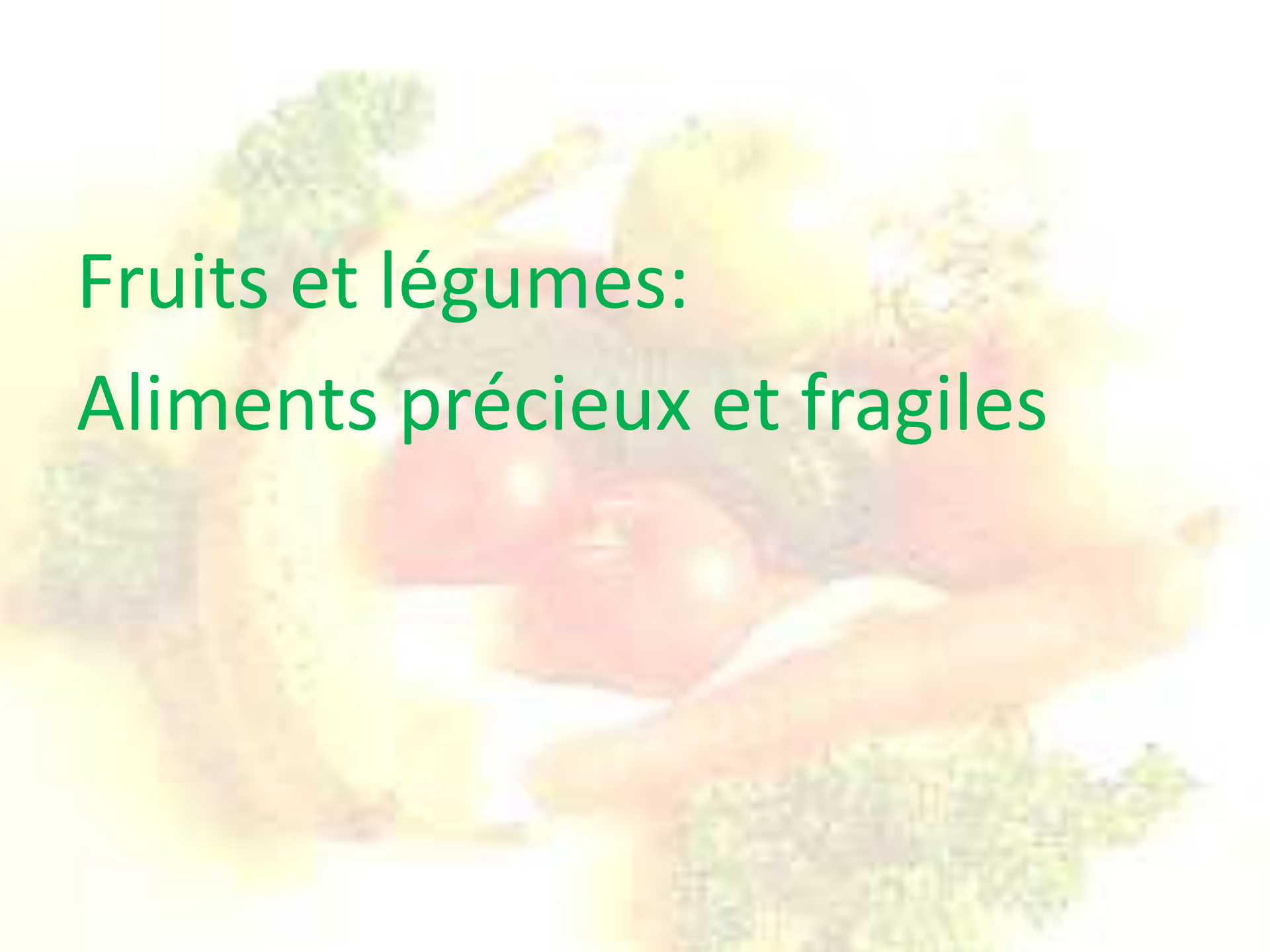


Brève histoire des procédés industriels de conservation des fruits et légumes : De la chaleur à la lumière bleue



Fruits et légumes:
Aliments précieux et fragiles

Des fruits et des légumes au menu depuis l'origine de l'humanité

Traces préhistoriques et antiques des fruits et légumes

- Cavernes, dents (-18000 ans),
- Attirail et estomac (-5000 ans)
- Peintures, mosaïques antiques



Effets bénéfiques : Satiété, digestion, état de santé, plaisir

- Macronutriments (eau , sucres, protéines, lipides)
- Micronutriments (vitamines, minéraux essentiels, fibres alimentaires, antioxydants phénoliques, glucosinolates ...)

5 fruits et légumes par jour (PNNS) et peut-être 25 sortes par semaine pour alimenter la flore « microbiotique » intestinale

Denrée précieuse... fragile et périssable



Faible résistance aux contraintes mécaniques

(chocs, vibrations, entailles, écrasement....)

La récolte stoppe l'approvisionnement en eau et en **nutriments** (survie sur les réserves, vieillissement)



Développement des moisissures et de certaines bactéries qui proviennent de l'environnement (air, sol, eau), **certains sont**

pathogènes (toxines et infections)



Nombreuses réactions physico-chimiques et enzymatiques (oxydation, lyse, brunissement, dépigmentation...) **à l'origine de l'altération** de la texture, de la saveur, de l'odeur, de la couleur et du contenu nutritionnel



Les fruits et légumes font partie des aliments les plus gaspillés

Food and Agriculture Organization of the United Nations




Origine des pertes

- production, récolte, conservation et préparation (maison ou restauration)



25 % des fruits et légumes les plus périssables sont perdus après récolte. Les pertes dépasseraient 40 à 50 % sous les tropiques et dans les régions subtropicales





Faire des réserves et vaincre la
saisonnalité: premiers pas vers
la conservation étendue

Mise en œuvre de l'observation des phénomènes naturels et de l'empirisme par l'humanité



Séchage, salage, fumage, sucrage... fermentation ont probablement constitué des **moyens ancestraux de conservation étendue**



Des fruits et légumes « robustes » ont été stockés au **frais** (froid naturel), à l'**obscurité** et à l'**abri des prédateurs** (insectes, rongeurs...) pour franchir la saison hivernale (légumineuses, légumes racines, pommes...)



Des **méthodes culinaires** (cuisson, confiture, sirop, infusion dans le vinaigre et l'alcool) permettaient d'**étendre la conservation** (recettes écrites de Pline dans Naturalis Historia)

Les progrès scientifiques et technologiques permettent de repousser les limites de la conservation avec des moyens « surnaturels »

- La **thermodynamique** livre aux 18^{ème} et 19^{ème} siècles les moyens de produire et transférer la chaleur pour chauffer ou refroidir (froid mécanique)
- Des **matériaux** comme le verre et le métal sont produits à grande échelle, dans des formes nouvelles (laminage, emboutissage...)
 - L'application aux aliments est « consacrée » par Nicolas Appert (cuisinier-confiseur de métier) qui décrit sa méthode de conservation en 1809 (divulgation publique)



Nicolas Appert
Bibliothèque en ligne Gallica
sous l'identifiant ARK
bpt6k214951m/f635

Appertisation ou première méthode de conservation technologique généralisable

Repose sur l'étanchéité d'un emballage (bocal, boîte) dans lequel les aliments sont introduits pour le chauffage

1804 *Nicolas Appert montre ses résultats à une commission spéciale.*

- Le consommé : aussi bon que s'il avait été confectionné le jour même et non 15 mois plus tôt
- Les petits pois et les petites fèves des Marais : encore plus savoureux une fois qu'on prenait conscience de l'éloignement de leur saison
- Les cerises et les abricots : une saveur en grande partie conservée
- Le suc de groseilles et les framboises : un goût identique, seule la couleur avait perdu de son intensité

1809 « *L'Art de conserver pendant plusieurs années toutes les substances animales et végétales* »

- Une contribution majeure à l'humanité - Les fruits et légumes en conserves contribuent à l'éradication du scorbut



Nicolas Appert
Bibliothèque en ligne Gallica
sous l'identifiant ARK
bpt6k214951m/f635

Les saisons en bouteille

Le Courrier de l'Europe

« M. Appert a trouvé l'art de fixer les saisons. Chez lui, le printemps, l'été, l'automne vivent en bouteilles semblables à ces plantes délicates que le jardinier protège par un dôme de verre contre l'intempérie des saisons. »

Balthazar Grimod de la Reynière (Almanach des Gourmands)

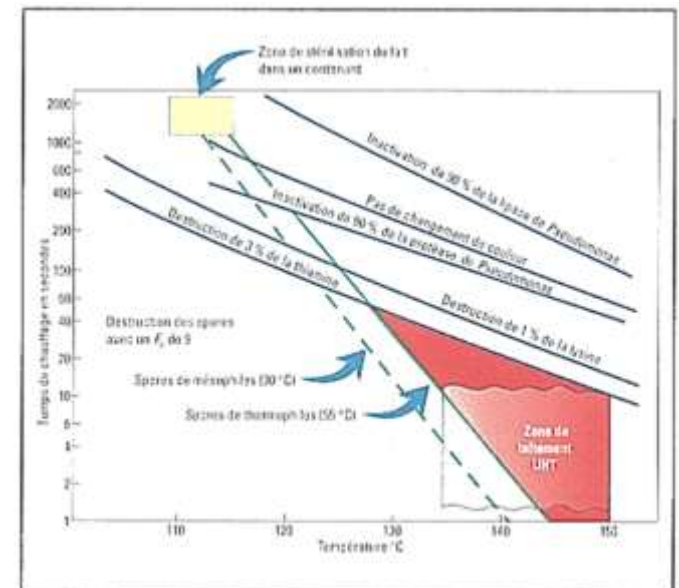
« Nous ne parlons que du résultat ... qui nous rappelle le mois de mai au cœur de l'hiver, et souvent même à s'y tromper lorsqu'il a été accommodé par un cuisinier habile... »

« On naturalise le printemps et l'été, au milieu du plus rigoureux hiver. »

De l'autoclave à l'échangeur à
plaques : la conservation très
longue durée, à très haut débit
et de meilleure qualité

La physico-chimie et la microbiologie des aliments révolutionnent la qualité des conserves de fruits et légumes

- Découverte entre 1856 et 1862 du **rôle clé des microorganismes dans l'altération des aliments** (Louis Pasteur,) et mise au point des bases de la « pasteurisation »
- Les microbiologistes caractérisent les effets des variables environnementales sur les microorganismes et mettent en évidence la contribution du **couple T/temps sur l'efficacité** des traitements thermiques
- Au début du 20^{ème} siècle, la chimie démontre les **effets du couple T/temps sur les molécules alimentaires**



Conservation thermique : 2 cibles principales

- **Enzymes et composés intracellulaires** impliqués dans l'oxydation, le brunissement, la lyse...

- **Blanchiment (enzymes, désaération)**
70-100°C quelques minutes



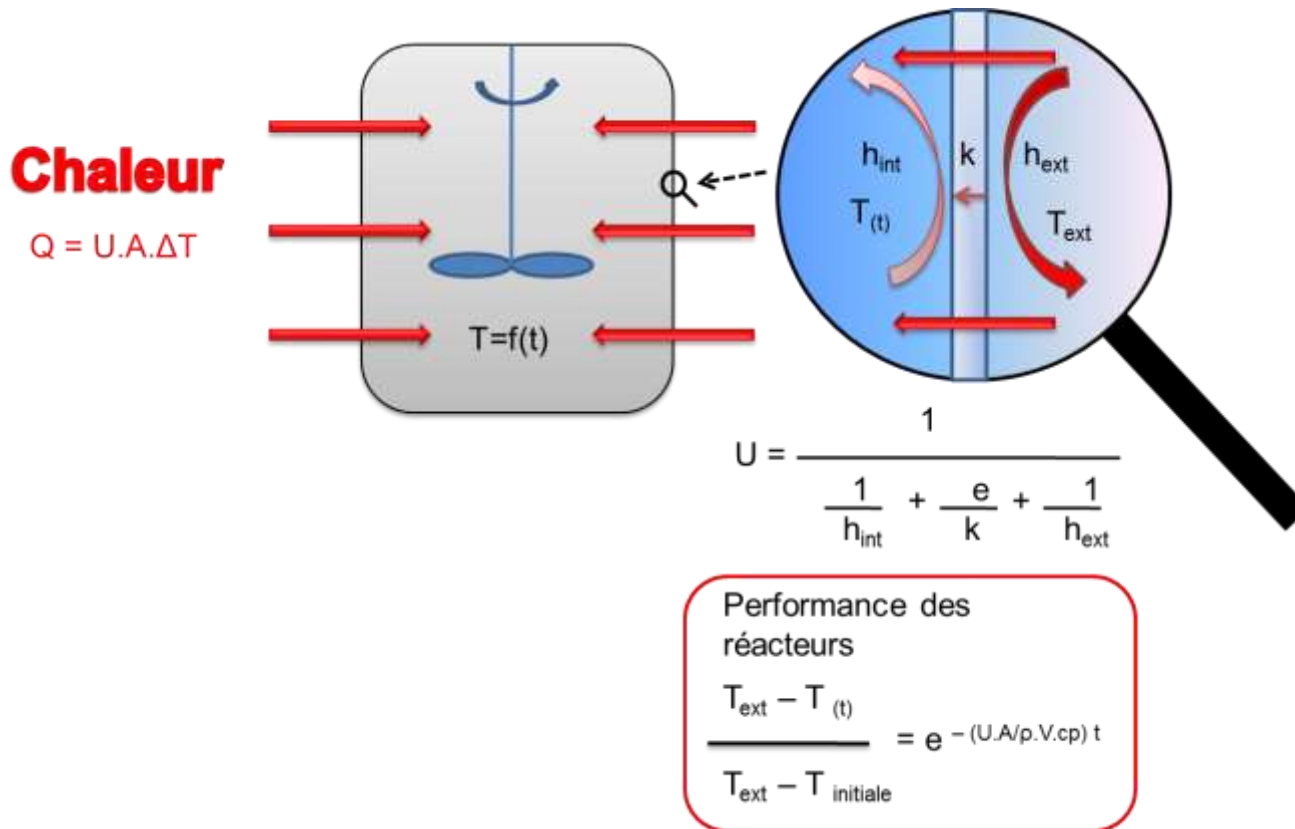
- **Microorganismes pathogènes et d'altération**

- **Pasteurisation**
- **Stérilisation (formes sporulées)**

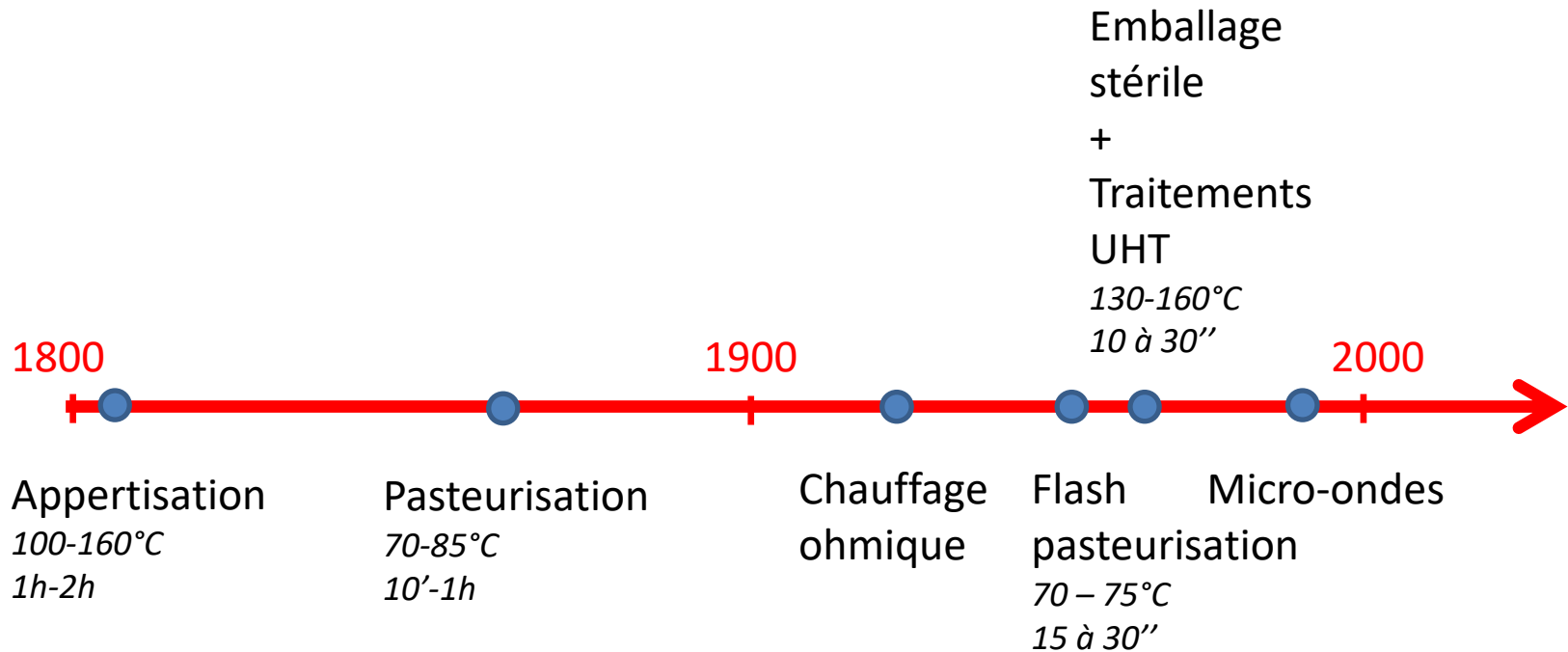


L'apport du génie des procédés

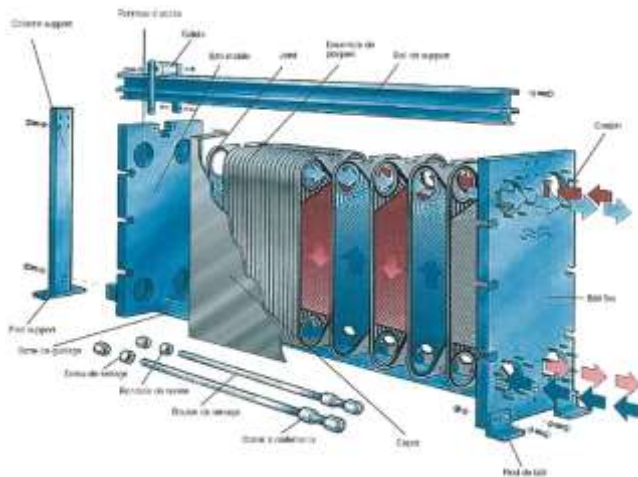
L'application des lois de **Jean-Baptiste Biot** (1774-1862) et de **Jean-Baptiste Joseph Fourier** (1768 -1830) permettent le développement de technologies performantes



Développement des traitements thermiques chauds



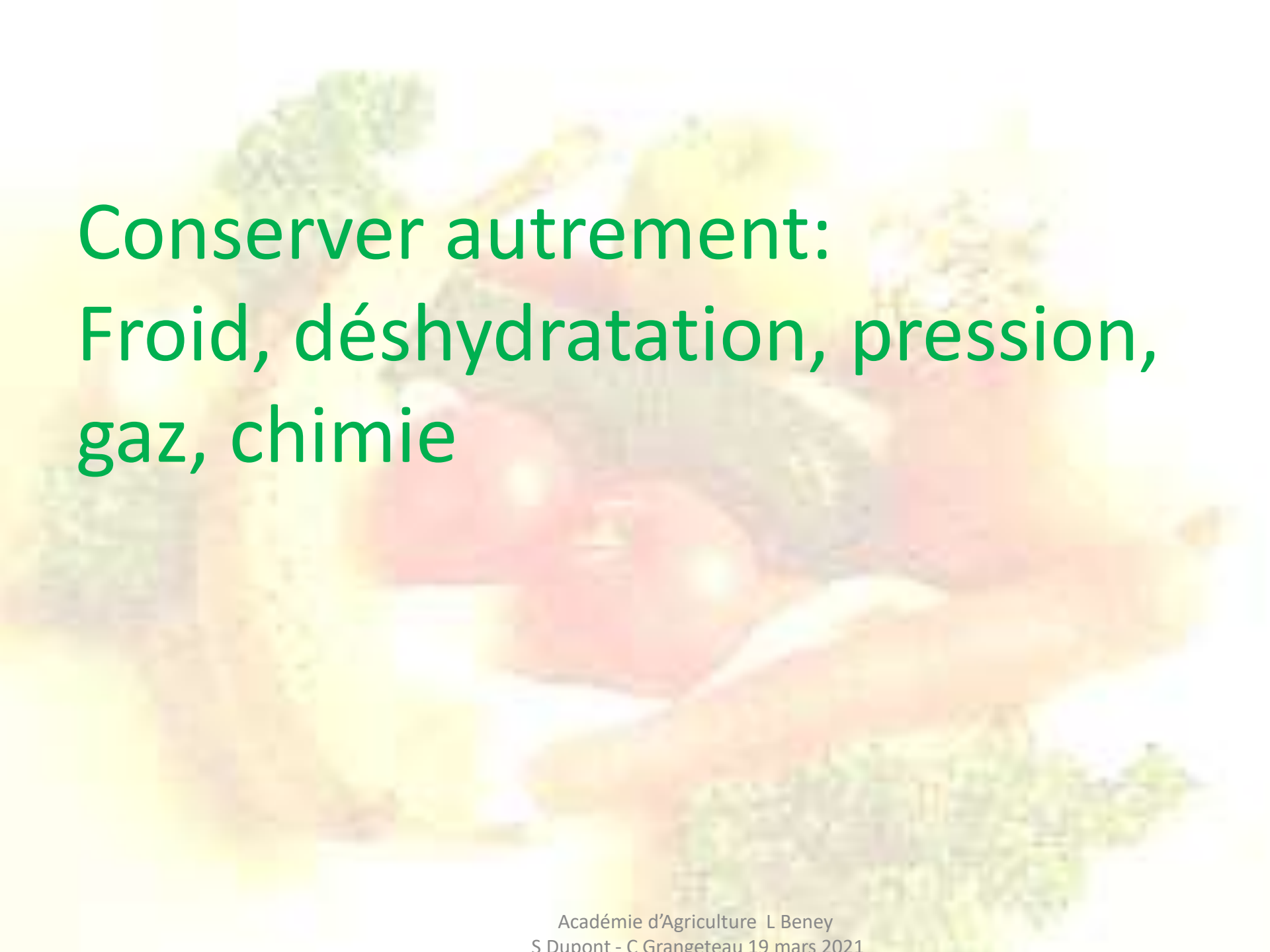
L'essor des échangeurs thermiques continus (1920 – aujourd'hui)



Source Science et technologie du lait. Transformation du lait Polytechnique Montréal 2002

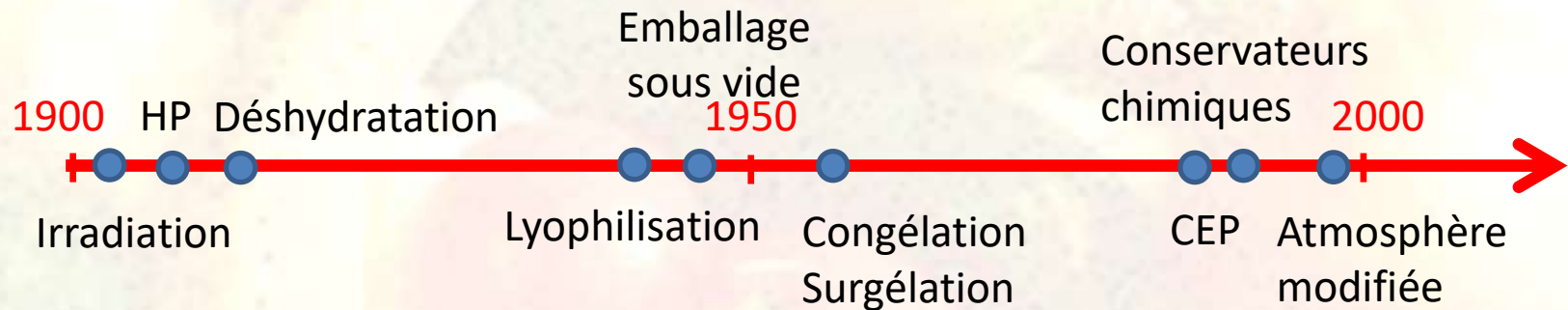


- + Refroidissement rapide
- + Haute Température Temps Court
- + Récupération de chaleur



Conserver autrement: Froid, déshydratation, pression, gaz, chimie

Foisonnement de technologies de conservation basées sur d'autres principes



- Ralentissement des processus biochimiques et biologiques
- Ciblage des microorganismes pour préserver le produit
- Procédés de transformation séquentiels avec de multiples opérations unitaires (lavage, épluchage, découpe, blanchiment, emballage, surgélation...)

Diversification des gammes de fruits et légumes

Gamme	Etat	Conservation
1 ^{ère}	Frais brut	Liée à la physiologie
2 ^{ème}	Conserve cuisiné ou non	Plusieurs années à T ambiante
3 ^{ème}	Surgelé cuisinés ou non	Plusieurs mois à -18°C
4 ^{ème}	Frais prêt à l'emploi, emballé	Quelques jours à 4°C
5 ^{ème}	Cuits sous vide et transformés	Quelques semaines à T ambiante
6 ^{ème}	Déshydratés	Quelques mois à T ambiante

- **Accès aux fruits et légumes et consommation facilités**
- « **Eloignement** » au produits frais variable selon les procédés
- Recours massif aux **emballages**

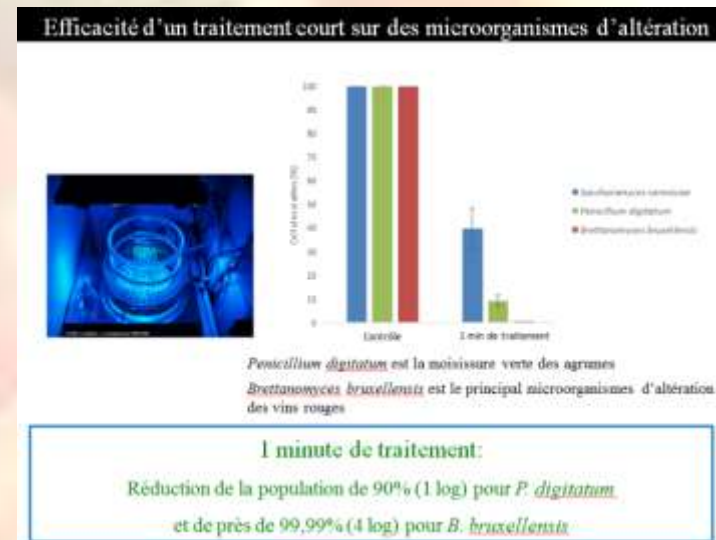


Explorations technologiques: Répondre à de nouvelles attentes

Recours à la biologie et minimisation de la chimie et de l'énergie

- Conservation « biologique »
 - Biomolécules actives
 - Flore microbienne de compétition (levures, bactéries lactiques)

- Traitements lumineux ciblés
<https://youtu.be/RW4Ru9bHrCs>



- Minimiser l'usage des emballages non recyclables / biodégradables

Conclusion et perspectives



L'innovation et la technologie ont accru la **disponibilité et la praticité** des fruits et légumes



Les **procédés influencent la qualité en dégradant ou améliorant** certains critères (goût, nutrition, hygiène, praticité, durabilité)



L'effort à venir porte sur le **développement de solutions durables** et devra répondre à des attentes en matière d'approvisionnement **local**, de **naturalité** et de réduction de la pollution liée aux **emballages**

Merci



www.umr-pam.fr

laurent.beney@agrosupdijon.fr