



Frédéric Elie on
ResearchGate

Les lactones

Frédéric Elie

CopyrightFrance.com

La reproduction des articles, images ou graphiques de ce site, pour usage collectif, y compris dans le cadre des études scolaires et supérieures, est INTERDITE. Seuls sont autorisés les extraits, pour exemple ou illustration, à la seule condition de mentionner clairement l'auteur et la référence de l'article.

« Si vous ne dites rien à votre brouillon, votre brouillon ne vous dira rien ! »
Jacques Breuneval, mathématicien, professeur à l'université Aix-Marseille I, 1980

Abstract : Cet article présente quelques notions, caractéristiques et exemples relatifs aux lactones. Les lactones sont des structures hétérocycliques résultant de l'estérification d'un acide hydroxyle. Inversement, l'hydrolyse d'une lactone donne cet acide hydroxyle d'où il provient. Les lactones sont présents dans les végétaux, dont ils sont à l'origine de leurs odeurs. Ils sont aussi présents dans l'organisme, résultant de réactions métaboliques, par exemple, chez les bactéries, dans la voie catabolique où le glucose est dégradé en pyruvate selon la voie d'Entner-Doudoroff (ou voie KDGP)... Si certaines lactones présentent des intérêts thérapeutiques, il reste que beaucoup d'entre elles présentent des risques de toxicité.

SOMMAIRE

1 – Définition

2 – Nature des arômes de lactones en fonction du nombre d'atomes de carbone et du cycle

3 – Exemples de lactones

[Références](#)

1 – Définition

Les lactones (ou olides) sont des esters cycliques résultant de l'estérification intramoléculaire d'un acide hydroxylé (portant un groupement -OH), ou hydroxyacide, avec élimination d'eau. Les lactones sont donc des hétérocycles (cycles dont certains carbones C sont remplacés par d'autres atomes) incluant un oxygène O dans le cycle, et dont l'un des C est relié à un O par une double liaison -C=O (figure 1).

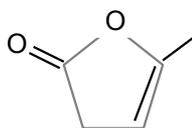


figure 1 : exemple de structure de lactone, sur la base d'un cycle à 5 carbones C dont l'un est remplacé (substitué) par l'oxygène O, et dont un carbone voisin est lié à un autre oxygène O par une double liaison (il s'agit ici du lactone α -angelicalactone de formule brute $C_5H_6O_2$).

Le cycle peut être relié à un ou plusieurs groupements latéraux ; ceux-ci, ainsi que le cycle, peuvent présenter un caractère saturé ou bien insaturé des liaisons carbone (voir définition en référence [1]). Ce caractère, la structure et la configuration spatiale du cycle et des groupements latéraux, déterminent les propriétés physicochimiques des lactones. La plupart des lactones volatiles possèdent un nombre de carbones C compris entre 4 et 12. Dans l'exemple de la figure 1 la lactone possède 5 carbones C, dont 4 sur le cycle et le cinquième étant latéral.

Un cycle formé de 5 liaisons (ou chaînons) correspond aux γ -lactones (ou 4-olides), et un cycle formé de 6 liaisons, ou chaînons, correspond aux δ -lactones (ou 5-olides, le nombre 4- et 5- en préfixe désignant le nombre de carbones C du cycle). Ce sont les lactones les plus répandues dans la constitution des arômes. Elles résultent de la transformation en cycle (cyclisation) des acides hydroxylés, respectivement au niveau des carbones n°4 et n°5 (figure 2, et réf. [2]) :

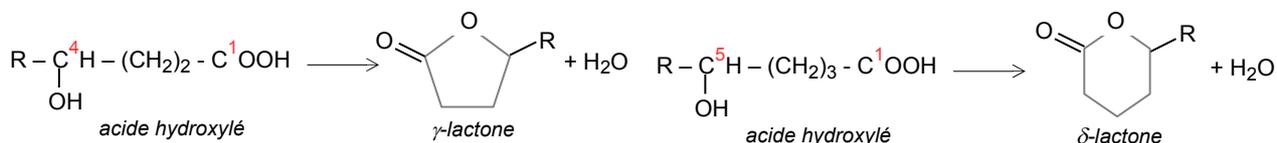


figure 2 : formations de la γ -lactone et de la δ -lactone à partir d'acides hydroxylés

Les lactones d'une même famille définie par un même cycle (β , γ , δ , etc.) et un même nombre total n de carbone C sont souvent désignées par β -Cn, etc. ; par exemple, les γ -C9 sont les lactones dont le cycle fondamental est formé de 5 liaisons (donc 4 carbone C, le cinquième étant substitué par O) et qui comprennent un total de 9 carbone C, incluant ceux des groupements latéraux. L'hydrolyse d'un lactone donne l'hydroxyacide initial d'où il est issu.

Les lactones de cycle fondamental à 5 chaînons (les γ -Cn) sont les plus stables ; les lactones de cycle à 6 chaînons (les δ -Cn) sont peu stables et se polymérisent facilement. Les lactones de cycle fondamental à nombreux chaînons (14 à 18) sont très stables ; ces lactones, et celles à cycle encore plus important (mégacycles), sont présentes dans les végétaux et sont à l'origine de leurs odeurs. Les lactones de petite masse molaire sont à l'état liquide, aux conditions standard de température et de pression, et produisent une odeur agréable : elles sont alors utilisées en parfumerie et dans les arômes alimentaires (voir par ex. réf. [2]). Les arômes de lactones sont aussi obtenus par voie biotechnologique à partir de levures (réf. [3]). Par exemple, selon le nombre de chaînons du cycle

Lorsqu'une molécule organique contient deux motifs de lactone, elle est une dilactone. Si elle contient un seul motif, c'est une monolactone. Par exemple, la coumarine ($C_9H_6O_2$) est une monolactone ; l'acide ellagique ($C_{14}H_6O_8$) est la dilactone de l'acide hexahydroxydiphénique (l'un des composants des ellagitannins (1)) (figure 3).

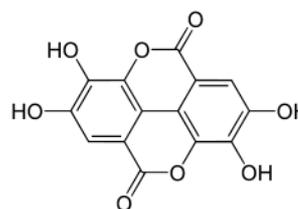
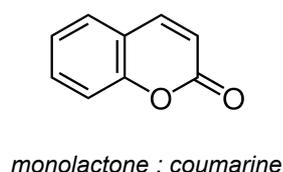


figure 3 : exemples de monolactone et dilactone

2 – Nature des arômes de lactones en fonction du nombre d'atomes de carbone et du cycle

Chez l'être humain, la perception sensorielle des odeurs émanant des lactones dépend fortement de la nature du cycle fondamental et de la longueur de la chaîne carbonée latérale. Quelques données pour les γ et δ -lactones présentées au tableau 1 (voir réf. [2]) :

n : nombre total de carbone C	γ -lactones (cycle à 5 chaînons)			δ -lactones (cycle à 6 chaînons)		
	désignation	nombre de chaînons C de la chaîne latérale	propriétés sensorielles (odeur)	désignation	nombre de chaînons C de la chaîne latérale	propriétés sensorielles
4	γ -C4: γ -butyrolactone	0	type beurre, douce			
5	γ -C5: γ -pentalactone	1	herbacée, douce	δ -C5: δ -pentalactone	0	peu définies
6	γ -C6: γ -hexalactone	2	herbacée, puissante	δ -C6: δ -hexalactone	1	peu définies

1 Les tanins sont des macromolécules extraites des plantes et ayant pour motifs réplicatifs des acides polyhydroxybenzoïques.

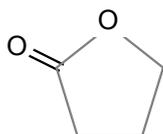
Leurs intérêts thérapeutiques sont les suivants:

- amélioration de la résistance des muqueuses
- traitement des diarrhées
- traitement des angines et des gingivites par gargarisme
- inflammations, hémorroïdes
- effets analgésiques et coagulants

n : nombre total de carbone C	γ -lactones (cycle à 5 chaînons)			δ -lactones (cycle à 6 chaînons)		
	désignation	nombre de chaînons C de la chaîne latérale	propriétés sensorielles (odeur)	désignation	nombre de chaînons C de la chaîne latérale	propriétés sensorielles
7	γ -C7: γ -heptalactone	3	herbacée, caramel, noisette	δ -C7: δ -heptalactone	2	peu définies
8	γ -C8: γ -octalactone	4	fruitée, noix de coco, forte	δ -C8: δ -octalactone	3	type noix de coco, vin
9	γ -C9: γ -nonalactone	5	noix de coco, amande, anis, régliasse	δ -C9: δ -nonalactone	4	crémeuse, huilée, type beurre, lactée
10	γ -C10: γ -décalactone	6	type pêche, abricot	δ -C10: δ -décalactone	5	crémeuse, lactée, douce, type pêche, noix de coco
11	γ -C11: γ -undécalactone	7	fruitée, type pêche, forte	δ -C11: δ -undécalactone	6	crémeuse, grasse, type noix de coco, pêche grasse
12	γ -C12: γ -dodécalactone	8	grasse, type pêche, beurre, musquée	δ -C12: δ -dodécalactone	7	type fruit frais, noix de coco, pêche, poire, prune, beurre, puissante

Tableau 1 : influence de la nature du cycle fondamental et de la longueur de la chaîne carbonée latérale sur les propriétés sensorielles de γ et δ -lactones

3 – Exemples de lactones



γ -butyrolactone ou GBL (γ -C4) : $C_4H_6O_2$

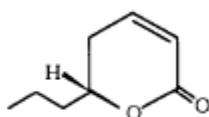
Absence de chaîne latérale R, c'est la lactone la plus simple ; volatile.

Odeur type beurre rance, fétide d'eau vaseuse.

Présente dans le vin rouge à l'état naturel en faible quantité.

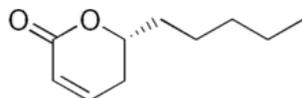
Toxicité : à forte dose dans le corps humain, a des effets narcotiques, sédatifs lourds, agit sur les hormones de croissance et sexuelles, peut conduire à des comas mortels ; sa consommation est addictive.

Utilisations : solvants des peintures, lessivage des métaux exposés aux polluants.



2-octeno δ -lactone ou lasiolactone (réf. [4]) : $C_8H_{12}O_2$

Produite par un champignon filamenteux toxique (*Lasiodiplodia theobromae*) existant dans les cocotiers, les patates douces, mangoustancier, papayes et autres fruits tropicaux, cette lactone est l'une des sources d'odeur de type noix de coco.



2-deceno δ -lactone ou massoia lactone : $C_{10}H_{16}O_2$

Liquide clair, jaune pâle, d'odeur douce, de type beurre et herbacée.

Présent dans l'écorce des arbres genre *Cryptocaria* ou *Massoia* ainsi que dans la mélasse, et les composants d'huile essentielle d'osmanthe (famille des Oléacées). Cette huile essentielle était autrefois employée pour l'arôme naturel de noix de coco dans les aliments, ce qui n'est plus autorisé aujourd'hui car son extraction de l'écorce entraîne la mort de l'arbre.

Références

[1] Frédéric Élie : *Les hydrocarbures* - site <http://fred.elie.free.fr>, décembre 2022

[2] Laurent Dufossé, Alain Latrassé, Henry-Eric Spinnler : *Importance des lactones dans les arômes alimentaires : structure, distribution, propriétés sensorielles et biosynthèse*. Sciences des Aliments, 14(1994) 17-50

[3] Mohamed Alchihab, Jacqueline Destain, Mario Aguedo, Philippe Thonart : *Production d'arômes de type*

lactone par les levures. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2010 14(4), 681-691. Consultable sur Researchgate.

[4] Miwako Matsumoto & Hiroshi Nago (1994) *(R)-2-Octeno- δ -lactone and Other Volatiles Produced by Lasiodiplodia theobromae*, Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 58:7, 1262-1266, DOI: 10.1271/bbb.58.1262. Lien : <https://doi.org/10.1271/bbb.58.1262>