

# maladies de conservation des fruits à pépins pommes et poires

Pierre Bondoux

TECHNIQUES ET PRATIQUES

**PHM**  
REVUE HORTICOLE

**INRA**  
EDITIONS









# maladies de conservation des fruits à pépins pommés et poires

Pierre Bondoux

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

147, rue de l'Université, 75007 Paris

PHM - REVUE HORTICOLE

1, place de la République, 75003 Paris

## TECHNIQUES ET PRATIQUES

*Ouvrages parus dans la même collection :*

**Guide des analyses courantes en pédologie**

D. BAIZE

1988, 172 p.

**Techniques for the brucellosis laboratory**

G. G. ALTON, L. M. JONES, R. D. ANGUS, J. M. VERGER

1988, 192 p. (en anglais).

**Maladies de la tomate**

**Observer, identifier, lutter**

D. BLANCARD

1988, 232 p.

**Espèces exotiques utilisables pour la reconstitution du couvert végétal en région méditerranéenne**

Bilan des arboretums forestiers d'élimination

P. ALLEMAND

1989, 150 p.

**Le cerf et son élevage**

**Alimentation, techniques et pathologie**

Co-édition INRA - Le Point Vétérinaire

A. BRELURUT, A. PINGARD, M. THERIEZ

1990, 144 p.

**Le contrôle anti-dopage chez le cheval**

D. COURTOT, Ph. JAUSSAUD

1990, 156 p.

**L'alimentation des chevaux**

W. MARTIN-ROSSET

1990, 232 p.

**Maladies des Cucurbitacées**

**Observer, identifier, lutter**

D. BLANCARD, H. LECOQ, M. PITRAT

1991, 320 p.

**Weeds of the Lesser Antilles**

**Mauvaises Herbes des Petites Antilles**

J. FOURNET, J. L. HAMMERTON

1991, 214 p.

**Illustrated key to West-Palaearctic genera of Pteromalidae**

Z. BOUČEK, J. Y. RASPLUS

1991, 140 p.

© INRA, Paris, 1992

© PHM Revue horticole, Paris, 1992

Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage - loi du 11 mars 1957 - sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de Copie, 6 bis rue Gabriel Laumain - 75010 PARIS

ISBN : 2-7380-0357-5

ISSN : 1150-3912

# Avant-propos

Le stockage des fruits et légumes, nécessité par l'étalement du marché et les transports à grande distance, a pris un développement très important au cours des cinquante dernières années. La durée de conservation est particulièrement étalée pour les poires et les pommes, ce qui les expose à des pertes dues à de nombreux accidents ou maladies. Ceci impose d'abord l'identification des diverses altérations de façon à remédier à leurs causes.

Pour permettre aux techniciens et aux professionnels de l'arboriculture de bien définir les problèmes de conservation qu'ils rencontrent, nous avons réalisé sous l'égide de l'INRA un Système Expert avec l'aide de Catherine Thiolon qui s'est chargée de la partie informatique. L'expertise qui a été la base du Système Expert constitue la partie descriptive et illustrée de cet ouvrage. Nous avons ajouté deux chapitres de synthèse, un pour chacun des deux ensembles de maladies, les altérations fongiques et les désordres physiologiques.

Pour bien situer les problèmes liés à la conservation, des rappels font l'objet du premier chapitre : morphologie des fruits, quelques notions de physiologie et action des conditions de stockage. Le chapitre 2 détaille les critères qui sont employés dans la détermination des maladies et qu'il est nécessaire d'utiliser avec précision et rigueur pour se servir convenablement de la clé du chapitre 3. Le chapitre 4 réunit les descriptions et les illustrations des altérations déterminées par la clé. Les chapitres 5 et 6 constituent une synthèse respectivement sur les maladies parasitaires de conservation, toujours dues à des champignons, et sur les désordres physiologiques et accidents ; ils insistent sur les problèmes les plus importants résumés dans des tableaux. Enfin, quelques paragraphes sont consacrés à quelques indications à l'usage des consommateurs pour obtenir une qualité organoleptique idéale du fruit au moment de la dégustation.

La clé est conçue pour la détermination de la majeure partie des altérations apparues au cours de la conservation. Un certain nombre de pourritures ou de désordres n'y figurent pas, soit en raison de leur rareté qui ne permet pas un échantillonnage suffisant, soit du fait de l'impossibilité d'établir leur origine au moment de l'observation, comme c'est le cas par exemple pour la plupart des symptômes de phytotoxicité.

Les illustrations comprennent d'abord 3 figures concernant la structure du fruit et certains critères de détermination. Les planches 1 à 39 illustrent les maladies figurant dans la clé, en détaillant les principales ; il a été ajouté quelques symptômes plus rares. Les planches 40 à 46 représentent les aspects microscopiques de la plupart des espèces fongiques responsables de pourritures sur poires et pommes.



# Remerciements

Je remercie tout particulièrement Pierre Marcellin qui, depuis de nombreuses années, au cours de conversations amicales, m'a permis de me faire une idée plus précise sur de nombreux désordres physiologiques liés aux conditions de conservation.

Je suis très reconnaissant à Patrick Joly, Christian Grosclaude et Michel Trillot qui ont bien voulu lire attentivement mon texte et apporter de nombreuses remarques judicieuses.

Mes remerciements vont également à Jean-Paul Coquinot, Jean-François Chapon, Roger Geoffrion qui m'ont confié quelques clichés et m'ont fait profiter de leur expérience sur la conservation des poires et des pommes, ainsi qu'à Marcel Le Lézec, Joseph Babin et André Belouin qui ont fourni les données phénologiques du Tableau 1.



# Sommaire

<b>CHAPITRE 1 – Généralités</b> .....	1
– Structure des fruits .....	1
– Évolution des fruits .....	4
– Évolution des méthodes de conservation .....	9
– Mise en conservation .....	10
– Évolution des maladies et accidents de conservation .....	12
– Origine des maladies – Symptomatologie .....	13
<b>CHAPITRE 2 – Critères de détermination</b> .....	15
– Considérations générales .....	15
– Les différents critères .....	17
<b>CHAPITRE 3 – Clé de détermination</b> .....	27
<b>CHAPITRE 4 – Descriptions des maladies et accidents</b> .....	43
<b>CHAPITRE 5 – Maladies fongiques de conservation</b> .....	93
– Classification – Caractéristiques .....	93
– Biologie – Évolution .....	101
– Méthodes de lutte .....	111
<b>CHAPITRE 6 – Maladies physiologiques et accidents</b> .....	119
– Généralités – Classification .....	119
– Vitrescence .....	121
– Taches spongieuses .....	123
– Brunissements superficiels .....	129
– Brunissements profonds et sénescence .....	135
<b>CHAPITRE 7 – De la sortie de conservation à l’assiette à dessert</b> .....	141
– Les températures .....	141
– Contrôle de la maturité .....	142
<b>Glossaire</b> .....	145
<b>Bibliographie</b> .....	147
<b>Index</b> .....	171



## CHAPITRE 1

# Généralités

Les arbres fruitiers à pépins appartiennent à la famille des Rosacées, tribu des Maloïdées. Trois genres botaniques sont envisagés dans cet ouvrage, produisant les trois « espèces » fruitières les plus communément utilisées des Maloïdées, les pommes, les poires et les coings. Les Pommiers, dont l'origine des variétés actuellement cultivées est complexe et souvent difficile à préciser, sont groupés maintenant sous le nom de *Malus x domestica* Borkh., qui remplace la combinaison *Malus pumila* Mill.. Les Poiriers des vergers français sont des cultivars du *Pyrus communis* L. ; une autre espèce, le *P. pyrifolia* (Burm.) Nakai (= *P. serotina* Redh.), originaire d'Extrême-Orient (nashi), commence à se répandre. Enfin, le Cognassier, *Cydonia oblonga* Mill. (= *C. vulgaris* Pers.) produit un certain nombre de variétés de coings.

La production française annuelle de pommes se situe actuellement (1990) autour de 1 800 000 t, celle de poires à environ 400 000 t. Quant à celles des coings, elle est peu importante et non chiffrable précisément.

Tous ces fruits sont susceptibles d'une conservation plus ou moins longue. L'extension des vergers depuis 1950 a été possible grâce au perfectionnement des méthodes de stockage qui ont permis non seulement de prolonger encore la vie des variétés de longue conservation mais aussi de garder quelque temps les variétés précoces afin d'étaler leur commercialisation.

La conservation prolongée des organes en survie que sont les fruits pose des problèmes phytosanitaires nombreux et variés qu'il est nécessaire de connaître pour éviter les pertes au cours de l'entreposage ou de la commercialisation. Un certain nombre de maladies et accidents peuvent survenir pendant cette période. Beaucoup peuvent affecter indifféremment les trois espèces fruitières mais on observe aussi quelques spécificités.

## I. Structure des fruits

Les espèces de la tribu des Maloïdées ont des fruits drupacés. La partie charnue qui est consommée, constituée d'un parenchyme cortical de réserve, correspond au déve-

loppement du tube andropérianthe, étroitement soudé à l'ovaire ; c'est ce qui différencie ces fruits des drupes typiques. Cet organe est ainsi appelé parce qu'il porte à son extrémité apicale les 5 lobes du calice ainsi que les 5 pétales et les étamines.

L'ovaire devient le cœur du fruit et les 5 loges ovariennes renferment les pépins. Ces loges sont cartilagineuses chez les pommes, charnues chez les poires, pierreuses chez les coings.

## 1. Aspect extérieur

Extérieurement, on distingue 3 zones (Fig. I, 2, 4) :

- le pédoncule et éventuellement (pommes) la cuvette pédonculaire ;
- l'œil (restes du calice persistant) et la cuvette oculaire ;
- la partie globuleuse, qui s'étend entre les deux zones précédentes, est la plus développée.

Toute la périphérie des fruits, hors le pédoncule et le calice persistant, est recouverte par une couche monocellulaire qui comprend la couche des cellules épidermiques recouvertes par la cuticule cireuse. Cette couche est interrompue par de nombreuses lenticelles plus ou moins développées et plus ou moins bien colmatées par un tissu liégeux. Il peut éventuellement y avoir formation secondaire de liège cicatriciel à la suite de la destruction ou de la transformation des cellules épidermiques ; on appelle cette structure : rugosité (russeting).

Les cuvettes (oculaire et pédonculaire), où l'eau et l'humidité peuvent persister, et éventuellement lieux d'accumulation de spores, sont parfois le point de départ de pourritures. Le pédoncule peut être envahi avant que le parasite ne gagne la chair. A la base des sépales persistants, on observe parfois une sorte de conduit, le canal stylaire (Fig. I, 2, 4), par lequel des espèces fongiques peuvent se faufiler et déterminer des pourritures du cœur.

## 2. Structure interne

La structure des fruits des Maloïdées est bien visible lorsque l'on coupe une poire ou une pomme selon un plan passant par le pédoncule et l'œil (Fig. I, 2 et 5), ou par un plan perpendiculaire à l'axe dans la région du plus grand diamètre (Fig. I, 3).

Les deux éléments qui le composent sont alors bien distincts : au centre la partie ovarienne, devenue le cœur du fruit et contenant les loges des pépins, à la périphérie le parenchyme cortical de réserve issu du grand développement du tube andropérianthe et qui constitue la chair du fruit. Ce parenchyme est parcouru par des vaisseaux conducteurs que l'on aperçoit sur une coupe fraîche grâce à leur couleur jaunâtre ou verdâtre. Ces vaisseaux sont très apparents dans les brunissements de sénescence sous forme de stries brunes. Par ailleurs, c'est souvent autour des nœuds vasculaires que le collapsus cellulaire débute pour aboutir à une tache de Bitter pit.

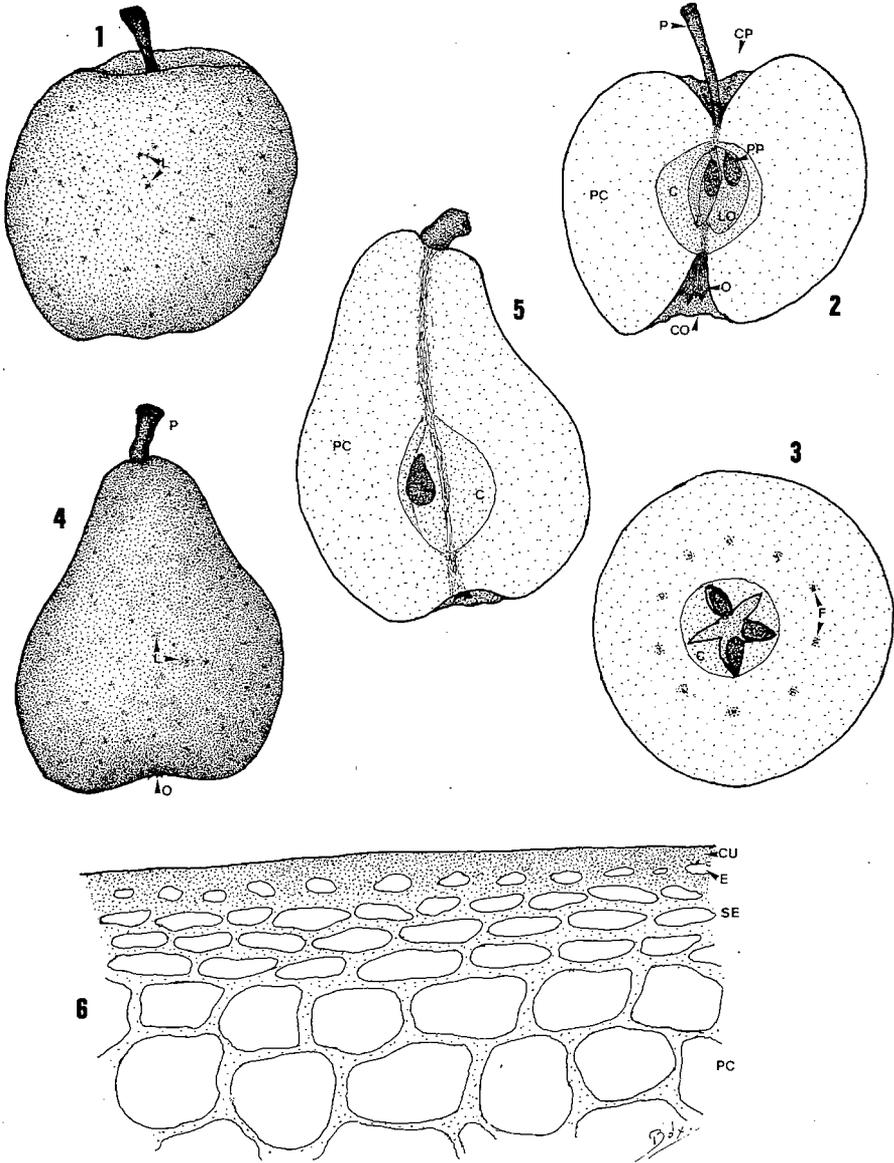


Figure I. Structure des poires et des pommes

1 - Pomme 'Golden delicious'. 2 - Pomme : coupe longitudinale. 3 - Pomme : coupe transversale. 4 - Poire 'Doyenné du comice'. 5 - Poire : coupe longitudinale (C : cœur ; CO : cuvette oculaire ; CP : cuvette pédonculaire ; F : faisceau vasculaire ; L : lenticelle ; LO : loge ovarienne ; O : œil ; P : pédoncule ; PC : parenchyme cortical ; PP : pépin.) 6 - Coupe schématisée des couches cellulaires périphériques d'une pomme (CU : cuticule ; E : épiderme ; PC : parenchyme cortical ; SE : couches cellulaires sous-épidermiques).

### 3. Coupe des couches superficielles (Fig. I, 6)

Au moment de la récolte (ou au cours de la conservation) une coupe perpendiculaire à la surface montre les couches suivantes :

- l'épiderme, où les cellules sont plus ou moins visibles, surmontées et parfois aussi entourées par la cuticule, de nature lipidique ;
- une à plusieurs couches sous-épidermiques (souvent 3), à cellules allongées dans le sens tangentiel et à paroi souvent épaisse ;
- le parenchyme cortical avec de grosses cellules de dimensions très variables et de forme arrondie. Les vaisseaux conducteurs sont souvent en dessous de ces quelques couches cellulaires.

La surface du fruit joue un rôle dans les phases d'installation des parasites latents. La cuticule présente de nombreuses aspérités microscopiques où les spores peuvent être retenues et germer (Pl. 9, 38). Le mycélium germinatif pénètre alors dans certaines lenticelles, celles chez lesquelles la continuité du liège et de la cuticule environnante est mal assurée (Bompeix, 1966), ce qui est fréquent chez les variétés sensibles aux pourritures lenticellaires comme la pomme 'Golden delicious'.

## II. Evolution des fruits

Une bonne conservation nécessite la maîtrise de l'évolution des fruits, basée sur la connaissance de leur physiologie après la cueillette.

### 1. La courbe de respiration

Un fruit vivant respire. La vie du fruit sur l'arbre et sa survie après la cueillette sont bien représentées par la courbe du quotient respiratoire,  $O_2/CO_2$  ou  $CO_2/O_2$ , mesuré par la quantité de dioxyde de carbone émis par unité de poids du fruit (exprimé souvent en mg de  $CO_2$  émis pour 100 g de poids frais). La figure II représente schématiquement cette évolution pour les pommes et les poires dans le cas où la maturité intervient aussitôt après la cueillette. Il existe de multiples variations de l'intensité et des amplitudes respiratoires selon la variété du fruit, ainsi qu'entre les fruits pris individuellement au sein d'une variété ou même sur un arbre donné.

Les phases suivantes peuvent être distinguées ; elles correspondent aux numéros 1 à 6 de la figure II.

La *phase 1* s'étend sur les 5 ou 6 premières semaines qui suivent la floraison, environ jusqu'au stade J de Fleckinger et correspond à la multiplication cellulaire. Les cellules encore peu différenciées peuvent intervenir dans la cicatrisation de blessures superficielles en formant du liège (rugosité).

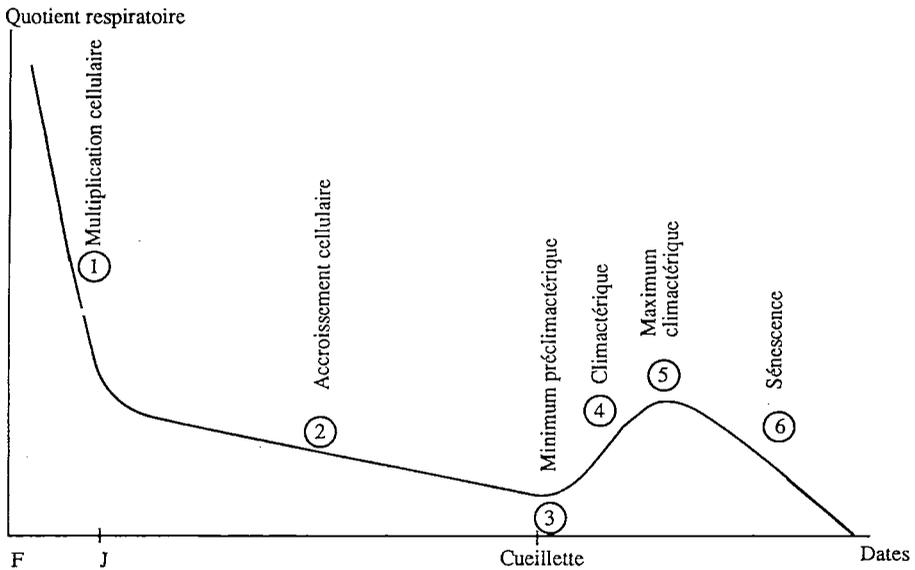
La *phase 2* couvre la période qui va du stade J à la maturation physiologique du fruit ; elle correspond au grossissement des cellules et à l'accumulation des substances

de réserve dans le parenchyme cortical. A la fin de la période, on observe la disparition de l'amidon et la coloration des pépins.

La *phase 3* est le minimum respiratoire. C'est le moment optimum pour la cueillette.

La *phase 4* est la reprise de l'activité respiratoire ou *crise climactérique*. C'est la phase de maturité au cours de laquelle se développent les qualités organoleptiques des fruits. La crise climactérique apparaît rapidement sur l'arbre ou peu après la cueillette pour les variétés précoces ; elle est très progressive chez les variétés de longue conservation.

La *phase 5* est caractérisée par un maximum de l'activité respiratoire ; les fruits entrent en surmaturité.



F J : Stades phénologiques (Fleckinger)

- ① Période de multiplication cellulaire : sensibilité à la rugosité (russetting).
- ② Période d'accroissement cellulaire :
  - sensibilité au bitter pit, toute la période ;
  - sensibilité aux infections quiescentes, deuxième moitié de la période.
- ③ Minimum préclimactérique : date optimale de cueillette.
- ④ Crise climactérique (ou climactérique) : développement des qualités organoleptiques ; apparition des pourritures quiescentes
- ⑤ Maximum climactérique : fin de la période optimale de consommation.
- ⑥ Phase postclimactérique : apparition des phénomènes de sénescence.

Figure II. Courbe respiratoire schématique des pommes et des poires (Fruits à climactérique)

Au cours de la *phase 6* la respiration du fruit tombe rapidement et finit par s'annuler tandis que les symptômes de sénescence se développent.

## 2. Le climactérique

La phase 4, appelée « crise climactérique » ou « climactérique » est particulièrement importante : ce stade de minimum d'activité respiratoire sert de base à l'évaluation de la date de cueillette. Les fruits refroidis en cours de climactérique sont plus exposés à certaines maladies de conservation. Outre les poires et les pommes, il existe d'autres *fruits à climactérique* : abricots, bananes, pêches, prunes, ainsi que les avocats et les tomates.

D'autres espèces ont des fruits dont la respiration diminue régulièrement jusqu'à la sénescence. Parmi ces *fruits sans climactérique* on trouve les cerises, les fraises, les framboises, les raisins et les agrumes.

## 3. Climactérique et conservation

Le climactérique apparaît donc comme capital pour établir les conditions de conservation des pommes et des poires, tant du point de vue de la qualité des fruits que de celui de la pathologie. Les maladies de conservation, à l'exception du Bitter pit, de l'échaudure de prématurité, de la vitescence et des pourritures de blessures, ne se développent qu'au cours ou après la crise climactérique.

Les techniques de conservation consistent à retarder le plus longtemps possible le départ de cette montée respiratoire en prolongeant et mieux en diminuant le minimum préclimactérique. Les basses températures ont d'abord été utilisées dans ce but. Mais la conservation à l'air maintient à la disposition des fruits une quantité d'oxygène qui permet tout de même une certaine évolution. Des progrès importants ont été réalisés avec l'utilisation des atmosphères contrôlées où le taux d'oxygène est faible, ce qui permet de réduire l'activité respiratoire et les activités métaboliques, d'où un retard sensible de la maturité.

Remarque :

La maturité et la maturation peuvent être séparées par un temps très court chez les variétés précoces (poires 'William's', pommes 'Prima'); ces fruits peuvent cependant être cueillis avant la crise climactérique et conservés quelques temps avant d'être consommés.

## 4. Echelle des températures

Le facteur température est déterminant pour le déroulement de la conservation et de la maturité des fruits. La figure III schématise les températures convenables et limites pour ces opérations. Il apparaît deux zones compatibles avec la survie des fruits : la zone 3, pour laquelle on peut envisager la conservation et la zone 4 favorable au développement de la maturité. Les températures limites sont examinées ci-dessous.

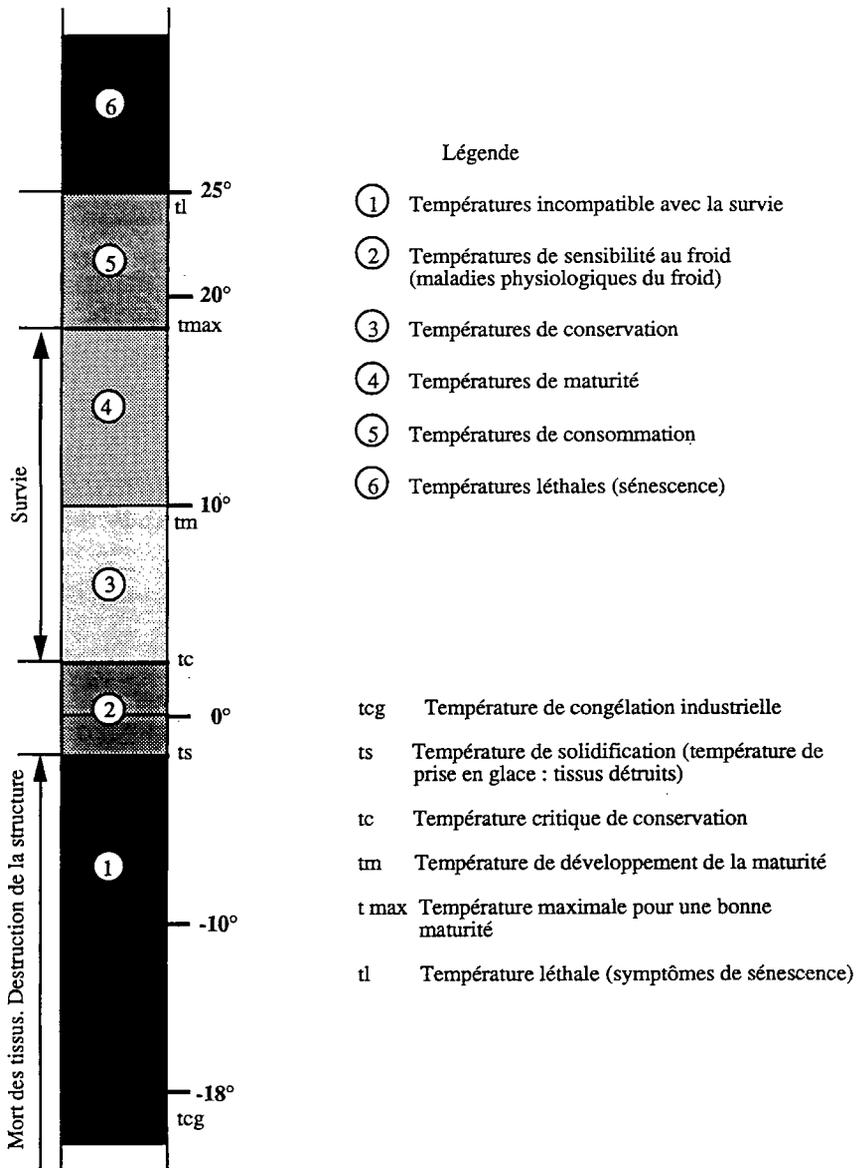


Figure III. Echelle des températures et conservation des pommes et des poires

### Température de prise en glace (*ts*)

Elle se situe en dessous de 0 °C, le suc cellulaire contenant divers composés en solution ; elle est de - 1,5 à - 2,8 °C selon les variétés et en fonction des variations indivi-

duelles. En dessous de cette température, il y a prise en glace sauf si le phénomène de surfusion intervient. Ce phénomène peut se produire si le froid s'établit progressivement et ne dure que peu de temps (par exemple un gel au moment de la cueillette). Dans ce cas, il y a lieu d'éviter la rupture de la surfusion et d'attendre que la température remonte au-dessus de la température de congélation avant de manipuler les fruits.

Remarque :

En dessous de la température de congélation, la prise en glace provoque l'éclatement des cellules et détruit ainsi la structure du fruit. Lors de la décongélation, il n'y a donc plus de conservation possible.

### ***Température critique ( $t_c$ )***

La température critique est celle au-dessous de laquelle le fruit réagit au froid, subit des troubles physiologiques graves, et se conserve mal avec apparition de certains symptômes désignés sous le terme général de « maladies du froid » (chilling injury), comme la maladie commune du froid (brunissement interne) pour les pommes ou diverses lésions dues au froid.

Cette température se situe au-dessus de la température de prise en glace. Elle très variable selon les espèces : - 1 °C pour certaines variétés de poires, 0° à 4 °C pour les pommes, environ 8 °C pour les fruits méditerranéens comme les agrumes ou les avocats, 10 à 12 °C pour les fruits tropicaux (Lyons, 1973). D'une manière générale, elle est élevée pour les fruits originaires des pays chauds. Il existe également des variations à l'intérieur d'une espèce : chez les pommes, on distingue 2 groupes de variétés, celles pour lesquelles la température critique est de 0 °C (' Golden delicious ', Rouges américaines, ' Idared '), celles pour lesquelles elle est de 3-4 °C (' Cox's Orange Pippin ', ' Reinette du Canada ', ' Reine des reinettes ').

Pour une bonne conservation, on maintient les fruits à une température aussi proche que possible au-dessus de la température critique, généralement entre  $t_c$  et  $t_c + 1$  °C.

### ***Température de début de maturité ( $t_m$ )***

Cette température marque le commencement de la tranche de températures favorables à la maturité. Cette température repère est placée ici à 10 °C pour les poires et les pommes à titre indicatif, car une évolution du fruit peut avoir lieu en dessous, plus lentement. Pour une maturité harmonieuse, il vaut mieux rester dans la tranche 10-15 °C.

### ***Température maximum de maturité ( $t_{max}$ )***

Au-dessus de cette température, la maturité des fruits ne se déroule pas d'une manière harmonieuse et des symptômes de sénescence apparaissent plus ou moins rapidement. Les températures de la zone 5 correspondent généralement à celles des salles où sont consommés les fruits, lesquels doivent y séjourner le moins longtemps possible.