



Vous en voulez une ?



SCIENCEphotOLIBRARY



Ionisation : Conserver les Aliments par Irradiation *JDB*

- Procédé physique consistant à exposer l'aliment à l'action directe de radiations ionisantes, ou **rayonnements électromagnétiques**, (électroniques ou photoniques) pour:
- améliorer **qualité sanitaire**
- augmenter **durée de conservation**
- (et modifier certaines propriétés technologiques)



Rayonnements ionisants *JDB*

- **Rayonnement gamma (γ)**
 - Flux de photon gamma
 - Source: **Cobalt 60** (Co radioactif)
 - Énergie des photons: 1,3 MeV (méga électron volt)
 - Excellent pouvoir **pénétrant**
- **Électrons**
 - Flux d'électrons accélérés
 - Énergie < 10 MeV
 - Faible pénétration
- **Rayons X**
 - Énergie < 5 MeV, non utilisés en pratique



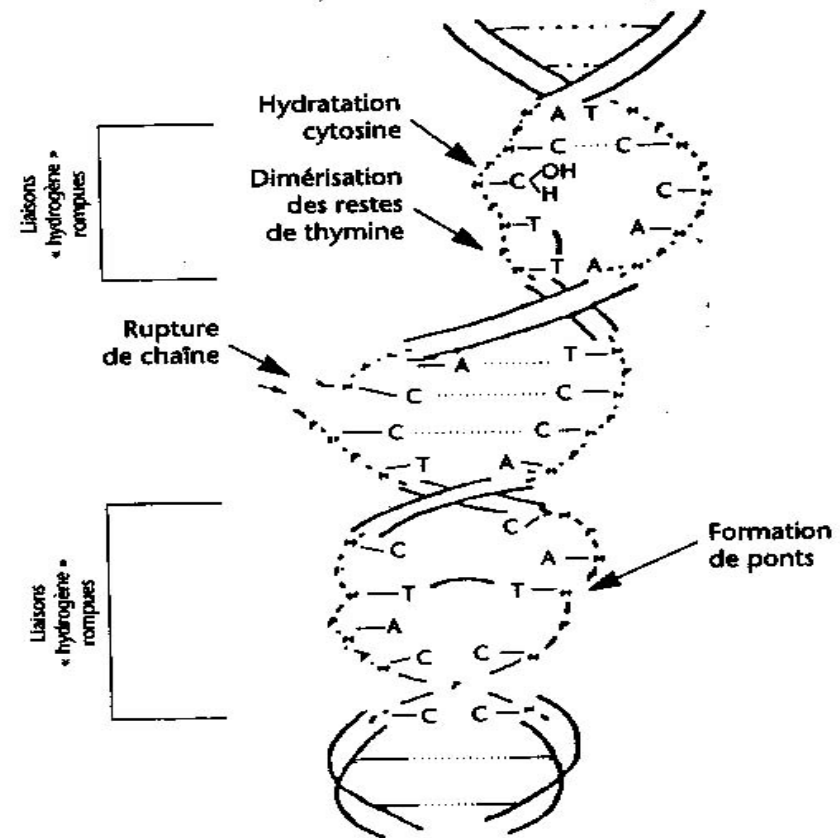
Mécanismes d'action des rayonnements ionisants *JDB*

- Ionisation du milieu:
 - Collision directe du faisceau de photons ou d'électrons avec les atomes, et éjection d'électrons (ne peut toucher le noyau atomique)
 - Apport d'énergie et éjection d'électrons périphériques =>
Apparition d'électrons et de radicaux libres
- Radiolyse de l'eau et des lipides
 - $\text{OH}\cdot$, $\text{H}\cdot$, H_2 , H_2O_2 , H_3O^+



Effet des rayonnements ionisants sur les acides nucléiques *JDB*

Le rayon éjecte un
électron de l'atome,
créant un radical,
qui lèse l'ADN



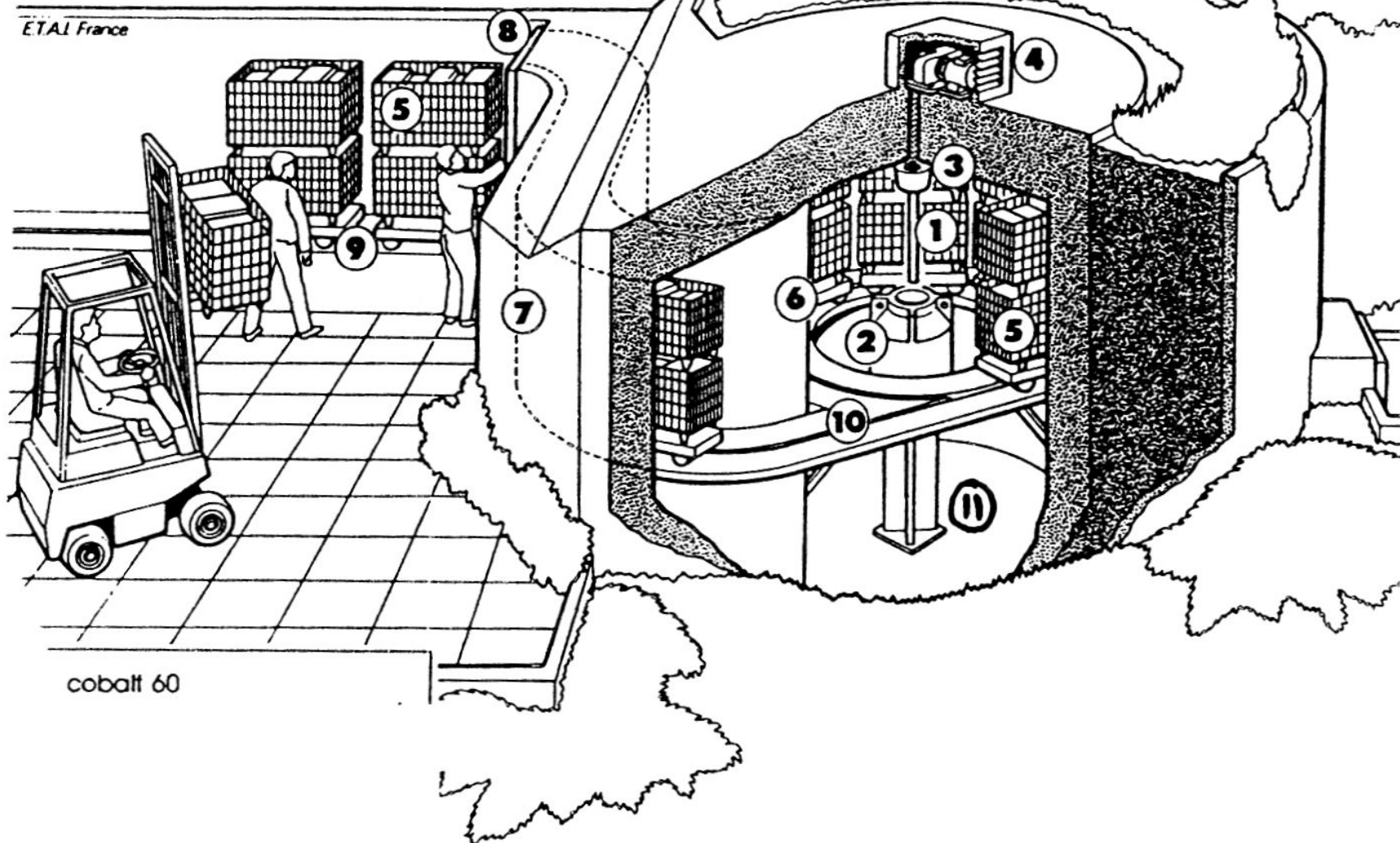
Radiolyse de l'ADN
(D'après MOUTON, 1965)

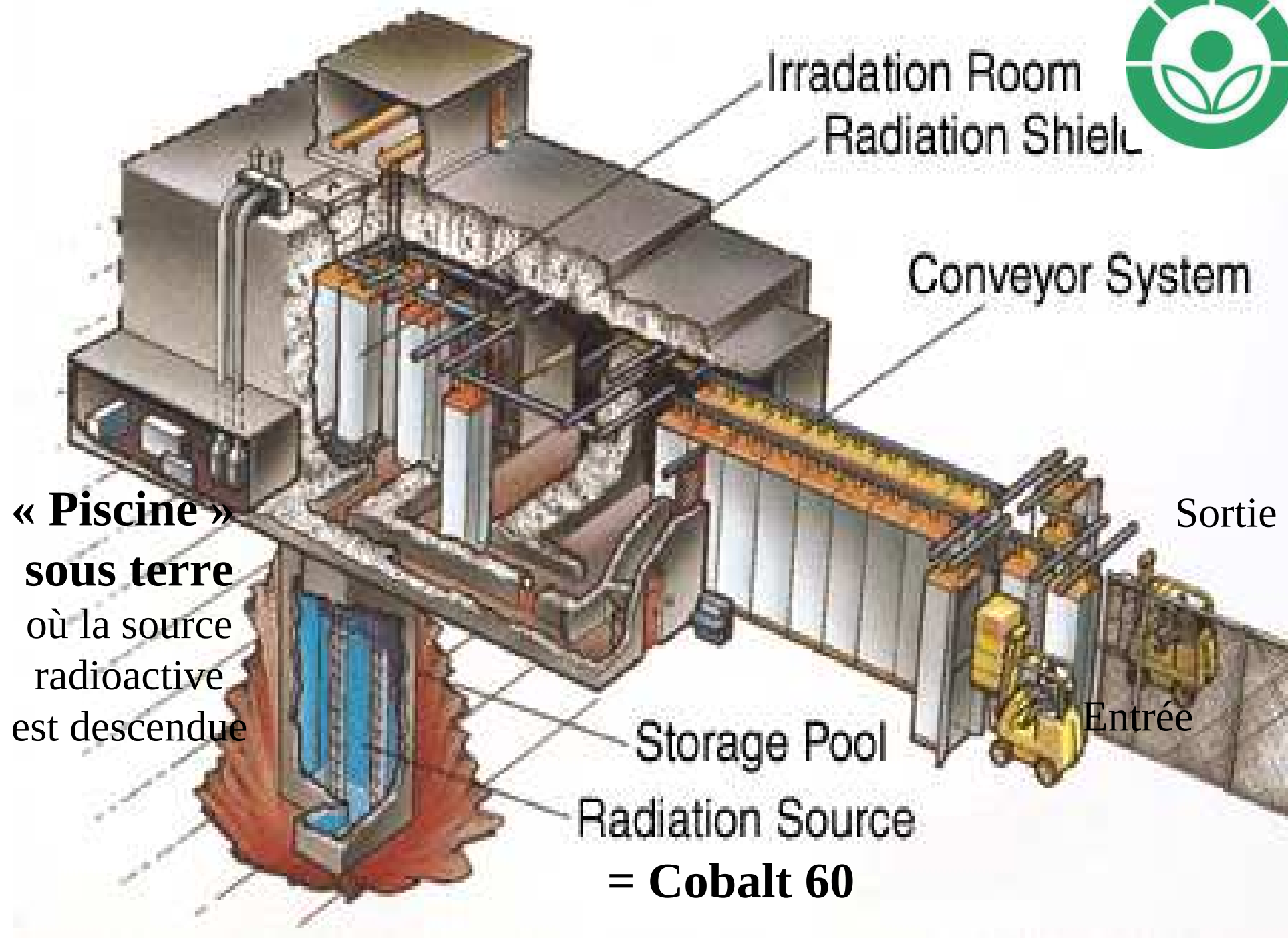


Avantages de l'Ionisation

- Traitement à **froid** = respecte les produits fragiles (ex.: fraises, blanc d'œuf)
- Traitement de produits **déjà conditionnés** = pas de recontamination
- Traitement physique = **pas de résidus** chimiques
- L'**innocuité** des aliments irradiés fait l'objet d'un consensus scientifique (*voir plus loin*)

Ionisateur au Cobalt 60







L'innocuité des aliments irradiés est un consensus scientifique

- **L'aliment ne peut pas devenir radioactif:** pour toucher le noyau de l'atome, il faudrait un photon d'énergie $> 13\text{MeV}$ (Cobalt 60: 1 MeV)
- Le cobalt est confiné dans source scellée (acier inox)
- Les rayons seraient certes très dangereux pour les ouvriers: piscine souterraine + labyrinthe béton+ circuit automobile
- Aliments irradiés n'ont montré aucune toxicité sur les animaux
- Produits de radiolyse: aucun n'est spécifique (ce sont les mêmes que produits chauffés). **Sauf Alkylcyclobutanones** (from acide palmitique), dans les viandes en dose très faible. Facteur de sécurité supérieur à 2000
- « **Absence complète de risque pour l'homme** des aliments traités ($<10\text{kGy}$ & 10MeV)»: conclusions OMS 1980, FAO 1997, AFSSA 2007, EFSA 2010



Quelques inconvénients...

- les aliments irradiés **semblent plus frais qu'ils ne sont réellement**
Est-ce une « tromperie » du consommateur ?



ABRICOTS ORDINAIRES
(IRRADIÉS)

ABRICOTS BIO
(NON IRRADIÉS)



Quelques inconvénients...

- Stérilisation **non détectable**.
Exigence que les produits soient sains au départ !



Denis Corpet - INP-EN



DOSES ionisantes & EFFETS biologiques *JDB*

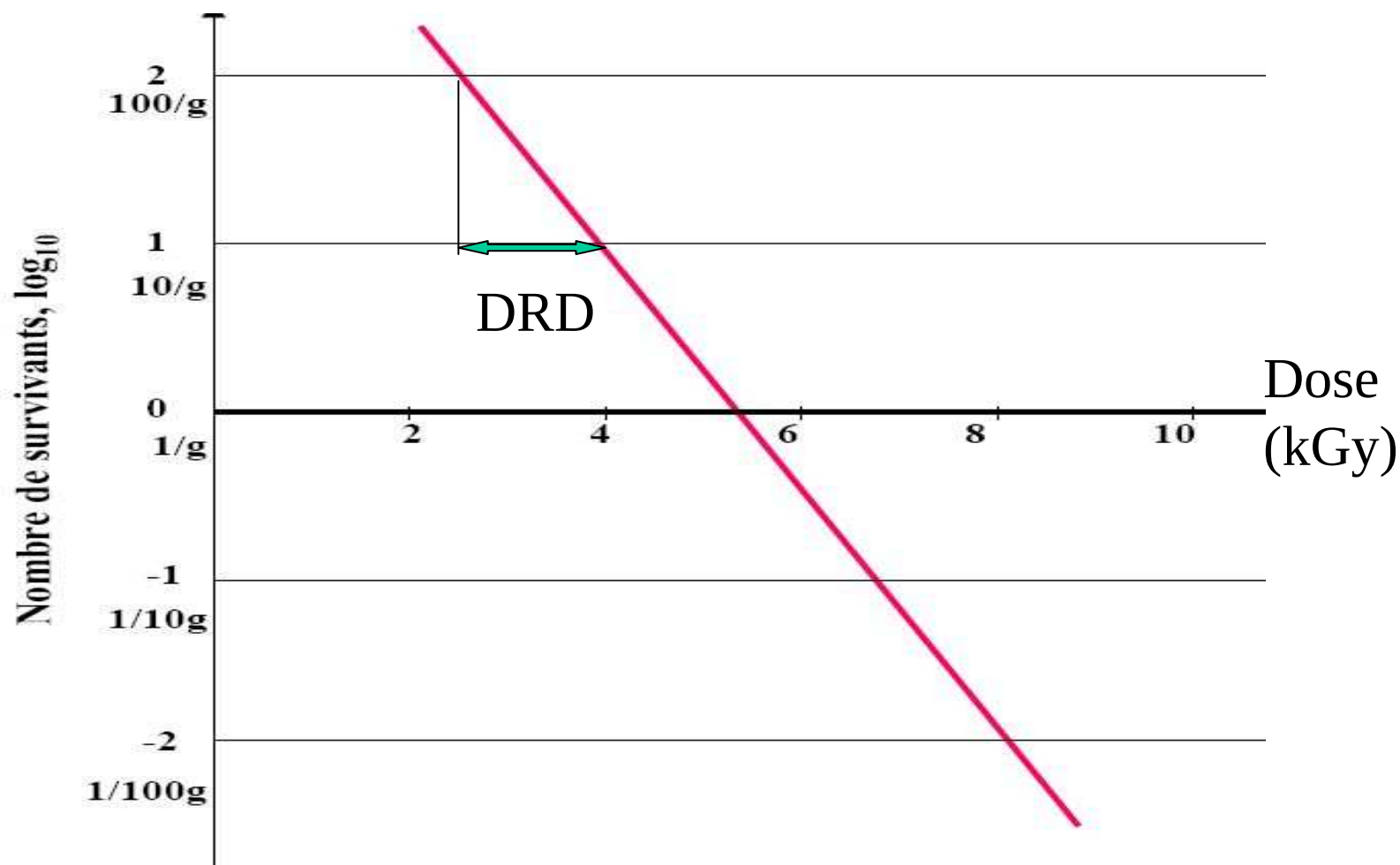
- | <u>• kGy</u> | <u>Effet</u> | <u>Nommé</u> |
|--------------|---|-------------------------|
| • 0.1 kGy | inhibe la germination (bulbes, tubercules) | |
| • 1 kGy | retarde maturation des fruits (ex: fraises) | |
| • 1 kGy | tue insectes & parasites | Radurisation |
| • 5 kGy | pasteurise (tue pathog. non sporulés) | Radicidation |
| • >10 kGy | stérilise (20-60kGy) | Radappertisation |

Gray, unité de dose absorbée : (1 Gy = absorp. 1 joule /kg)



L'ionisation n'est pas magique

Dose de Réduction Décimale tue 90%
(comme le temps D_t à une $t^\circ\text{C}$ létale)





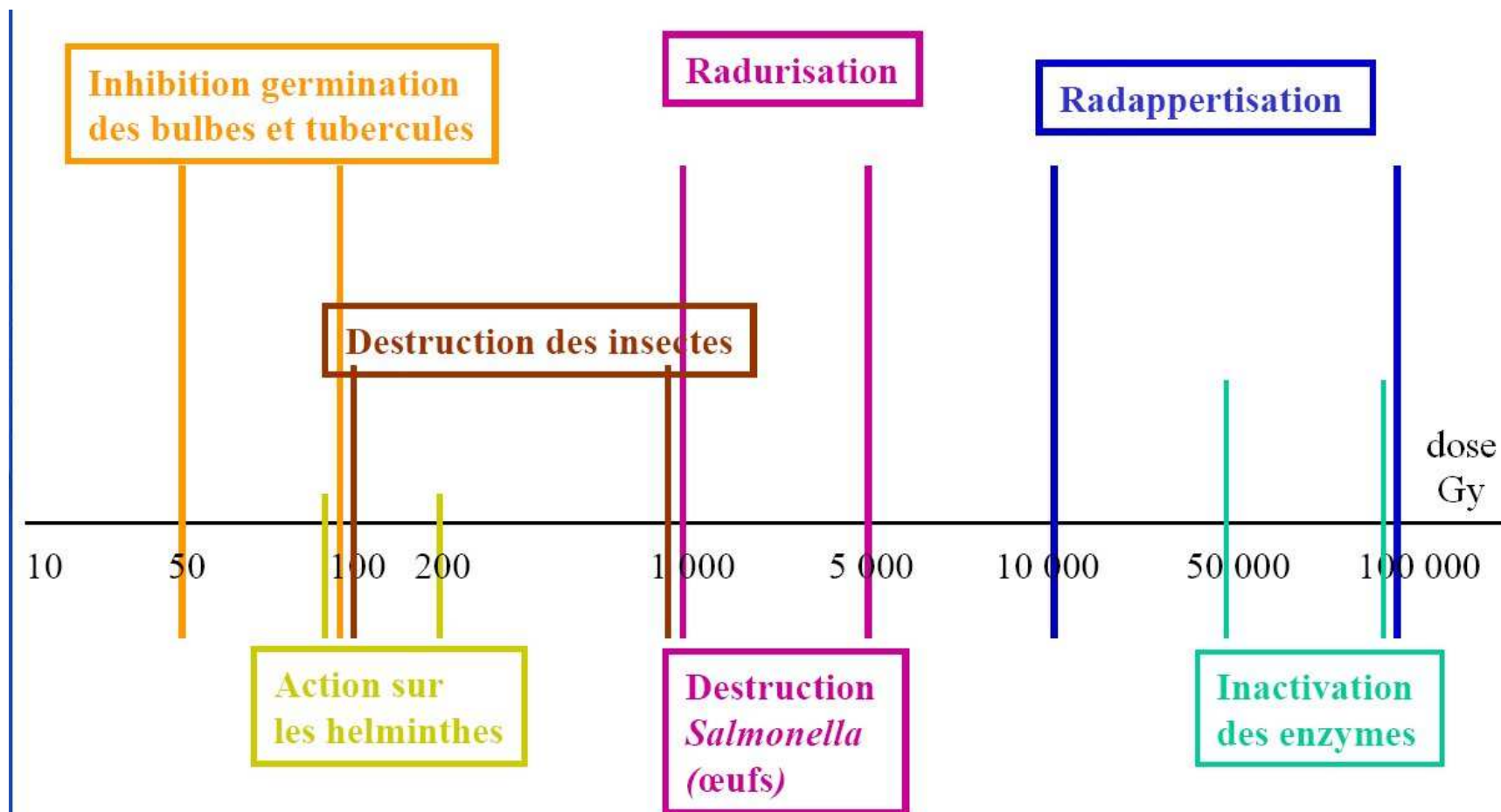
Radio-résistance des micro-organismes en kilo Gray **JDB**

Micro-organisme	D ₁₀ (kGy)
<i>Clostridium botulinum</i> (Gram+ sporulé)	2,5
<i>Staphylococcus aureus</i> (Gram+ coque)	1
<i>E. coli</i>	0,4
<i>Pseudomonas</i>	0,07
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,5
<i>Salmonelles</i>	0,7
<i>Penicillium spp</i>	0,4
<i>Candida spp</i>	3
Fièvre aphteuse	0,5
Polio	1,4

Unité de dose de rayonnement absorbé Gray (Gy): absorption d'1 joule/kg d'aliment



Ionisation des aliments: effet du rayonnement en fonction de la dose





Effets Ionisation sur **Nutriments**

- Effets nettement moindres que la chaleur
- Protéines et Glucides : pas d'effet
- Lipides AGPI : rancissent (s'oxydent si O₂)
- Vitamines liposolubles (A & E) sensibles



Ionisation : Règlementation

Liste positive & étiquetage

- Directives Europ. 1999, Arrêté M. du 20/08/2002
- 1- Liste positive (tout est interdit sauf la liste)
- 2- Etiquetage obligatoire: logo Radura
- 3- Que dans les installations agréées
- 4- Seulement ionisation de produits salubres
(l'AM précise germes et densités acceptables, par d'aliments)





Quatorze aliments autorisés JDB

- **Epices** et herbes aromatiques **10 kGy (tuer spores)**
(irradiées sèches ou surgelées: 6000 à 60 tonnes/an)
- **VSM** (viande séparée mécaniquement) et **Abats** de **Volaille** ionisée à **5 kGy (tuer salmonelles)** 2000 t/an
- **Cuisses de grenouille: 5 kGy /salmonelles**, 1000 t/an
- Blanc d'œuf
- Crevettes décortiquées
- Caséines et caséinates /alimentation humaine
- Gélatine alimentaire
- Oignon, ail: 0,1 KGy (stoppe la germination)

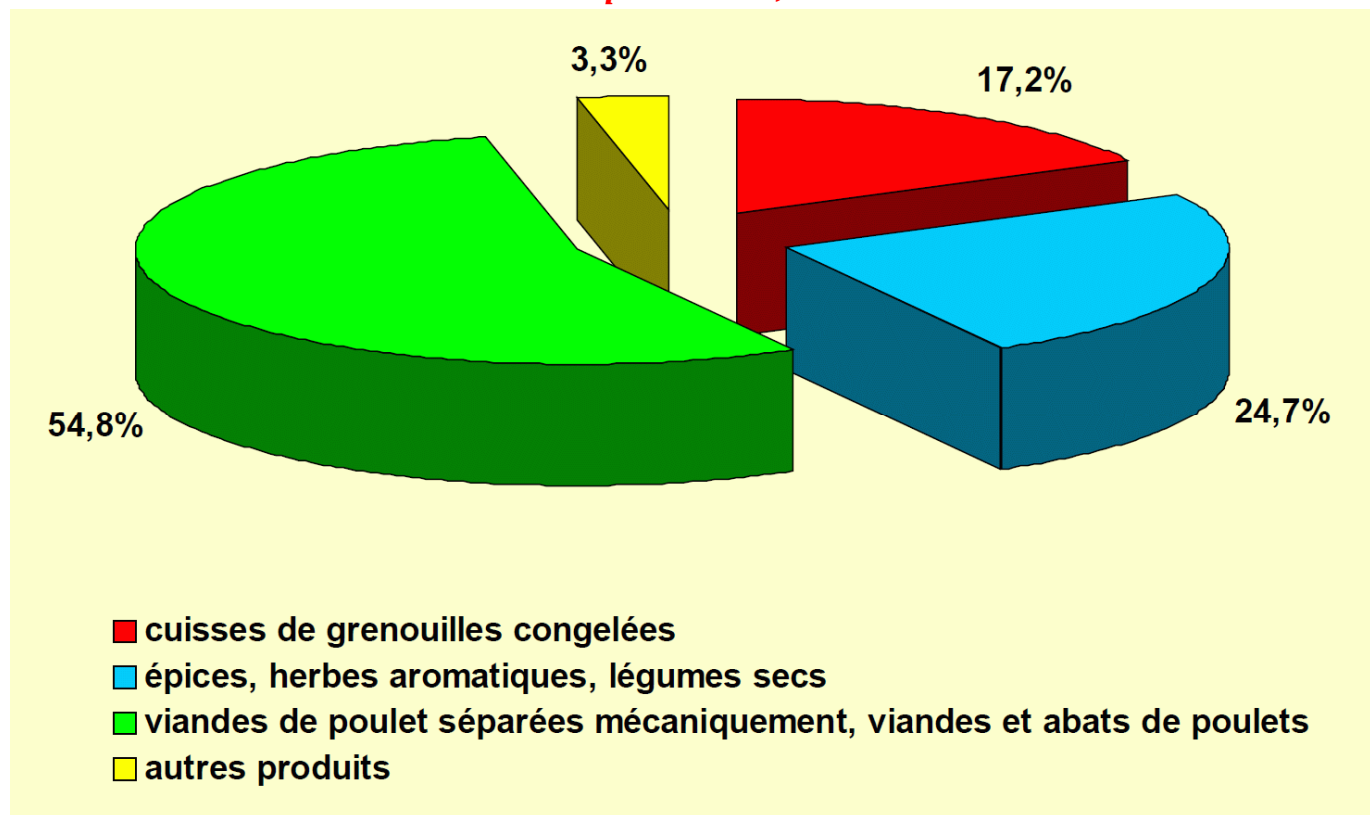
Logo Radura





Aliments irradiés, France 2002

Jacques FOOS, 2006



2000 tonnes par an d'aliments irradiés, au total

Il est très difficile d'avoir des chiffres fiables, le tonnage d'aliments irradiés en France variant selon les sources et les années entre 2 000 et 20 000 tonnes par an !



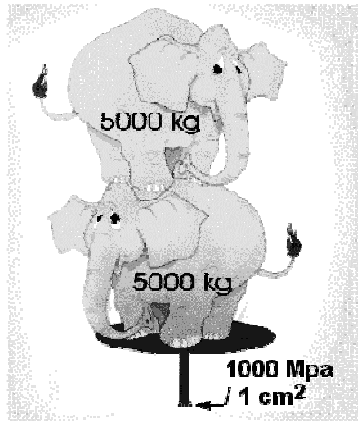
Aliments irradiés, Monde

Country	Tonnes/annum
Belgium	10,000
Chile	500
China	500
France	5,200
Japan	20,000
The Netherlands	18,000
Russia and former countries of USSR	400,000
USA	3,300



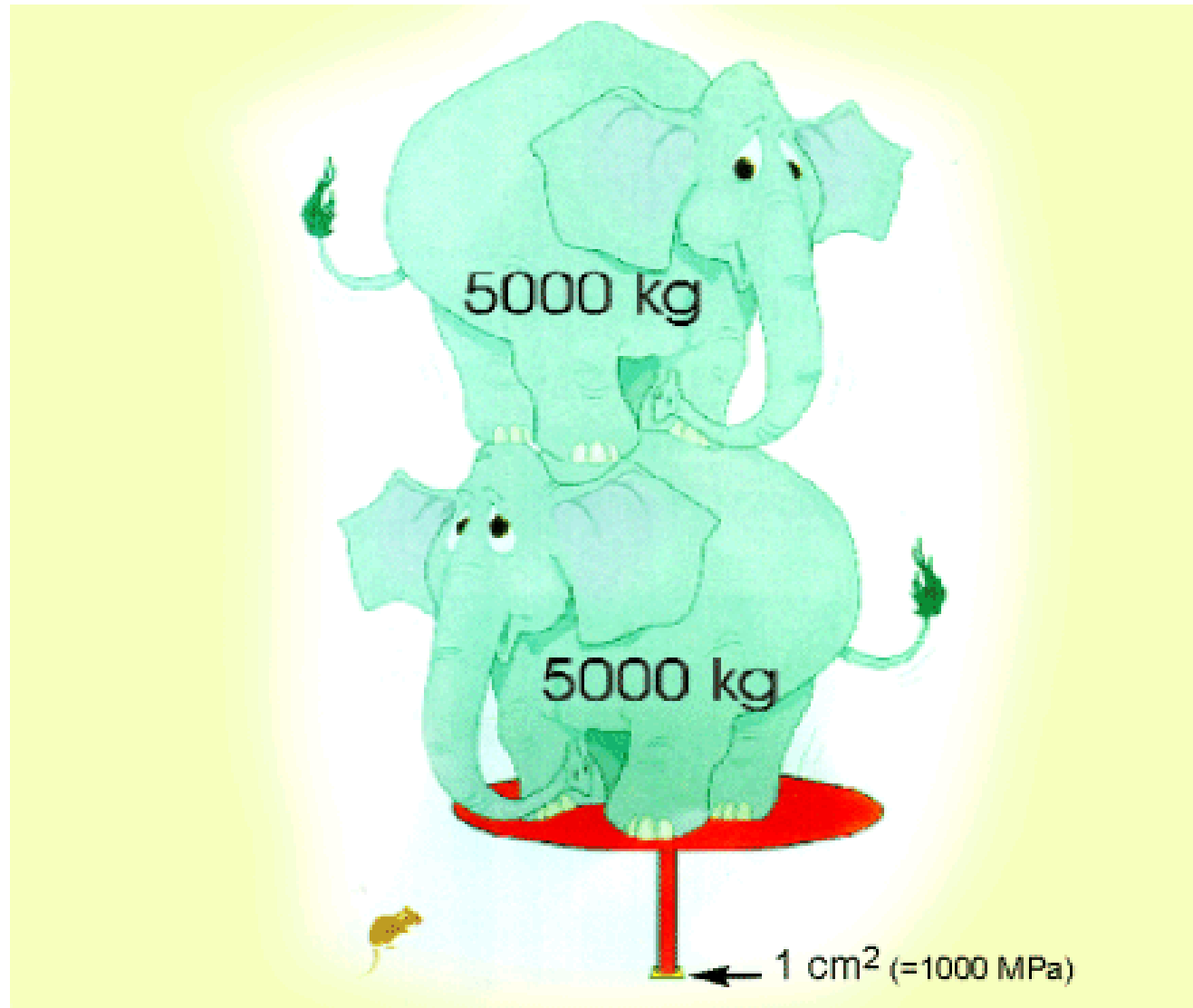
Ionisation, pour conclure...

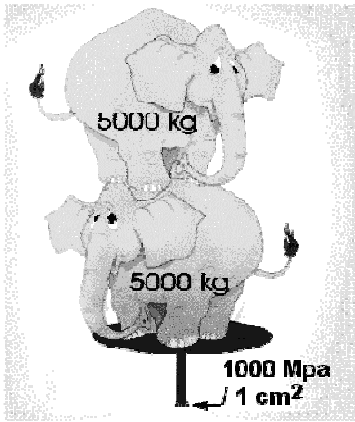
- Ça marche bien, c'est sûr et c'est rentable, mais...
- Très peu d'aliments sont irradiés en France: uniquement quand on ne peut faire autrement
- Car les gens ont peur... (*voir poly*)



Pascalisation: traitement des aliments à Haute Pression

10 kbar
=
1000 Mpa

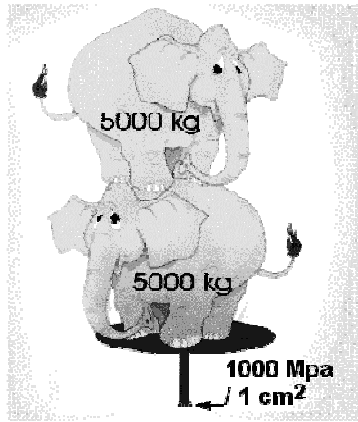




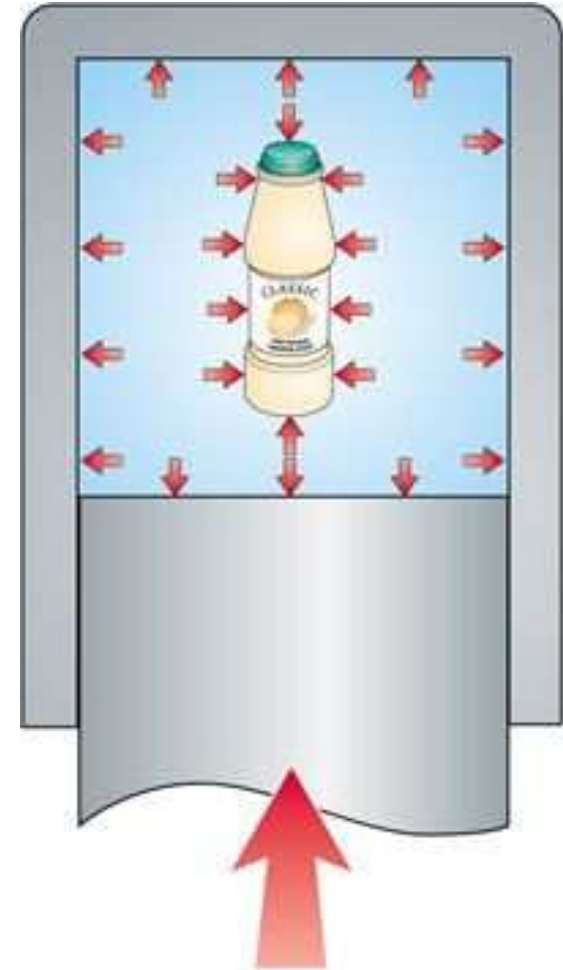
Pascalisation: traitement des aliments à Haute Pression

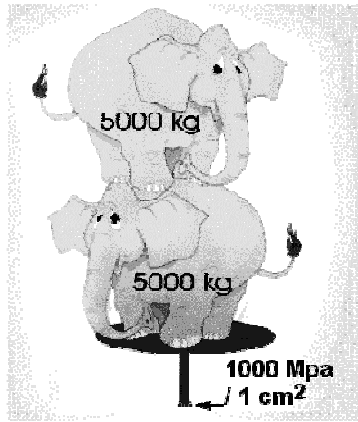
- Principe: appliquer de fortes pressions (**5 kbar**)
- pour assainir & transformer les aliments

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 0.1 \text{ MPa}$$



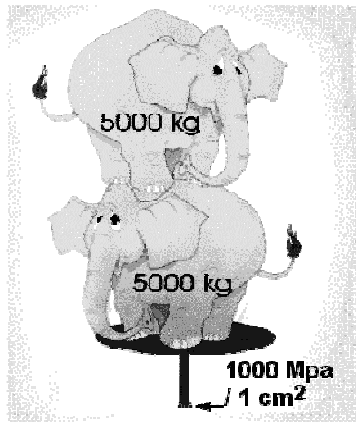
Aliments
en emballage étanche et souple,
soumis à une forte pression
(isostatique) dans de l'eau
(principe: pompe hydraulique de Pascal)
c'est instantané et sans échauffement





Pascalisation: traitement des aliments à Haute Pression

- Gélifie glucides et protides
- Bactéries gram- détruites à 3 kbar >10'
- Bact.gram détruites à + 5kbar.
- Les Spores sont insensibles (*pasteurizat.*)
- Plus efficace si $t > 50^{\circ}\text{C}$ ou $\text{pH} < 4$ (*jus fruits*)
- En résumé une pasteurisation à froid



Effet des hautes pressions sur *Listeria monocytogenes*

10 kbar
=
1000 Mpa

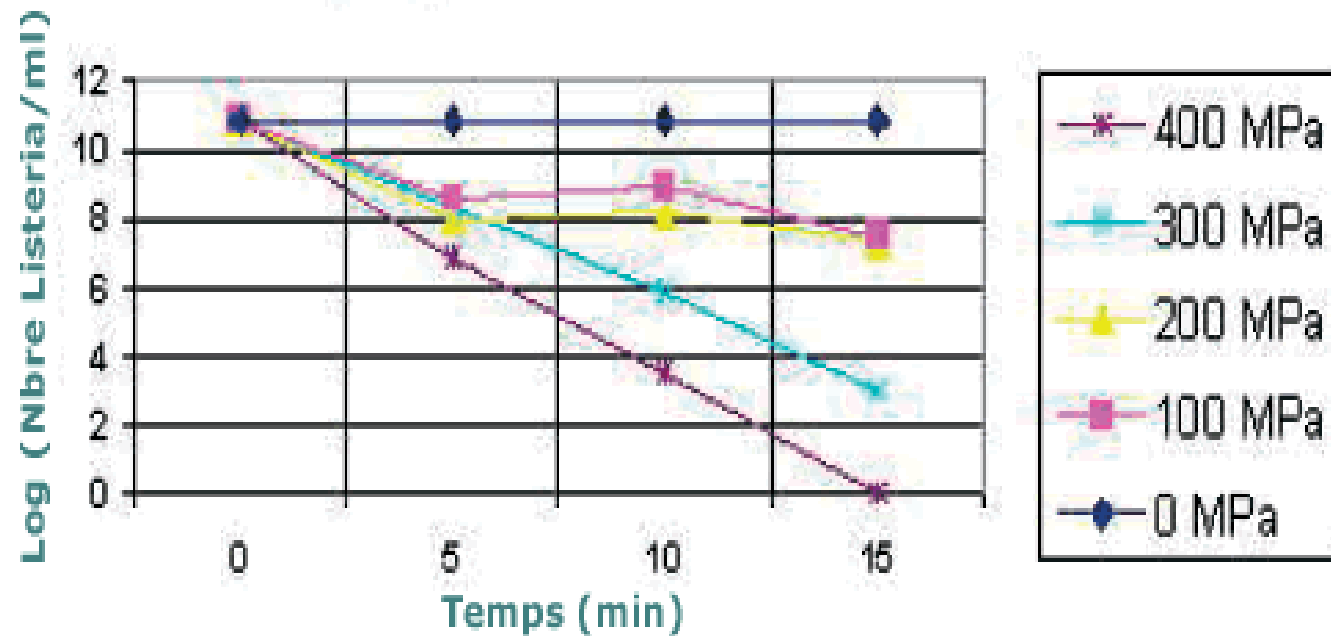


Figure 3 : Effet des hautes pressions sur *Listeria monocytogenes* (pure culture)
(d'après M. Fonberg-Broczek et coll., 2005)



Ultra-High Pressure Fresh Refrigerated Products



- 100% Hass Avocados
- Available Year-Round
- Convenient & Delicious
- Guacamoles, Pulp and Halves
- All Natural, No Preservatives

Calavo



**“Pourquoi devrais-
je acheter des
produits Pascalisés?”**

NEW:
Pascalisation
is now also
used for
shellfish!



**“Parce que les
qualités nutritionnelles
sont conservées..!”**

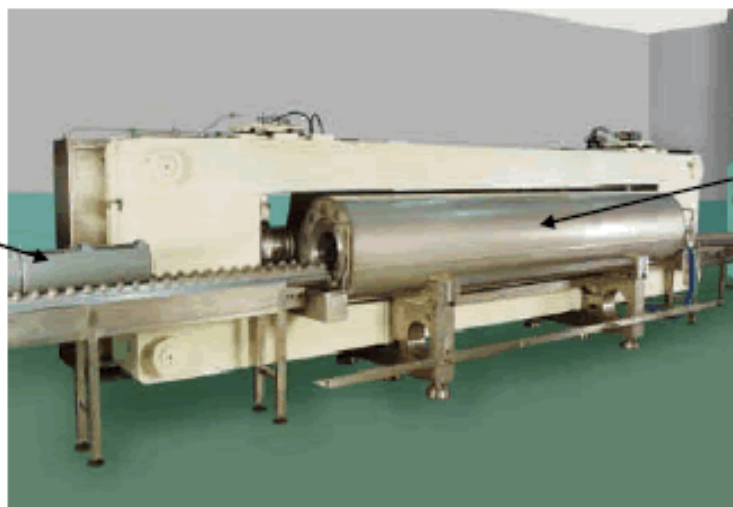




Pascalisation: traitement des aliments à Haute Pression

Achat: 1 000 000 \$

Panier de remplissage de l'enceinte



Enceinte hautes pressions

Figure 4 : Enceinte hautes pressions en position horizontale

Appareils 220 litres (Avure technology, USA)

Prix US \$: 0.5 à 2.5 10⁶ dollars

Accessible juste aux très grosses entreprises.

Prix aliment +3 à +10% /traitement classique





Nouveaux traitements physiques de conservation des aliments

Champs pulsés

- **Champs électriques pulsés :**
> 5000 volts/cm, qq micro-secondes
- **Champs magnétiques pulsés :**
>5 Tesla, 100 kHz
- **Ultrasons** = cavitation
20 kHz et plus, >10 000 W/m²
- **Ultraviolets & lumière pulsée** = flash
 - stérilise produits transparents (air, eau potable)
 - désinfecte surface lisse

Fin du cours sur les
Autres procédés de conservation des aliments:
Acidification, conservateurs,
ionisation, pascalisation

Professeur Denis Corpet
École Nationale Vétérinaire Toulouse
UMR INRA-INPT-ENVT-UPS 1331 **ToxAlim**
équipe E9 : **Aliments & Cancer**
Cours en ligne <http://Corpet.net/Denis>
Version mai 2014

« May the odds be ever in your favor »

Que la chance soit avec vous dans les exams qui arrivent



« May the odds be ever in your favor »

Que la chance soit avec vous dans les exams qui arrivent