. Il existe d'autres techniques de conservation qui sont toujours utilisées aujourd'hui et qui ont également été découvertes et utilisées par les hommes depuis de nombreux siècles.

I.1.2) La conservation par déshydratation : Le séchage

Le séchage est un procédé très ancien et toujours utilisé en Afrique par exemple où des légumes comme le piment sont déposés sur un plan ou des draps et sont laissés à l'air libre. Cette méthode reste tout de même fastidieuse (vérification de l'état) et peu hygiénique.

Aujourd'hui ce procédé est encore utilisé de manière améliorée et à l'échelle industrielle.

a) Comment procède-t-on au séchage des aliments ?

Le séchage se fait à des températures comprises entre 30°C et 50°C pour ne pas cuire les aliments et donc altérer leurs qualités (30°C à 35°C pour les herbes pour préserver les huiles essentielles).

Il existe plusieurs méthodes de séchages :

- Le séchage par le soleil permet d'obtenir un produit de meilleure qualité que par chauffage.

- Séchage par entraînement d'air : transfert de chaleur à l'aliment par convection

- Lyophilisation : l'aliment est initialement à l'état congelé. On enlève l'eau par sublimation de la glace (sous conditions de pression et de température favorable à l'opération). L'eau est ensuite condensée en glace.

En plus de ces méthodes, le séchage est caractérisé par le débit d'air utilisé lors de l'opération. Le séchage est dit continu pour un grand débit d'air. Il est donc plus énergétiquement (exemple tunnel de séchage). C'est pourquoi il est préférable d'opter pour un séchage discontinu (exemple : four à air chaud. Utilisé pour sécher les tranches de fruits.).

b) Les conséquences du séchage sur les aliments

Cette technique entraîne une diminution du taux d'humidité de l'aliment. L'aliment devient un milieu hostile au développement des micro-organismes ce qui ralentit le processus de décomposition de l'aliment. Il s'agit d'un procédé qui ne tue pas les micro-organismes mais qui ralentit leurs développements (LOENZ-LADENER, 2011).

Ce procédé est utilisé plus particulièrement sur les fruits, les champignons, les légumes, les herbes, la viande, le poisson...

Le séchage peut conduire à un changement de couleur du produit, une réduction du volume qui entraîne une concentration des valeurs nutritives, une concentration en sucre (exemple des fruits secs). Le goût est plus intense sans qu'il y ait pour autant de modification de l'arôme (il est préférable de prendre un fruit savoureux et mûr pour que les effets sur le goût soient présents).

Cette méthode de séchage présente des avantages et des inconvénients (tableau 3).

Tableau 3: Avantages et inconvénients des méthodes de séchage.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Moins de pertes en éléments nutritifs que par la conservation par cuisson et chauffage à haute température (conserves) -Gains de place pour le stockage (moins volumineux) et réduction du poids (avantage pour le transport) -Intérêt de la poudre de légumes pour relever les plats et soupe -Champignons : bon exhausteur de goût et plus encore sous forme déshydraté -Intensification du goût de l'aliment 	<ul style="list-style-type: none"> -Perte en vitamines C et B -Viande : pour des raisons d'hygiène, méthode peu utilisée. Reste effectué dans certains pays car fait partie de leurs cultures (Afrique subsaharienne, États-Unis) -> danger des trichines et vers solitaires d'où séchage uniquement de viande d'animaux herbivores. -Il existe d'autres modes de conservations plus intéressants (ex : congélation) ; certains légumes (ex pommes de terres, oignon) se conservent longtemps

Il existe un autre moyen de déshydraté mais différent du séchage, il s'agit de l'évaporation qui correspond à l'ébullition des aliments liquides afin d'en extraire le maximum d'eau. Les aliments qui peuvent subir ce procédé sont les jus de fruit, le lait ou encore le café et ce, de manière intermédiaire, dans le but de fabriquer un produit à posteriori. Cette méthode permet de pré-concentrer un aliment avant d'effectuer les autres étapes nécessaires à l'obtention du produit final, ou bien de réduire le volume du produit pour qu'il soit plus simple à utiliser par le consommateur, ou encore de modifier la saveur et la couleur du produit (comme pour le sucre qui, une fois chauffé, devient du caramel) (LOENZ-LADENER, 2011).

I.1.3) Le traitement thermique des aliments

a) L'action de la chaleur

L'application du traitement thermique a pour but la destruction des micro-organismes qui peuvent potentiellement affecter la santé des consommateurs. Mais comme les autres procédés visant la conservation des aliments, il empêche la modification des propriétés physiques et nutritionnelles des aliments causé par la présence de micro-organismes. Enfin, le traitement thermique a pour avantage de désactiver l'action des enzymes présentes.

L'efficacité de ce mode de conservation dépend de différents paramètres :

- La résistance thermique des micro-organismes et des enzymes présentes dans l'aliment
- La teneur microbienne initiale contenue dans l'aliment avant le traitement
- Le pH du produit
- L'état physique de l'aliment

Par conséquent, le traitement thermique est spécifique (non extrapolable) et est caractérisé par un barème comprenant le temps d'action et la température à appliquer (dépendent des paramètres cités ci-dessus).

b) Les principaux traitements thermiques appliqués dans le domaine alimentaire

- *La stérilisation*

Cette opération a pour but l'élimination totale et définitive des micro-organismes et des spores. L'aliment est chauffé à plus de 100°C. Le lait, certains jus de fruits et les soupes sont des exemples de produits traités par stérilisation.

- *La pasteurisation*

L'aliment est initialement mis dans des conditions de températures allant de 66°C à 71°C de manière à détruire la plupart des cellules microbiennes. L'étape suivant le chauffage est un refroidissement brusque de l'aliment (4°C) afin d'éviter la prolifération des micro-organismes ayant survécu à l'étape précédente. Cette méthode est plus couramment utilisée dans l'industrie alimentaire puisque certains aliments deviennent inconsommables après stérilisation.

Il existe différents types de pasteurisation :

- La haute pasteurisation : elle se fait à des températures élevées (72°C à 82 °C) et est utilisée pour traiter le lait utilisé pour faire des yaourts ou du fromage.
- La basse pasteurisation : températures comprises entre 63°C et 65°C (COLLONA et SPINLER, 2008).

I.1.4) La conservation par le froid

Il existe trois types de traitement par le froid : la réfrigération, la congélation et la surgélation. Le point commun à ces trois traitements est le maintien à basse température d'aliments réfrigérés, ce qui permet d'une part de ralentir la croissance des micro-organismes et ainsi de limiter la survenue de toxi-infections alimentaires ; et d'autre part de conserver les qualités nutritionnelles des aliments.

a) La réfrigération (Dana AYAS)

La réfrigération permet de réduire la température du produit (pour atteindre une température comprise entre 4°C et 8°C afin de ralentir la croissance des micro-organismes et ainsi, de retarder la dégradation du produit.

La température de réfrigération nécessaire au maintien physique et biochimique de l'aliment dépend de la nature de l'aliment (HOUIS, 2013).

- *Quelles sont les températures réglementaires de conservation et comment est-effectué ce choix ?*

Chaque type de d'aliment possède un facteur limitant qui détermine le choix de la température de conservation. La plupart du temps, c'est la présence naturelle d'un micro-organisme (par exemple, le tube digestif des volailles abrite des salmonelles). La température de conservation prend alors en compte le milieu de vie critique du micro-organisme. (HUI)

Toutefois le froid ne permet qu'une inhibition de la multiplication, et ce phénomène est réversible quand l'aliment se trouve exposé à une température plus élevée coïncidant avec un milieu de vie optimal pour la bactérie (DEFORGES et al. a).

- *Quelques exemples d'utilisation*

Les œufs en coquille doivent être conservés à une température ambiante, à l'abri du soleil et ne doivent pas subir de chocs thermiques répétés qui diminuent la protection naturelle de la coquille. En revanche chez le consommateur final, la réfrigération des œufs optimise leur conservation. Le poisson frais subit des phénomènes enzymatiques très fragilisant, aussi la conservation est-elle demandée à la température de la glace fondante c'est à dire entre 0C et +2 C. Les viandes hachées et les filets de poisson demandent également une température comprise dans cette plage car le morcellement ou le filetage sont des transformations qui en déstructurant la chair la rendent plus vulnérable (DEFORGES et al b ; INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION).

Comme pour la réfrigération, la congélation repose sur la diminution de la température du produit.

Dans ce type de procédé, la réduction de température est telle que l'on obtient la formation de cristaux de glace à partir de l'eau contenu dans l'aliment traité.

b) Congélation et surgélation (Dana AYAS et Daunia LAKHDARI)

La congélation et la surgélation sont différentes, mais présentent tout de même des points communs (tableau 4).

Tableau 4 : Congélation et surgélation. (ORGANE OFFICIEL DE L'ASSOCIATION FRANCAISE DU FROID, 1999).

Nom du traitement	Température	Utilité
Congélation	Entre 0 °C et -15 °C à -18 °C	<ul style="list-style-type: none"> - Abaissement et maintien de la température de l'aliment en dessous de la température de fusion de la glace (0 °C). - Possibilité de consommer les aliments plusieurs années après le début de leur congélation si celle-ci est ininterrompue. - Arrêt irréversible des réactions métaboliques. - Selon la loi d'Arrhenius, il y a diminution des vitesses de réaction et donc dégradation (sénescence) plus lente. - Disparition de certains micro-organismes pendant l'entreposage : les bactéries gram - .
Surgélation	Refroidissement brutal (-15 à -18 °C) puis congélation pouvant aller jusqu'à -40 °C.	-Abaissement très rapide de la température et formation de très petits cristaux de glace, ce qui évite de déchirer l'enveloppe des cellules du produit.

Il peut y avoir des modifications de la texture du goût ou de la couleur du produit lors de la décongélation. C'est pourquoi la congélation ne peut pas être utilisée de manière universelle. Il existe des aliments pour lesquels la congélation ne convient pas, exemple de la salade verte.

L'effet de la congélation sur le produit (notamment les fruits et légumes) dépend de la vitesse de congélation. Plus la vitesse de congélation est élevée, moins il y a de déplacement d'eau (osmose) du milieu intracellulaire au milieu extracellulaire, et moins l'exsudation sera importante lors de la décongélation de l'élément.

En effet, le problème qui résulte de la congélation des fruits et légumes est la perte élevée en eau de ces aliments lors de la décongélation. Ceci entraîne une modification de la texture des produits ce qui les rend parfois inutilisable (exemple : salade) sauf en les retravaillant par exemple sous forme de smoothies, soupes...

La surgélation diminue l'ampleur de ce phénomène.

Exemples (BAZINET et CASTAIGNE, 2011) :

- La peroxydase et la catalase des légumes sont des enzymes qui fonctionnent même à des températures très faible et dont l'action cellulaire durant la congélation et le temps d'entreposage induit une modification de la couleur et du goût de ces aliments. Pour éviter cette altération, une solution est de blanchir les légumes. (Ce procédé est un moyen qui permet aussi d'éliminer une partie des micro-organismes présents dans l'aliment grâce à la forte température à laquelle est exposé le produit).
- Les lipases des viandes et poissons fonctionnant également à très faible température limite leurs temps de conservation.

II.2) La chaîne du froid et le rangement du réfrigérateur (Dana AYAS)

Les produits réfrigérés deviendraient de plus en plus populaires car ils sont particulièrement faciles à utiliser. Il est nécessaire de garder des niveaux de sécurité et d'hygiène élevés quant à la manipulation de ces produits (ANONYME, 2014).

II.2.1) Qu'est-ce que la chaîne du froid ?

a) Les différentes étapes de la chaîne du froid

« La chaîne du froid est un ensemble d'opérations visant à maintenir un produit alimentaire à une température donnée pour assurer le maintien de sa salubrité ou ses qualités gustatives » (SEVERINE, 2011).

La chaîne du froid comprend différentes étapes (figure 2).



Figure 2 : Les différents intermédiaires de la chaîne du froid.

Il est important que les étapes se succèdent sans interruption. En effet, lors d'une telle interruption, les bactéries qui sont toujours vivantes, ont des conditions favorables à leur prolifération car il y a une augmentation de la température. Cette prolifération est d'autant plus importante pendant une longue décongélation à température ambiante. Lors d'une recongélation, il y a bien un refroidissement mais qui se fait lentement : les bactéries ont le temps de proliférer pendant quelques heures avant que l'aliment soit suffisamment refroidi pour limiter la croissance.

L'exemple suivant permet de quantifier l'impact d'une interruption de la chaîne du froid:

« Si l'on prend un aliment qui contient un type de bactérie qui se reproduit toutes les 20 minutes, qu'il est resté 3 heures à température ambiante et a mis 3 heures à être complètement recongelé, cet aliment peut contenir à la fin 1024 fois plus de bactéries qu'à l'origine » (ALIMENTATION.GOUV, 2011).

b) Les obstacles à la chaîne du froid

Mais les risques d'une interruption sont partout, car il existe des obstacles à la sécurité de la chaîne, que ce soit lors de la production et du conditionnement du produit, lors de la distribution dans un rayon frigorifié d'une grande surface, ou encore au niveau de la consommation.

Les causes possibles sont un temps d'attente trop long au moment des chargements et déchargements, une mauvaise circulation de l'air froid dans le camion frigorifique, ou une mauvaise disposition des produits sur les meubles de vente.

Le dernier facteur reste le plus important car c'est souvent chez les consommateurs qu'il y a un problème de sensibilisation et de manque d'informations, notamment car les réfrigérateurs sont mal réglés.

Les moyens de prévention sont multiples mais reposent sur le même principe, qui est le contrôle de la température. Ainsi, au niveau de la production, du stockage, du transport et de la distribution, il est possible d'utiliser des enregistreurs de températures.

Le consommateur quant à lui, doit faire attention aux réglages de son réfrigérateur. Il peut aussi prendre des sacs isothermes pour faire ses courses, ou réduire le temps d'attente dans sa voiture (MINISTERE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES ET DES INDUSTRIES, 2006).

II.2.2) Le rangement du réfrigérateur

Puisque le rangement du réfrigérateur est un des facteurs importants dans la chaîne du froid, il serait intéressant d'observer comment sont rangés les produits alimentaires au sein de celui-ci.

Il existe un gradient de température entre le congélateur (zone la plus froide) et l'autre extrémité du réfrigérateur (tableau 5, figure 3).

Tableau 5: Le rangement d'un réfrigérateur (ALIMENTATION.GOUV, 2013).

Partie du réfrigérateur	Températures	Qu'est-ce qu'on y range ?
La zone froide : Partie haute.	Entre 0°C et 3°C	Laitages (fromages frais ou au lait cru, laitages entamés), viandes et poissons crus, produits à décongeler, plats cuisinés.
La zone fraîche : Partie centrale.	Entre 4°C et 6°C	Viandes et poissons cuits, fruits et légumes cuits, pâtisseries, laitages non entamés, yaourts.
Le bac à légumes.	Entre 8°C et 10°C	Les fruits et légumes frais.
La zone tempérée : la porte du réfrigérateur.	Entre 6°C et 8°C	Zone la plus « chaude » de l'appareil. Conservation des aliments qui ont besoin d'une réfrigération légère : œufs, beurre, confitures, condiments, boissons, sauces.

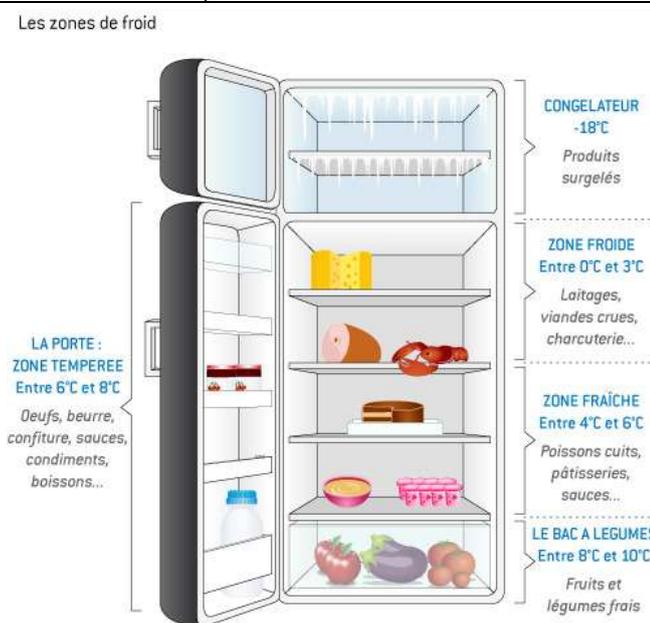


Figure 3 : Le rangement d'un réfrigérateur (FT MEDIA).

Dans les réfrigérateurs commercialisés depuis 2002, la zone la plus froide est signalée par une flèche et il y a un indicateur de température. Il faut nettoyer régulièrement le réfrigérateur ainsi qu'à le dégivrer. En effet, cinq cm de glace multiplie la consommation d'électricité par trois. Il est nécessaire de mesurer la température du réfrigérateur puisque 1°C en moins permet d'économiser 5% d'énergie.

Il ne faut pas mettre des aliments chauds au réfrigérateur. En effet, certaines préparations culinaires sont susceptibles de contenir, après cuisson, des spores susceptibles de germer et de produire des toxines à température ambiante.

De plus, il faut surveiller l'hygiène dans un réfrigérateur. La contamination croisée est le transfert direct ou indirect de microbes pathogènes d'aliments contaminés (généralement crus) vers d'autres aliments. La contamination croisée peut être limitée par de simples gestes, comme ôter les suremballages en carton ou plastique des aliments, ou protéger les aliments partiellement consommés par des films plastiques ou des boîtes hermétiques (HOUIS, 2013).

La préservation des propriétés d'un aliment passe donc par des techniques de conservation, mais aussi par le respect de la chaîne du froid. Le rangement du réfrigérateur est un exemple d'application par le consommateur.

II.3) Limiter la consommation d'aliments contaminés : DLC et DLUO (Joséphine PINEAU)

II.3.1) Détérioration des aliments au cours du temps

Au cours du temps, et selon les conditions de conservation d'un aliment (emballage/suremballage/conditionnement, température, durée), sa flore microbienne et ses caractéristiques physico-chimiques ou organoleptiques peuvent évoluer. Le produit peut alors devenir préjudiciable à la santé ou impropre à la consommation humaine. Un tel aliment est dit périssable (AFNOR, 2009 a.).

Plus précisément, cette instabilité peut résulter de causes variées : attaque d'insectes et d'autres animaux, action d'enzymes naturellement présentes dans les tissus végétaux et animaux, réactions purement chimiques (hydrolyses, oxydations, brunissement non enzymatique), action d'agents physiques (variations de température, de teneur en eau), ou encore prolifération et action de micro-organismes. Plusieurs de ces altérations peuvent intervenir simultanément ou successivement (CHEFTEL et CHEFTEL, 1977).

a) Altérations microbiennes

L'exemple des altérations microbiennes a été étudié dans le paragraphe I.1.3). Il a en effet été indiqué que pour justifier les altérations microbiennes qui peuvent affecter un aliment, il est nécessaire de prendre en compte son pH, son potentiel d'oxydoréduction, son activité de l'eau a_w , les nutriments qu'il contient, ainsi que les composés antimicrobiens naturels.

b) Altérations chimiques

Ces altérations peuvent être spontanées ou résulter du métabolisme des micro-organismes qui se sont développés.

En fait partie par exemple l'oxydation des lipides, aussi appelée rancissement, qui affecte principalement les acides gras insaturés. Elle s'accompagne de la formation de composés volatils d'odeur désagréable, et peut donc limiter la durée de conservation d'aliments divers, même renfermant moins de 1% de lipides : l'aliment peut être rapidement rendu inconsommable suite à cette seule réaction. Plus précisément, d'autres conséquences sont observables selon les molécules : par exemple l'oxydation de la vitamine E (du lait, des huiles et graisses végétales) qui provoque une perte d'activité vitaminique et une décoloration de l'aliment. Enfin, certains composés qui prennent naissance lors des réactions d'oxydation des lipides sont à l'origine d'autres altérations : brunissement non enzymatique, oxydation secondaire de divers arômes (CHEFTEL et CHEFTEL, 1977).

Ainsi l'ensemble de ces altérations, au cours du temps et selon les conditions de conservation et les propriétés physico-chimiques des différents types d'aliments, en justifie la plus ou moins grande stabilité. C'est pourquoi les industriels limitent l'ingestion d'aliments préjudiciables à la santé par le consommateur, en portant sur les emballages de certains aliments non seulement les indications de température de conservation (par exemple, « au réfrigérateur » ou « à température ambiante »), mais également une date limite qui en dépend.

De manière générale, une telle limite est définie comme la « date jusqu'à laquelle la denrée conserve ses propriétés spécifiques dans des conditions de conservation appropriées ». En d'autre terme, elle correspond à la limite de temps au-delà de laquelle l'aliment est susceptible d'avoir perdu ses qualités microbiologiques, ou ses qualités organoleptiques, physiques, nutritives, gustatives etc. (DGCCRF, 2012 ; C. consom., 2005 a).

Sur les emballages peuvent figurer deux types de date : soit une date limite de consommation (DLC), soit une date limite d'utilisation optimale (DLUO).

II.3. 2) Dates limites : réglementation

Date limite de consommation et date limite d'utilisation optimale délivrent au consommateur deux informations différentes.

a) La date limite de consommation (DLC)

La date limite de consommation (DLC) est annoncée sur un conditionnement par la mention « A consommer jusqu'au » suivie de l'indication du jour, du mois et éventuellement de l'année. Elle concerne des denrées microbiologiquement très périssables qui, de ce fait, peuvent présenter un danger immédiat pour la santé humaine après une courte durée de conservation, et dans le cas des denrées pour lesquelles la réglementation en matière de contrôle sanitaire fixe une durée de conservation. Ce sont par exemple les yaourts, charcuteries et viandes fraîches, légumes prédécoupés ou les plats cuisinés réfrigérés.

Ces renseignements sont systématiquement suivis d'une description des conditions de conservation, notamment de température, à mettre en œuvre.

Cette date est donc impérative dans le sens où il est important de la respecter. Si cette date limite est dépassée, elle constitue une forte recommandation pour le consommateur de ne pas consommer le produit en question, et ce d'autant plus si la température de conservation mentionnée sur l'emballage n'a pas été respectée à un quelconque moment depuis la date d'origine de l'aliment ou « jour zéro ».

Juridiquement, si le consommateur connaît des problèmes de santé suite à l'ingestion d'un produit à la DLC dépassée, cela ne relève plus de la responsabilité de l'industriel qui a émis le produit. En revanche, une telle denrée doit impérativement être retirée de la vente (ou de toute distribution à titre gratuit).

Il faut remarquer également que les fabricants peuvent aussi recommander un délai de consommation après ouverture du produit (à consommer sous 2 ou 3 jours une fois l'emballage ouvert, par exemple) (DILA, 2013 ; DGCCRF, 2012 ; C. consom., 2005 a et b).

b) La date limite d'utilisation optimale (DLUO)

La date limite d'utilisation optimale (DLUO) est annoncée sur un conditionnement par la mention « A consommer de préférence avant le » suivie de l'indication du jour et du mois pour les produits d'une durabilité inférieure à 3 mois, l'indication du mois et de l'année pour les produits d'une durabilité comprise entre 3 et 18 mois, l'indication de l'année pour les produits d'une durabilité supérieure à 18 mois. Dans ces deux derniers cas peut aussi figurer la formule « à consommer avant fin ... ». Le cas échéant, la date peut être accompagnée par l'indication des conditions de conservation, notamment de température, dont le respect permet d'assurer la durabilité indiquée.

Un produit dont la DLUO est dépassée peut avoir perdu certaines de ses qualités (goût, aspect...), sans toutefois représenter un danger pour le consommateur : cette date limite n'a donc pas le caractère impératif de la DLC mais est plutôt indicative. Les produits concernés sont notamment les conserves, les produits congelés ou encore déshydratés (tels que le café, perdant son arôme au bout d'une certaine durée). Pour donner des exemples plus précis en terme de perte de qualités, nous noterons également des aliments de diététique infantile perdant leur teneur en vitamines, ou bien des pâtisseries séchant donc perdant leurs qualités gustatives.

Contrairement à la DLC, la réglementation n'impose pas aux distributeurs de retirer de la vente une denrée à DLUO dépassée. Cependant pour une question d'image, jamais nous n'en aurons trouvé chez les principaux distributeurs. Seuls certains magasins particuliers en font leur spécialité et vendent des produits à DLUO dépassée à des prix défiant toute concurrence, ce n'est pas une infraction (DILA, 2013 ; DGCCRF, 2012 ; C. consom., 2005 a.).

c) Une indication obligatoire pour les industriels

L'étiquetage des denrées alimentaires préemballées comporte obligatoirement les mentions de « la date de durabilité minimale ou, dans le cas de denrées alimentaires très périssables microbiologiquement, la date limite de consommation ainsi que l'indication des conditions particulières de conservation ».

Cependant il faut noter que certaines denrées alimentaires sont dispensées de toute indication d'une date. Ce sont (C. consom., 2005 c et d) :

- Des produits relativement stables dans le temps : les vins et produits similaires, les boissons fabriquées à partir de raisin, les boissons de plus de 10% en volume d'alcool, les vinaigres, le sel de cuisine, les sucres solides, les produits à mâcher, les doses individuelles de glaces alimentaires (stables lorsqu'elles sont conservées au congélateur comme préconisé).

- Des produits destinés à être consommés rapidement : les fruits et légumes frais qui n'ont fait l'objet d'aucun traitement tel que épluchage ou coupage, les produits de boulangerie usuellement consommés dans les 24 heures après fabrication, toutes boissons placées dans des récipients individuels de plus de 5 litres destinés aux collectivités

II.3.3) Choix et détermination des dates limites de consommation dans l'industrie

L'inscription d'une de ces dates limites sur l'emballage tient de la responsabilité du conditionneur.

Le type de date est choisi et la date fixée par le fabricant, sauf pour quelques produits où la réglementation l'impose (en matière de contrôle sanitaire, comme nous l'avons vu dans le cas des denrées très périssables à DLC).

Afin de calculer la DLC ou la DLUO de denrées périssables, la durée de vie microbiologique de l'aliment (c'est-à-dire la période à partir de la date d'origine J_0 pendant laquelle l'aliment reste dans les limites microbiologiques fixées) est une donnée indispensable à connaître. Elle inclue les aspects liés à la sécurité et à la salubrité, mais il faut également tenir compte d'exigences spécifiques (organoleptiques...).

Pour la déterminer, les normes françaises doivent guider les industriels dans l'élaboration d'un protocole de test de vieillissement microbiologique, à appliquer lorsque l'analyse des dangers microbiologiques montre qu'il est nécessaire de la valider la durée de vie, ou lorsque la réglementation l'impose. Le principe d'un tel test est d'étudier l'évolution de populations de micro-organismes habituellement présents dans l'aliment, de façon détectable ou non. Les micro-organismes à considérer doivent être ceux retenus lors de l'analyse des dangers préalable. De manière générale, ce test doit être réalisé sur des produits dans les conditions représentatives de la réalité (par exemple dans le cas d'un produit périssable et réfrigéré, il doit tenir compte de la réalité de la chaîne du froid, au cours des diverses étapes de distribution et chez les consommateurs). De plus, à chaque étape de la mise au point du produit, il convient de réaliser les tests de vieillissement dans les conditions les plus sévères (population microbienne initiale la plus élevée ou conditions les plus favorables au développement microbien).

Il est également possible de réaliser un test de croissance à partir de micro-organismes pathogènes ajoutés volontairement dans l'aliment (AFNOR, 2009 b ; C. consom., 2005 a.).

II.3.4) En pratique : remise en cause des dates limites

En pratique chacun a pu consommer un yaourt à la DLC dépassée de quelques jours sans pour autant observer de quelconques répercussions sur la santé. Dans quelle mesure peut-on ne pas respecter les dates limites sans nous mettre en danger ?

La liberté des industriels dans le choix de la date limite est source de polémique. En effet, au nom de la lutte contre le gaspillage alimentaire, les défenseurs des intérêts des consommateurs, qui pratiquent souvent la vulgarisation scientifique, dénoncent le raccourcissement à l'excès des dates limites de consommation par les industriels pour de pures raisons de marketing. C'est l'exemple de l'UFC-que choisir qui a observé des dates limites différentes selon les zones de commercialisation, et des dates raccourcies uniquement pour accélérer les rotations en rayon : en effet, la qualité sanitaire de 3 sur 10 produits testés (crème dessert et yaourts) n'était pas altérée encore 3 semaines après la DLC indiquée, soit une durée très supérieure à la marge de précaution nécessaire sur ces produits.

De telles associations s'attaquent également à la confusion entre les deux types de dates limites provoquée par le cadre réglementaire. 18% des consommateurs européens ignoreraient le sens réel de la DLUO et se priveraient donc de consommer des produits à la DLUO dépassée mais pourtant parfaitement sains. A ce titre, les ministres de l'agriculture de l'Union européenne se sont déjà mobilisés en mai 2014, pour lever toute ambiguïté sur la signification des dates limites pour les consommateurs, et s'engager à limiter l'usage de la DLUO dans l'objectif de minimiser le gaspillage alimentaire (UFC QUE CHOISIR, 2014).

III. Nettoyage et désinfection

III.1) Prévention et gestes de sécurité alimentaire (Claire BIGORGNE)

La contamination des aliments par des micro-organismes pathogènes peut-être limitée par de bonnes conditions de conservation des aliments mais également par une bonne hygiène lors de la manipulation des aliments par les préparateurs comme les consommateurs. Le cas des enfants sera abordé de manière précise.

III.1.1) L'hygiène des personnes

a) Le lavage des mains

- *Définitions et Généralité*

Selon le Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales de l'inter-région Nord (AGGOUNE et al, 2001), le lavage des mains est « un traitement des mains par un savon liquide non médicamenteux ou par un produit (savon, gel ou solution) ayant un spectre d'activité antimicrobien ciblé sur les micro-organismes de la flore cutanée afin de prévenir l'infection ».

La flore cutanée est composée de la flore résidente et de la flore transitoire. La flore résidente se situe au niveau des couches superficielles ou profondes de l'épiderme, elle regroupe les germes commensaux qui pourront provoquer une maladie si le sujet se fragilise localement ou de manière générale et est composée de bactéries aérobies présentes dans les follicules pilo-sébacés. Cette flore varie d'un site à un autre et entre les individus et se renouvelle régulièrement. La flore transitoire ou superficielle est composée le plus souvent de germes saprophytes provenant de l'environnement (eau, surfaces, plantes...) et quelques fois de bactéries pathogènes. Cette dernière varie au cours de la journée, selon les activités (VELARDO, 2008).

- *Les différents types de lavage et leur contexte*

Il existe différents types de lavages (tableau 6).

Tableau 6 : Les différents lavages de mains et leurs caractéristiques.

Le lavage simple	Le lavage hygiénique ou antiseptique	Le lavage chirurgical	La désinfection par friction
Savon simple non antiseptique + eau propre lu réseau + essuie main à usage unique	Savon antiseptique + eau propre du réseau + essuie main à usage unique	Savon antiseptique + eau propre du réseau + brosse à ongles stérile + serviette ou champ stérile	Solution hydro-alcoolique ou antiseptique alcoolique
60 secondes recommandées	60 secondes minimales + temps de rinçage	3 à 5 minutes	20 à 30 secondes jusqu'à évaporation
Actes de la vie courante	Contact avec liquides biologiques et personnes malades	Avant acte médical chirurgical	Absence d'un point d'eau ou après lavage simple
Faible irritation pour les mains		Forte irritation pour les mains	Assèchement des mains
Recommandé pour les enfants			

Le savon simple (neutre, liquide et doux) permet l'élimination de 90 % de la flore transitoire et l'élimination des souillures.

Le savon antiseptique permet l'élimination de 99,9 % de la flore transitoire et 50 % de la flore résidente et l'élimination des souillures.

La solution hydro-alcoolique permet l'élimination de 99,999 % de la flore transitoire et 99 % de la flore bactérienne mais ne permet pas l'élimination des souillures (tableau 6) (PAULSON et al., 1999 ; SIMON, SAUVAN et PITET 1999).

- *Techniques et étapes du lavage de mains*

Le lavage des mains comporte plusieurs étapes, qui ont différentes modalités et objectifs :

Le savonnage : Permet de produire de la mousse qui va englober les micro-organismes présents à la surface de la peau, l'élimination des souillures et l'élimination ou la réduction de la flore transitoire et/ou la flore résidente. Il faut mouiller abondamment, prendre une dose de savon liquide et insister entre les doigts, sur la paume et les poignets (figure 4).

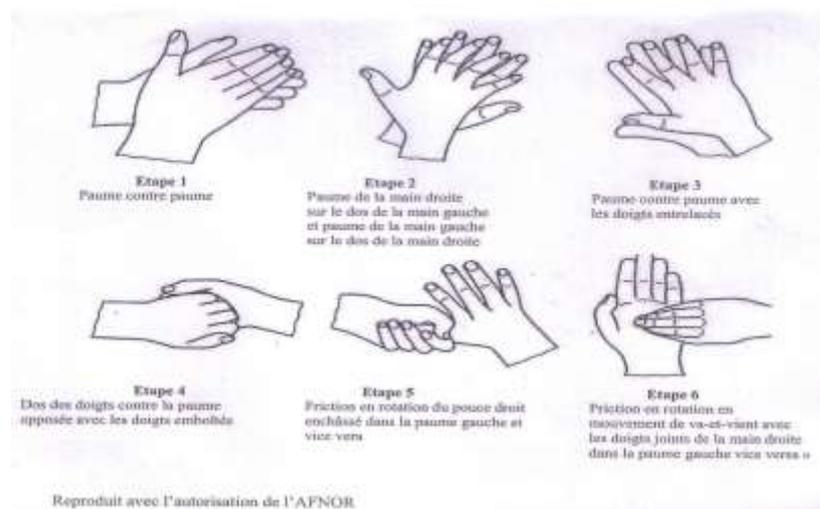


Figure 4 : Les étapes du savonnage des mains.

Le rinçage : Permet d'éliminer la mousse, le savon et ainsi les micro-organismes, et protège le revêtement cutané. Pour cela il faut rincer abondamment à l'eau propre du réseau.

Le séchage : Evite le dessèchement cutané et la prolifération microbienne par excès d'humidité. Pour cela il faut tamponner sans frotter, utiliser du papier à usage unique et s'en débarrasser sans toucher la poubelle (VELARDO, 2008).

- *Application aux enfants*

Les mains et notamment celles des enfants véhiculent beaucoup de micro-organismes : des éléments bactériens et viraux mais également des salissures et des éléments toxiques. En collectivité comme à l'école, les transferts de micro-organismes sont facilités par la proximité et également par le fait que les enfants posent leurs mains un peu partout, notamment sur leur bouche ou leur visage. Les enfants ont également un système immunitaire plus fragile que les adultes, il est donc encore plus primordial de les préserver de certains micro-organismes pouvant transmettre des maladies. Pour limiter la transmission de ces germes, micro-organismes ou salissures et prévenir la contamination des enfants, il est donc important qu'ils aient une bonne hygiène des mains.

Cette dernière permet d'éliminer les salissures et de contrôler efficacement la prolifération de la flore cutanée sur les mains des enfants.

Elle participe à prévenir la transmission de germes responsables de maladies infectieuses telles la grippe, les gastro-entérites aiguës, les germes responsables d'intoxication alimentaire, mais aussi de produits toxiques pour les enfants avec lesquels les mains auraient pu être en contact.

Il est recommandé aux enfants comme aux adultes de se laver les mains grâce à un lavage simple voire utiliser une solution hydro-alcoolique en cas d'épidémie ou de risque de propagation de maladies avant de manipuler des aliments, de manger, après être allé aux toilettes et suite aux activités pédagogiques salissantes (SIMON et al, 1999).

b) L'hygiène du personnel

Au niveau de la restauration scolaire, il ne faut pas négliger l'hygiène et la tenue du personnel qui peut être facteur de transmission de micro-organismes.

Premièrement, la limitation des déplacements humains permet une libération moins importante de particules. Les effets du personnel peuvent aussi être limités par une politique sanitaire stricte.

Ensuite, il faut éviter au maximum les contacts directs entre le personnel et les aliments et on équipera le personnel en contact avec les aliments de tout moyen permettant de minimiser la contamination de l'air et de l'aliment par le port d'une coiffe, d'un masque, d'un tablier large et enveloppant, de bottes et de gants.

Il faut prévoir les installations nécessaires à la propreté du personnel comme des lavabos à la sortie des toilettes, près des postes de préparation et éventuellement des distributeurs de solution hydro-alcoolique et assurer la formation et l'information du personnel sur l'hygiène (BOUSSER, 1985).

III.1.2) L'hygiène des surfaces de travail

a) Les sources de contamination

L'air ambiant est une source importante de contamination. En effet, les micro-organismes de l'air sont nombreux mais le plus souvent fixés sur des supports comme des poussières qui peuvent sédimenter sur les surfaces. Dans l'air on trouve également des gouttelettes bactériennes de Flügge (de 1 ou 2 mm) qui sont émises par la toux, la parole, l'éternuement...Elles peuvent sédimenter ou s'évaporer. Dans ce cas elles donnent des *droplets nucléi* (résidu sec de taille de 2 à 3 microns) qui restent longtemps en suspension. Ils sont diffusibles et peuvent se déposer sur les aliments ou à tous les endroits de l'installation. On peut également trouver de la vapeur d'eau et des germes isolés.

Le personnel et l'environnement sont les deux principaux agents de la contamination aérienne.

Nous avons vu qu'il fallait limiter les déplacements du **personnel** et leur imposer une tenue adaptée.

Au niveau de l'**environnement**, les aliments répandus sur le sol forment des gouttelettes ou des poussières contribuant à la contamination de l'air. De plus la ventilation peut devenir une source de contamination par mauvais entretien des filtres tout comme les lavabos contenant les eaux de rinçage. La vétusté des bâtiments et tout ce qui s'oppose au nettoyage favorise les nids de contamination. Les insectes et les animaux transportent quant à eux de nombreux micro-organismes. Les emballages libèrent également de nombreux micro-organismes. Eviter les pertes d'aliment, désinfecter souvent les sols et les outils à la transformation des aliments et surveillera les ventilations et les surfaces de travail régulièrement permettent de limiter les contaminations. Les mains peuvent être également une source de contamination des aliments, d'où l'utilité d'un bon lavage des mains (BOUSSER, 1985).

La contamination croisée est le transfert de micro-organismes pathogènes, qu'il soit direct ou indirect, d'aliments contaminés vers d'autres aliments. Elle est l'une des principales sources d'intoxication alimentaire. Les aliments principalement concernés sont la viande, la volaille, les œufs et les légumes. La cuisson des aliments permettra l'élimination de certains micro-organismes et réduira l'impact négatif de ce mode de contamination des aliments.

Le danger de la contamination croisée survient lorsque ces micro-organismes se propagent des aliments crus aux aliments prêts à être consommés tels que le fromage, la salade, les sandwiches ou les plats cuisinés. Dans un réfrigérateur, une contamination croisée peut se produire si du jus de viande crue ou de volaille coule sur des produits prêts à être consommés. Dans la cuisine, des mains non lavées, un torchon, une planche à découper ou n'importe quel ustensile de cuisine ayant été en contact avec un aliment cru peuvent être des facteurs de contamination croisée.

Pour prévenir la contamination croisée, il faut toujours se laver les mains avant de cuisiner et après avoir manipulé des aliments crus, recouvrir la moindre coupure d'un pansement imperméable et ne pas préparer de nourriture pour les autres en cas de maladie ou d'infection de la peau. Les animaux doivent être tenus à distance des surfaces de travail et les torchons et serviettes doivent être régulièrement lavés à haute température et séchés rapidement. De plus les aliments crus doivent être conservés séparément des denrées prêtes à consommer. Dans le réfrigérateur, il faut placer les viandes en dessous des autres denrées et s'assurer de l'imperméabilité de leur contenant. Un aliment fermier ou bio présentera les mêmes risques sanitaires.

Les agents nettoyants et autres produits antibactériens peuvent effectivement limiter la contamination croisée mais ne sont pas totalement efficaces. Ils doivent être considérés comme une barrière supplémentaire, non comme une garantie infaillible (ANONYME, 2001).

b) L'hygiène des surfaces de préparation des aliments

Le nettoyage et la désinfection des surfaces de préparation des aliments permettent de limiter les phénomènes de contamination lors de leur préparation.

L'hygiène des personnes et des surfaces permet donc de limiter la contamination des aliments par des micro-organismes. Cependant les produits à utiliser sont différents dans chacune des situations et seront abordés dans la partie suivante.

III.2) Méthodes de nettoyage et désinfection (Axelle GILSON)

Le nettoyage et la désinfection du matériel concernant l'alimentation quotidienne est un paramètre essentiel du contrôle de l'hygiène alimentaire. Ils interviennent dans le cadre de processus réglementaires nécessitant l'utilisation de produits chimiques (et donc potentiellement toxiques) qui se classent en différentes catégories selon leurs cibles. Une désinfection n'est pas possible sans un nettoyage préalable des surfaces. Ce nettoyage est réalisé à l'aide de détergents alors que la désinfection fait appel à des désinfectants. Leurs actions sont complémentaires mais peuvent s'annuler si les pratiques ne sont pas assez maîtrisées.

III.2.1) Les détergents

La détergence constitue le processus par lequel les salissures sont mises en suspension ou en solution. Ce nettoyage élimine environ 80% des micro-organismes, les 20% restants seront éliminés par désinfection.

a) Mode d'action des détergents

Ce processus est constitué de trois étapes essentielles : le mouillage, le déplacement de la saleté et son anti-redéposition.

Le mouillage consiste à séparer la salissure du matériau auquel elle adhère. Pour cela, les détergents qui sont des substances tensio-actives sont mélangés avec de l'eau. Un agent tensioactif (aussi nommé agent de surface ou surfactant) est un composé qui abaisse suffisamment la tension superficielle entre deux surfaces (c'est à dire la quantité d'énergie libre superficielle). L'énergie libre par unité de surface constitue la tension interfaciale. Ces composés tensioactifs sont des molécules amphiphiles c'est à dire qu'elles possèdent une queue lipophile et apolaire qui retient les matières grasses et une tête hydrophile et polaire soluble dans l'eau. Les deux phases qui sont non miscibles (eau et matières grasses) sont donc solubilisées par ces interactions, les détergents créent donc une émulsion c'est à dire que les deux liquides non miscibles sont macroscopiquement homogènes mais restent microscopiquement hétérogènes. L'une des substances est donc dispersée dans la seconde sous forme de petites gouttelettes (LAVOUE et al., 2002).

Dans l'eau les molécules tensioactives s'associent pour former des micelles (figure 5) : les parties hydrophiles sont exposées à l'extérieur à l'eau tandis que les queues hydrophobes sont agglomérées vers l'intérieur (figure 6). Cette formation de micelles apparaît à partir d'une concentration donnée de détergent : la concentration micellaire critique. La concentration en détergent agit donc sur la qualité du nettoyage (MCDONNEL, 2007 ; HO TAN TAI et al., 2014).

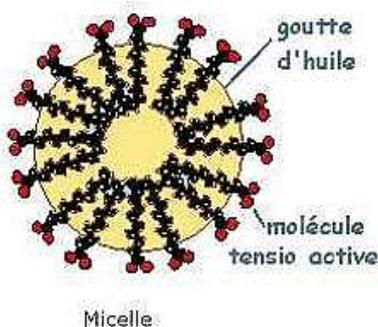


Figure 5 : Une micelle.



Figure 6 : Mode d'action des détergents.

Le déplacement de la souillure est permise par les agents tensioactifs qui permettent que la tension interfaciale entre la salissure et le substrat soit plus élevée que la somme des tensions interfaciales solution de lavage/ substrat et solution de lavage/salissure. L'attraction du substrat sur la salissure est alors rompue (LAVOUE et al., 2002).

L'anti-redéposition permet d'éloigner définitivement la salissure du substrat et fait appel à des réactions chimiques entre les salissures et les composants du détergent.

Il existe différents types de tensioactifs : cationiques, anioniques, non ioniques et amphotères dont la charge dépend du pH, il s'agit d'adapter leur utilisation aux souillures à éliminer (LATTES, 2015). De la même façon, il existe différents types de détergents (figure 7) selon la cible à éliminer.

	Détartrant	Désincrustant	Multi-usages	Dégraissant	Décapant
A quoi ça sert ?	retirer le tartre des sanitaires	retirer le voile calcaire des revêtements		enlever les graisses	retrouver l'état initial d'un revêtement
Le pH du produit	acide fort pH entre 2 et 0	acide faible pH entre 5 et 2	neutre pH entre 7 et 5 ou entre 7 et 9	alcalin pH entre 9 et 14	alcalin fort pH entre 13 et 14
Par exemple	gel détartrant WC	vinaigre (pH 3) et taux en acide acétique de 5 à 8%	liquide vaisselle et produit vitres, produit multi surfaces	produit lave-vaisselle, lessive, cristaux de soude	décapant émulsion, décapant four

	Par exemple	On les nettoie avec
les matières organiques	ce sont les matières d'origine végétale, animale ou humaine	amidon, urine, selles, graisse, goudron, pétrole, beurre, peinture ou craie grasse, salive, aliments, encre, micro-organismes, résine, crayon feutre, pâte à modeler, colle, etc.
les matières inorganiques	ce sont les matières minérales, métalliques et salines	calcaire (craie blanche) et tartre, rouille, ciment, sel, magnésium, etc.

Figure 7 : Les différents types de détergents et leurs cibles (CROS et al., 2012).

b) Le cercle séquentiel de Sinner

Le cercle séquentiel de Sinner est la séquence logique d'action d'un détergent. Un détergent n'est efficace que s'il respecte quatre phases :

- Une action chimique (qui varie selon la concentration du détergent)
- Une action mécanique (engendrant un frottement et une pression)
- Une action température (l'eau chaude favorise l'action du détergent)
- Un temps d'action (l'augmentation de ce temps augmente le pouvoir nettoyant)

Si l'un des facteurs est diminué il est nécessaire de compenser cette perte par une augmentation d'un de plusieurs des autres facteurs (ANONYME b, ANONYME, 2011 b).

III.2.2) Les désinfectants

La désinfection est l'« opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer les micro-organismes portés par des milieux inertes contaminés » (ANONYME a) Cependant, avant toute désinfection il est en général indispensable d'effectuer au préalable un nettoyage avec un détergent des surfaces que l'on doit ensuite rincer et sécher. Ces produits ont une action momentanée mais ne protègent pas contre une nouvelle contamination (KUNTHEAVY-ROSELINEK, 2007).

Les désinfectants stricts sont destinés à être utilisés sur des milieux inertes alors que les antiseptiques sont destinés aux tissus vivants (KUNTHEEAVY-ROSELINEK, 2007).

Il existe différentes sortes de désinfectants selon les cibles : les bactéricides, les fongicides, les désinfectants « avec interférences » qui s'utilisent sur des surfaces en présence de salissures, les désinfectants « sans interférences » qui s'utilisent sur des surfaces nettoyées. (CROS et al., 2012). Ces différents désinfectants ont des compositions qui varient (figure 8) selon leurs cibles.

Familles	Exemples	Cible et mode d'action	Remarques
ALCOOLS	Ethanol, Isopropanol	Dénaturation des protéines cytoplasmiques et membranaires, inhibition de la synthèse des acides nucléiques et des protéines	présence d'eau nécessaire à l'activité (utilisation d'alcool 70%) / ↓ activité par matières biologiques
ALDEHYDES	Formaldehyde	Altération de la paroi cellulaire, inhibition de la synthèse des acides nucléiques et des protéines	↓ activité par matières biologiques
AMMONIUMS QUATERNAIRES	Benzalkonium	Liaison aux acides gras et groupes phosphates de la membrane cellulaire → fuite de constituants cellulaires et lyse de la cellule	↓ activité par matières biologiques, savons et oxydants
BIGUANIDES	Chlorhexidine	Liaison aux acides gras et groupes phosphates de la membrane cellulaire → fuite de constituants cellulaires, coagulation du cytosol	↓ activité par matières biologiques et savons
HALOGENES CHLORES ET IODES	Hypochlorite de sodium (Javel, Dakin) PVP-iodé	Destruction des protéines membranaires et chromosomiques (halogénéation)	↓ activité par matières biologiques et savons / dégradation par rayons UV
OXYDANTS	Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée)	Production de radicaux libres qui interagissent avec les lipides, protéines et ADN	↓ activité par matières biologiques

Figure 8 : Principales familles d'antiseptiques et de désinfectants (KUNTHEEAVY-ROSELINEK, 2007).

a) Mode d'action des désinfectants

Les désinfectants qui inhibent la croissance des micro-organismes ont une action bactériostatique, fongistatique ou virostatique selon les cibles alors que les désinfectants qui éliminent les micro-organismes ont une action bactéricide, fongicide, virucide ou sporicide selon les cibles. Certains produits peuvent posséder les deux actions, notamment à des doses différentes.

Ces molécules agissent en particulier sur le cytoplasme et la paroi de leurs cibles (tableau 7).

Tableau 7 : Mode d'action des désinfectants (LAVIGNE, 1997).

Mode d'action	Effets liés	Mode d'action	Effets liés
Modification de la synthèse des protéines (la transpeptidation et la translocation lors de la traduction sont modifiées par une liaison réversible du désinfectant à la sous unité 50S du ribosome)	Bactériostatique	Modification de la synthèse des acides nucléiques (par suppression par exemple de la gyrase ou par activation du système de réparation SOS entraînant de nombreuses erreurs causant la mort bactérienne ou par blocage de la transcription par la liaison du désinfectant à la sous unité β de l'ARN polymérase)	Bactéricide
Altération de la paroi	Bactéricide ou Bactériostatique	Modification du métabolisme intermédiaire (inactivation enzymes pour synthèse acides aminés par exemple)	Bactéricide
Altération de la synthèse du peptidoglycane	Bactéricide		

Le mode d'action comporte différentes étapes :

- La fixation (entre la paroi bactérienne et le désinfectant, entraîne une modification de la charge électrique des bactéries) ;
- La pénétration du désinfectant à travers la paroi puis la membrane bactérienne ;
- L'action proprement dite au niveau des différentes cibles.

b) Facteurs influençant l'action des désinfectants

Plusieurs facteurs influencent l'action des désinfectants (BOURGEOIS et al., 1997) :

- La concentration (augmentation d'activité avec augmentation de la concentration) ;
- Le temps de contact (augmentation d'activité avec augmentation du temps de contact) ;
- La température (augmentation d'activité avec augmentation de la température) ;
- Le pH (diminution d'activité avec augmentation du pH, il existe un pH optimal pour la croissance des bactéries) ;
- La présence de savon (diminution d'activité avec la présence de savon) ;
- La liposolubilité ;
- La présence de matières biologiques telles que le sang ou le pus (diminution d'activité avec augmentation de ces matières).

Le choix du produit dépendra du type de désinfection envisagée et de l'objectif à atteindre : la plupart de produits ont une activité satisfaisante sur les bactéries et les virus enveloppés mais sur les virus nus, les mycobactéries, les moisissures ou les sores l'activité varie d'un produit à l'autre.

c) La résistance aux désinfectants

Il existe différents types de résistance aux désinfectants (LAVIGNE, 1997) :

- Résistance intrinsèque bactérienne : l'élément majeur de la résistance est la paroi de la cellule bactérienne. La majorité des désinfectants doivent traverser la paroi bactérienne, les parois des bactéries gram négative sont les plus résistantes. Les spores bactériennes possèdent la plus grande résistance intrinsèque. La résistance intrinsèque est due à la structure même de la cellule bactérienne. Par exemple, la formation d'un biofilm est un mécanisme de résistance intrinsèque.
- Résistance intrinsèque des virus : les virus enveloppés sont plus sensibles que les virus nus car l'enveloppe externe riche en lipides est facilement désorganisée.
- Résistance acquise : cette forme de résistance est due à des changements génétiques à l'intérieur de la cellule conduisant à un rejet du désinfectant hors de la cellule. L'utilisation de désinfectants bactériostatiques et bactéricides ensemble peut favoriser l'apparition de cette résistance.

Il existe différents mécanismes biochimiques possibles chez les bactéries influençant cette résistance (LAVIGNE, 1997) :

- L'imperméabilité acquise (pour les bactéries gram négative *via* un dysfonctionnement voire une perte des porines pouvant affecter toute une famille de désinfectants, pour les bactéries gram positive et négative un efflux de la molécule hors de la bactérie) ;
- La production d'enzymes capables d'inactiver les désinfectants ;
- La modification de la structure des cibles qu'elles portent (créant une perte d'affinité).

III.2.3) Les dangers des produits de nettoyage et de désinfection

Les détergents et les désinfectants ont des logos de toxicité à impérativement respecter car ils peuvent avoir un fort impact sur l'environnement, ils doivent notamment depuis 1970 être biodégradables à 90%. De plus ces types de produits ont une action non négligeable sur la santé humaine et animale provoquant des intoxications et des brûlures, par exemple les tensio-actifs peuvent détruire le film lipidique protecteur cutané et irriter la peau. Pour ces raisons, le rinçage des produits utilisés est d'autant plus important.

D'un point de vue législatif, tout nouveau produit doit être associé à un dossier apportant des informations sur l'efficacité du produit, sa toxicité, sa facilité à être rincé, son impact sur l'environnement transmis au Service de répression des Fraudes et au Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France qui donne ou non son accord sur l'utilisation du produit. Les produits sont contrôlés grâce à un test 3 * 5 où on met en contact 5 suspensions bactériennes (5min à 20°C) avec différentes concentrations du désinfectant étudié. La concentration efficace est celle permettant un abaissement de 10^5 de la population bactérienne initiale. Il faut avant toute application industrielle fixer les paramètres : concentration du principe actif, température, temps de contact, action mécanique (par brossage par le personnel, en circulation par les turbulences, en pulvérisation via la pression (en général assez faible), par trempage c'est à dire avec un temps de contact long) (BOURGEOIS et al., 1997 ; BELLON-FONTAINE et CERF, 1989).

Il est donc nécessaire de respecter les consignes d'utilisation pour faire un usage optimal du produit (CROS et al., 2012 ; CRITT HYGINOV, 1995) :

- Le dosage
- Le temps d'action
- Eviter les mélanges de produits
- Utiliser du matériel adapté
- Porter des équipements de protections
- Bien stocker les produits
- Respecter les règles d'élimination

Le nettoyage des surfaces est donc permis par une variété de détergents, ce nettoyage est suivi d'une application de désinfectants inhibant ou tuant les micro-organismes. Les utilisateurs de ces produits doivent tenir compte des conséquences de leur utilisation.

Conclusion

L'hygiène est un ensemble de mesures permettant de maintenir tout au long de la chaîne alimentaire un environnement hygiénique approprié à la production, à la manutention et à la mise à disposition d'aliments surs pour la consommation humaine. L'objectif majeur est de prévenir les contaminations microbiennes et dans le domaine de l'agroalimentaire ces mesures prennent encore plus de sens. En effet, l'hygiène garantit la sécurité des aliments, élément indispensable dans le cas des collectivités et de la grande distribution. Les agents responsables des défauts liés à l'hygiène sont d'origine microbienne et la maîtrise de l'hygiène se base sur trois actions que sont le nettoyage et la désinfection, les bonnes conditions de conservation et le respect des réglementations.

Le nettoyage et la désinfection sont deux événements distincts dans le temps permettant d'inhiber ou de détruire les micro-organismes et qui font intervenir des actions chimiques et mécaniques dont les usages doivent être respectés et les objectifs au préalable spécifiés. Il existe en effet une large gamme de produits et de méthodes dont les effets pourraient être néfastes s'ils n'étaient pas respectés.

La conservation permet de garantir les propriétés gustatives et nutritives d'un aliment notamment en évitant les contaminations microbiennes à partir d'une panoplie de méthodes s'appuyant sur les propriétés de développement des micro-organismes : le pH, l'activité de l'eau, la température, ... Ainsi la chaîne du froid est un des exemples majeurs des méthodes de conservation permettant par la réduction de la température d'inhiber le développement des micro-organismes.

Le respect des réglementations est le troisième point permettant de garantir la sécurité des aliments. Ces réglementations s'appliquent autant dans les lieux de fabrication que dans les lieux de consommation sous la forme de règles à respecter à propos notamment des tenues vestimentaires utilisées en collectivité, ou lors de la fabrication, mais aussi des dates limites de consommation ou d'utilisation optimale des produits alimentaires.

L'ensemble de ces mesures permettent donc de réduire les risques liés à la transformation de matières biologiques et d'éliminer au maximum la possibilité qu'il y ait des contaminations. Cependant, même si le but est d'éliminer des micro-organismes, il n'existe pas que des micro-organismes indésirables puisque l'utilisation de levures, de bactéries etc... est courante et utile dans le domaine de l'agroalimentaire. Lors d'une présentation de l'hygiène alimentaire il s'agit donc de moduler les idées reçues sur ces micro-organismes tout en sensibilisant au respect des règles de sécurité des aliments.

Références bibliographiques

- **Ouvrages**

AFNOR, 2009 a, *Hygiène dans la restauration, Equipements et bonnes pratiques, Volume 1*. Editions AFNOR. ISBN 978-2-12-051821-4. NF V 01-002 *Hygiène des aliments Glossaire*, p. 305-323.

AFNOR, 2009 b, *Hygiène dans la restauration, Equipements et bonnes pratiques, Volume 1*. Editions AFNOR. ISBN 978-2-12-051821-4. NF V 01-003 *Hygiène et sécurité des produits alimentaires – Lignes directrices pour l'élaboration d'un protocole de test de vieillissement pour la validation de la durée de vie microbiologique – Denrées périssables*, p. 393-399.

ANONYME, 2003. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety volume 2, Chapitre 3 Factors that influence microbial growth*. p. 21-32.

BAZINET L. et CASTAIGNE F., 2011. *Concept de génie alimentaire procédés associés et applications associés à la conservation des aliments*. Tec&Doc. Juillet.

BELLON FONTAINE M.-N. et CERF O., 1989. *Nettoyage et désinfection dans les industries alimentaires*. INRA Massy

BOURGEOIS C.M., MESCLE J.-F. et ZUCCA J., 1996. *Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire*. Tec&doc

C. consom., 2005 a (Code de la consommation), art. R112-22. 6 août [En ligne] Disponible sur :

http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=7994F482429596DBEBF13B845A3F28B5.tpdjo14v_2?idSectionTA=LEGISCTA000006146604&cidTexte=LEGITEXT000006069565&dateTexte=20110209 [Page consultée le 1^{er} novembre 2014]

C. consom., 2005 b (Code de la consommation), art. R112-25. 6 août [En ligne] Disponible sur :

http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=7994F482429596DBEBF13B845A3F28B5.tpdjo14v_2?idSectionTA=LEGISCTA000006146604&cidTexte=LEGITEXT000006069565&dateTexte=20110209 [Page consultée le 1^{er} novembre 2014]

C. consom., 2005 c (Code de la consommation), art. R112-9. 6 août [En ligne] Disponible sur :

http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=7994F482429596DBEBF13B845A3F28B5.tpdjo14v_2?idSectionTA=LEGISCTA000006146604&cidTexte=LEGITEXT000006069565&dateTexte=20110209 [Page consultée le 1^{er} novembre 2014]

C. consom., 2005 d (Code de la consommation), art. R112-23. 6 août [En ligne] Disponible sur :

http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=7994F482429596DBEBF13B845A3F28B5.tpdjo14v_2?idSectionTA=LEGISCTA000006146604&cidTexte=LEGITEXT000006069565&dateTexte=20110209 [Page consultée le 1^{er} novembre 2014]

CHEFTEL J.-C. et CHEFTEL H., 1977. *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Volume 1*. Technique et documentation. Paris, p.271-303. ISBN 2-85206-071-X

COLONNA P. « ALIMENTATION (Aliments) - Technologies de production et de conservation », *Encyclopædia Universalis* [En ligne] Disponible sur :

- <http://www.universalis.fr/encyclopedie/alimentation-aliments-technologies-de-production-et-de-conservation/> [Page consultée le 12 janvier 2015]
- CROS M. et al., 2012. *Guide à l'usage des agents d'entretien des locaux*. Direction Santé et Sécurité au travail du CDG 38 et ABC hygiène
- DE ROISSART H. et LUQUET F.M., 1994. *Les bactéries lactiques, Volume 2*. Janvier. *Chapitre IV-4*. p. 139.
- DEFORGES J., et al. a. *Maîtrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés*, Guide technique, ISBN 2-85362-506-0
- DEFORGES J., et al. b. *Maîtrise de la chaîne du froid des produits carnés réfrigérés*, Guide technique, ISBN 2-85362-507-9
- GELINAS P., 1995. *Répertoire des microorganismes pathogènes transmis par les aliments*, octobre. Edisem, la fondation des gouverneurs. Québec (Canada).
- Groupe de Travail Nettoyage et désinfection du CRITT HYGINOV, 1995. *Guide pour l'élaboration d'un plan de nettoyage et désinfection à l'usage du secteur alimentaire*
- GUIRAUD J.-P., 2012. *Microbiologie Alimentaire*. DUNOD RIA. Paris, p.13-14 et p.153.
- HO TAN TAI L., NARDELLO-RATAJ V. « Détergents », *Encyclopedia Universalis* [En ligne] Disponible sur : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/detergents/> [Page consultée le 18 décembre 2014]
- HOUIS G., AGENCE FEDERALE POUR LA SECURITE DE LA CHAINE ALIMENTAIRE, 2013. *Guide d'autocontrôle pour la sécurité alimentaire dans les milieux d'accueil collectifs de la petite enfance*, 29 mai [En ligne] Disponible sur : http://www.favv.be/autocontrole-fr/guides/distribution/g041/_documents/G-041_FR_dd_29-05-2013.pdf [Page consultée le 6 décembre 2014]
- HUI Y.H., CORNILLON P., GUERRERO LEGARETTA I., LIM M., MURELL K.D., NIP, W., *Handbook of frozen foods, Série de monographies et textes de référence*, ISBN 0-8247-4712-7
- JOFFIN C. et JOFFIN J.-N., 2010. *Microbiologie alimentaire*. Scérén, CRDP Aquitaine.
- JOHNSON, E.A., 2002. *Bacterial pathogens and toxins in foodborne disease*. In *Food Safety, contaminants and toxins* Eds D'Mello JPF, Edinburg, 25 – 45.
- LAVIGNE J.-P., 2007. *Bactériologie, Antibiotique et Résistance*. Faculté de Médecine Montpellier – Nîmes
- LAVOUE J., BEGIN D., GERIN M., 2002. *La substitution des solvants par les nettoyants aqueux*.
- LEWIS Sr. R.J., 1989. *Food Additives Handbook*
- LOENZ-LADENER C., 2011. *Séchoirs solaires construction et utilisation*. Edition Laplage
- LOZACH E., 2001. *Thèse – Le Sel et les microorganismes* [En ligne] Disponible sur : <http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=273> [Page consultée le 13 janvier 2015]
- MCDONNELL G., 2007. *Antisepsis, Disinfection and Sterilization*
- ORGANE OFFICIEL DE L'ASSOCIATION FRANCAISE DU FROID. Dossier froid et denrées périssables. *Revue générale du froid, Spécial Froid et denrées périssables*. Novembre 1999, numéro 998, p.29-48.
- PAULSON, 1999. *A close look at alcohol gel as an antimicrobial sanitizing agent*. *American Journal of Infection Control, Volume 27, Issue 4*, août. p. 332-338.
- SAGAR M. et GOYAL, 2006. *Viruses in Foods*. Springer. St.Paul (Minnesota, USA)
- SIMON A., SAUVAN V., PITET D., 1999. *L'hygiène des mains au cours des soins*. Médecine & Hygiène. p. 57, 1021, 1025.

SPINNLER H.-E., 2008. « Transformation et conservation des produits agroalimentaires », *Techniques de l'ingénieur* [En ligne] Disponible sur : <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/procedes-biochimiques-et-chimiques-en-agroalimentaire-42431210/transformation-et-conservation-des-produits-agroalimentaires-f3450/> [Page consultée le 12 janvier 2015]

- **Colloques et rapports de réunion**

BOUSSER, 1985. Le traitement d'ambiance. *Gestion et Maîtrise du nettoyage et de la désinfection en Agro-alimentaire, Paris, 9-10 décembre*. p. 247-255

INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION, *Storage lives of chilled and frozen fish and fish products, Compte-rendu des réunions de commissions C2 et D3*. Aberdeen Royaume-Uni.

- **Articles en ligne**

ALIMENTATION.GOUV, 2012. « Risques alimentaires - Pourquoi ne faut-il pas recongeler un produit décongelé ? », 21 août [En ligne] Disponible sur : <http://alimentation.gouv.fr/recongeler-un-produit> [Page consultée le 6 décembre 2014]

ALIMENTATION.GOUV, 2013. « A la maison - Des conseils pour bien ranger votre frigo », 2 octobre [En ligne] Disponible sur : <http://alimentation.gouv.fr/ranger-son-frigo> [Page consultée le 6 décembre 2014]

ANONYME, 2001. *Microbes : combattre les contaminations croisées, Food today* [En ligne] EUFIC, juin. Disponible sur : <http://www.eufic.org/article/fr/Securite-alimentaire-qualite-aliments/manipulation-aliments/artid/microbes-contamination-croisees/> [Page consultée le 26 décembre 2014]

ANONYME, 2006. *Les additifs alimentaires, Food today* [En ligne] EUFIC, juin. Disponible sur : http://www.eufic.org/article/fr/artid/Le_role_des_microorganismes_intestinaux_dans_la_sant_e_humaine/ [Page consultée le 12 janvier 2015]

ANONYME, 2013 a. *Le rôle des microorganismes intestinaux dans la santé humaine, Food today* [En ligne] EUFIC, octobre. Disponible sur : http://www.eufic.org/article/fr/artid/Le_role_des_microorganismes_intestinaux_dans_la_sante_humaine/ [Page consultée le 12 décembre 2014]

ANONYME, 2011 a. « Hygiène – sécurité des denrées alimentaires - Respectez les températures (froid/chaud) pour la vente d'aliments issus d'animaux », 20 décembre [En ligne] Disponible sur : <http://www.hygiene-securite-alimentaire.fr/respectez-les-temperatures-froidchaud-pour-la-vente-aliments/> [Page consultée le 5 décembre 2014]

BOURLIOUX P., 1998. « Dossier : Composition et rôles de la flore intestinale » [En ligne] Disponible sur : <http://www.institutdanone.org/objectif-nutrition/composition-et-roles-de-la-flore-intestinale-mieux-connaître-son-importance/dossier-composition-et-roles-de-la-flore-intestinale/> [Page consultée le 12 décembre 2014]

DGCCRF, 2012 (DIRECTION GENERALE DE LA CONCURRENCE, DE LA CONSOMMATION ET DE LA REPRESSION DES FRAUDES). « Date limite de consommation (DLC et DLUO) », 24 avril [En ligne] Disponible sur : <http://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Date-limite-de-consommation-DLC-et-DLUO-> [Page consultée le 1er novembre 2014]

DILA, 2013 (DIRECTION DE L'INFORMATION LEGALE ET ADMINISTRATIVE (PREMIER MINISTRE)). « Date limite de consommation (DLC) et

d'utilisation optimales (DLUO) », 27 mai [En ligne] Disponible sur : <http://vosdroits.service-public.fr/particuliers/F10990.xhtml> [Page consultée le 1er novembre 2014]

UFC QUE CHOISIR, 2014. « Lutte contre le gaspillage alimentaire - Les limites des dates limites ! », 13 mai [En ligne] Disponible sur : <http://www.quechoisir.org/alimentation/securite-hygiene/communiqu%C3%A9-lutte-contre-le-gaspillage-alimentaire-les-limites-des-dates-limites> [Page consultée le 1er novembre 2014]

- **Documents électroniques**

AGGOUNE M. et al., 2001. CCLIN ParisNord, *Hygiène des mains, guide de bonnes pratiques*, décembre [Dossier Technique, en ligne] Disponible sur : http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/cclin/cclinParisNord/2001_mains_CCLIN.pdf [Page consultée le 26 décembre 2014]

ANONYME a. « CRAMIF - Bactéricide contamination décontamination » [En ligne] Disponible sur : http://www.cramif.fr/pdf/fournisseurs-appareillage/conseils-recuperation-nettoyage-desinfection-dispositifs-medicaux/conseil_dispositifs_definition.pdf [Page consultée le 12 décembre 2014]

IOC, 2011 (Institut Œnologique de Champagne). « La maîtrise de la fermentation alcoolique » [Fichier PDF, en ligne] Disponible sur : <http://www.institut-oenologique.com/file/IOC%20MAITRISE%20FA.pdf> [Page consultée le 13 décembre 2014]

KUNTHEAVY R., 2007. *Désinfectants et antiseptiques bulletin d'information du CAPP*, 46, juin [En ligne] Disponible sur : <http://pharmacie.hugge.ch/infomedic/cappinfo/cappinfo46.pdf>, [Page consultée le 10 décembre 2014]

LE ROUX T., 2014. CRITT agro-alimentaire PACA, *Nettoyage et Désinfection* [Dossier Technique, en ligne] Disponible sur : http://www.critt-iaa-paca.com/uploads/documents/Innovation_performance/Guide%20Effinet%20N&D.pdf [Page consultée le 26 décembre 2014]

MINISTERE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES ET DES INDUSTRIES, 2006. « Quelques conseils pratiques, la chaîne du froid », juin [En ligne] Disponible sur : http://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/dgccrf/documentation/publications/dependencies/froid.pdf [Page consultée le 6 décembre 2014]

VELARDO, 2007, IGR. *L'hygiène des mains* [Présentation PowerPoint, en ligne] Septembre. Disponible sur : www.sante.gouv.fr/IMG/ppt/24dias.HygieneMains_IGR.ppt [Page consultée le 26 décembre 2014]

- **Sites web**

ANONYME, 2011 b. « Officiel Prévention - La prévention des risques professionnels des détergents et désinfectants. », janvier [En ligne] Disponible sur : http://www.officiel-prevention.com/protections-collectives-organisation-ergonomie/risque-chimique/detail_dossier_CHSCT.php?rub=38&ssrub=69&dossid=273 [Page consultée le 23 décembre 2014]

ANONYME, 2013 b. « Conservation, les procédés utilisant le sel, le sucre et l'huile... », janvier-février [En ligne] Disponible sur : http://www.biolineaires.com/articles/dossier/977-conservation-les-procedes-utilisant-le-sel-le-sucre-et-l-huile.html#.VK_dWZyGcrN [Page consultée le 9 janvier 2015]

ANONYME b. « Voussert - Information et Législation - Cercle de Sinner dans le nettoyage.

Comment est défini le cercle de Sinner. Les 4 axes du cercle de Sinner. Action des produits dans le cercle de Sinner. » [En ligne] Disponible sur : <http://www.voussert.fr/cercle-de-sinner-leg43.html> [Page consultée le 18 décembre 2014]

ANONYME, 2014. « Cemafrroid, l'expertise de la chaîne du froid » [En ligne] Disponible sur : http://www.cemafrroid.fr/e_chaine_froid.htm [Page consultée le 5 décembre 2014]

FT MEDIA. « Comprendre choisir – Le réfrigérateur – Les 4 zones de froid » [En ligne]

Disponible sur : <http://refrigerateur.comprendrechoisir.com/comprendre/refrigerateur-zones> [Page consultée le 18 novembre 2014]

LATTES A., 2015. « CNRS - Tensioactifs » [En ligne] Disponible sur : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/peau/tensio.html> [Page consultée le 13 janvier 2015]