

# Troubles physiologiques chez les salades

**Auteur-e-s:** Brigitte Baur et Reto Neuweiler

2021

Les salades présentent souvent des défauts de qualité qui ne sont pas imputables à des organismes nuisibles. Divers facteurs environnementaux ainsi qu'une alimentation minérale déséquilibrée sont susceptibles d'entraîner des troubles physiologiques, avec pour conséquence une baisse de la qualité commerciale et un état favorable à des attaques de pathogènes secondaires. Il n'est pas rare d'isoler des bactéries là où des dégâts ont été préalablement causés par des troubles physiologiques<sup>1</sup>.

## Facteurs environnementaux

### Brunissement du cœur, bordage

#### Symptômes

Le brunissement du cœur est caractérisé, chez les salades pommées et feuillées, par l'apparition d'une frange marginale brune sur les jeunes feuilles en croissance. Les zones brunes peuvent être limitées à quelques petites taches ou s'étendre à toute la bordure de la feuille (fig. 1,2). Les nervures des feuilles peuvent aussi parfois brunir à proximité des zones marginales touchées (fig. 3)<sup>2</sup>. Ce trouble physiologique se produit ordinairement peu avant la récolte. Les symptômes apparaissant alors peuvent s'aggraver durant l'entreposage<sup>3</sup> et provoquer la perte totale de la marchandise (fig. 4). Le brunissement du cœur est parfois confondu avec le dessèchement marginal (fig. 5 et 6).



1



2



3



4

**Figures 1 à 4:** Différents stades du brunissement du cœur (photos: Agroscope).

## Causes et mesures préventives

Le brunissement du cœur est causé par un apport insuffisant en calcium dans les tissus en croissance. Cet élément nutritif étant transporté dans la plante par le flux hydrique, la majeure partie de l'apport en calcium va vers les feuilles externes dont la transpiration est la plus forte<sup>2</sup>. Par temps chaud et sec, lorsque les conditions sont favorables à la croissance, la transpiration des feuilles externes augmente si fortement que l'approvisionnement en calcium des jeunes feuilles situées à l'intérieur de la pomme de la salade n'est plus suffisant. Une fois parvenu dans les tissus avec le flux de sève, le calcium est fixé et ne peut plus être redistribué vers les zones en forte croissance qui en ont un grand besoin<sup>4</sup>. Un déficit local de calcium dans la plante peut ainsi se produire même lorsque le sol en est bien pourvu<sup>2</sup>.

Ce phénomène est particulièrement marqué dans les cultures précoces, alors que les plants de salades ne sont pas encore assez durcis et donc insuffisamment protégés contre un excès de transpiration. Si l'on ôte le voile durant les périodes de beau temps, la chaleur stimule fortement le taux de transpiration des feuilles extérieures qui accaparent ainsi le flux de sève au détriment des feuilles du cœur. Vu que la sève, qui transporte le calcium, manque, ces dernières ne peuvent plus former les parois cellulaires du bord apical du limbe, qui dépérit alors. C'est pourquoi il faut enlever les bâches à plat au moment opportun par temps doux et ciel couvert<sup>5</sup>. Les séries de plantation d'été poussant dans des périodes caniculaires sont également menacées<sup>4</sup>.

Le brunissement du cœur peut aussi se développer lorsque les organes aériens des plantes ne peuvent transpirer que faiblement en raison de la sécheresse du sol ou d'une hygrométrie élevée; l'approvisionnement des feuilles en calcium est alors insuffisant<sup>2</sup>. Les mêmes symptômes peuvent apparaître chez les variétés sensibles lors d'épisodes de brouillard dans les 6-10 jours qui précèdent la récolte. D'une part, l'air environnant humide freine la transpiration et, d'autre part, les racines fournissent moins de calcium, car elles réduisent leur croissance environ deux semaines avant la maturité de récolte<sup>6</sup>.

L'expérience ayant montré qu'un apport ciblé de calcium par le sol ne peut pas empêcher l'apparition du brunissement du cœur, une alternative a été tentée à l'occasion de divers essais de fumure foliaire. Il est apparu que l'application d'engrais foliaires contenant du calcium pouvait augmenter la teneur de calcium des feuilles<sup>7</sup>. Pour diminuer l'incidence de brunissement du cœur, il importe cependant, en distribuant l'engrais foliaire calcique, de bien mouiller les feuilles menacées à l'intérieur de la pomme de la salade. Le succès de ce traitement dépend fortement du stade de développement de la culture au moment des traitements foliaires, avec une meilleure efficacité attendue pour des applications au cours de la pommaison<sup>8</sup>. En cas d'application inadéquate des engrais foliaires calciques, il y a un risque de brûlures du feuillage chez les cultures sensibles. Il est impératif de respecter strictement le dosage et les consignes d'utilisation des fabricants de ces produits. Il est particulièrement risqué de les appliquer sur des cultures insuffisamment durcies ou de les mélanger en cuve avec d'autres produits.

Les salades n'ont pas toutes la même sensibilité au brunissement du cœur. La manière la plus simple de l'éviter est de choisir une variété résistante. Les études menées par Agroscope sur la fumure azotée des cultures de salades ont montré une sensibilité nettement augmentée au brunissement du cœur dans les cultures ayant reçu un excès d'azote et très vigoureuses<sup>4</sup>. On peut donc réduire le risque en favorisant une croissance plus lente par une fumure azotée conforme aux besoins<sup>4</sup>. De plus, le risque de brunissement du cœur peut être diminué en période de temps chaud et sec par des arrosages de quelques millimètres le matin<sup>4</sup>. Plutôt que des apports occasionnels de grandes quantités d'eau, l'irrigation régulière par goutte-à-goutte contribue à éviter des variations brusques de la rapidité de croissance<sup>9</sup>.

## Dessèchement marginal (bordage)

### Symptômes

Le bord du limbe des feuilles âgées présente un brunissement général ou des taches brunes (fig. 5 et 6).



Figures 5 et 6: Dessèchement marginal (photos: Cornelia Sauer, Agroscope).

### Causes et mesures à prendre

Le dessèchement marginal se produit dans des situations où la transpiration exporte plus d'eau que les racines n'en absorbent. Par exemple, lorsqu'une période ensoleillée et chaude suit un épisode froid, l'activité des racines dans le sol froid est fortement réduite et avec elle l'absorption d'eau et d'éléments nutritifs<sup>3</sup>. Les mêmes symptômes peuvent se manifester lorsque l'apport d'eau est insuffisant, par exemple si les racines se sont mal développées<sup>10</sup>. Les mesures propres à éviter le développement d'un dessèchement marginal sont une préparation soignée du sol, le choix de variétés à fort enracinement ainsi qu'un bon approvisionnement d'eau dans les périodes de sécheresse<sup>10</sup>.

## Vitrescence

### Symptômes

Il s'agit de taches huileuses translucides, souvent foncées, apparaissant sur les bords des feuilles. Les taches vitrescentes sont en général délimitées par les nervures (fig. 7)<sup>11</sup> et concernent surtout les feuilles situées à proximité du sol. La vitrescence peut aussi apparaître sur le tronc, où elle est bien visible à la récolte (fig. 8). Les salades atteintes pourrissent en peu de temps<sup>11</sup>. Les semis peuvent déjà développer de la vitrescence. Les plantules deviennent vert foncé et accusent un retard de croissance<sup>11</sup>. Bien que réversible, ce phénomène ne doit pas être sous-estimé, car des bactéries et champignons peuvent pénétrer dans les tissus par les zones vitrescentes et causer d'importants dégâts, voire une perte totale des plantules (fig. 9).

### Causes et mesures à prendre

La vitrescence apparaît lorsque les plantes absorbent une quantité d'eau supérieure à celle qu'elles extraient par transpiration, par exemple après une forte pluie, lorsque l'air ambiant est très humide et que les plantes ont beaucoup d'eau à disposition (fig. 10)<sup>11</sup>. Le danger d'un développement de vitrescence est surtout important à l'automne après une période de temps chaud favorable à la croissance, lorsqu'une hygrométrie élevée persiste longtemps, par exemple au cours de longues périodes de pluie, de brouillard ou de formation importante de rosée. Les symptômes peuvent ensuite disparaître, pour autant que l'humidité environnante baisse rapidement. Si en revanche elle persiste longtemps, les parois cellulaires éclatent, les tissus brunissent et meurent. L'apparition de la vitrescence est favorisée par une grande disponibilité en azote assimilable et des températures du sol élevées<sup>11</sup>. Des symptômes analogues peuvent apparaître lorsque la température baisse trop brusquement après la récolte, lors de la mise en entrepôt<sup>3</sup>. Dans leurs catalogues, les sélectionneurs mentionnent en particulier la tolérance des variétés de salades à la vitrescence.



**Figure 7:** Tache vitrescente délimitée par des nervures (photo: René Total, Agroscope).



**Figure 8:** Vitrescence du tronc (ici sur chou) (photo: Josef Schlaghecken).



**Figure 9:** La vitrescence favorise les attaques de *pseudomonas* (photo: Josef Schlaghecken).



**Figure 10:** Vitrescence causée par une forte pluie (photo: Josef Schlaghecken, [www.greencommons.de](http://www.greencommons.de)).

## Excès d'éléments nutritifs

### Dégâts causés par un excès d'ammonium

#### Symptômes

C'est chez les jeunes plantes et au printemps que l'on observe le plus fréquemment des symptômes d'intoxication causés par l'ammonium<sup>12</sup>. Les feuilles sont ternes, vert foncé à grisâtre et flétrissent temporairement dans les heures chaudes de la journée<sup>13</sup>. Par la suite, elles présentent des nécroses marginales. La croissance des plantes est retardée, elles se rabougrissent ou flétrissent dans les cas extrêmes<sup>12</sup>. Les racines sont détériorées, ce qui freine l'approvisionnement en eau des organes aériens<sup>12</sup>. Les racines deviennent parfois rougeâtres<sup>10</sup>, le chevelu racinaire et les petites racines secondaires meurent. Si l'on fait une coupe longitudinale de la racine principale encore saine d'apparence, on observe une coloration brun-rougeâtre. Au centre, les tissus présentent une nécrose molle<sup>12,13,14</sup> (fig. 11 et 12). Le centre de la racine principale se creuse et s'évide lors de la progression de la maladie. Les couches superficielles des grosses racines peuvent éclater et se subérifier<sup>12</sup>. Les intoxications à l'ammonium se caractérisent par la distribution aléatoire des plantes atteintes dans le champ; elles sont rarement groupées<sup>14</sup>. On confond facilement les dégâts causés par l'ammonium avec des symptômes de maladies transmises par le sol. Toutefois, ces dernières apparaissent principalement en foyers<sup>14</sup>.



Figures 11 et 12: Différents stades des dégâts causés par l'ammonium (photos: Steve Koike, TriCal Diagnostics).

#### Causes et mesures à prendre

Au printemps, lorsque la température du sol est encore inférieure à 15°C, la nitrification de l'ammonium en nitrate (avec le nitrite en composé intermédiaire) est ralentie et l'ammonium s'enrichit dans le sol. Il s'y transforme en ammoniaque gazeux qui diffuse vers l'atmosphère et peut causer des brûlures foliaires, particulièrement aux cultures maraîchères forcées sous voiles ou films perforés<sup>15</sup>. Le problème se présente en particulier en cas de fumure excessive avec des engrais azotés contenant de l'urée ou de l'ammonium (phosphate d'ammonium, nitrate d'ammonium). Lorsque l'engrais est trop proche d'une racine, celle-ci peut être directement endommagée par les sels, spécifiquement par les ions nitrite et ammonium<sup>14</sup>. Le problème se présente beaucoup moins souvent dans les périodes chaudes de l'année, car les bactéries nitrifiantes sont plus actives<sup>14</sup>, mais on peut y être confronté parfois dans les sols saturés d'eau<sup>12</sup>. Si l'on veut réduire à un minimum le risque d'une intoxication par l'ammonium, il convient de pratiquer une fumure azotée conforme aux besoins et d'utiliser des engrais azotés associés à des inhibiteurs (retardeurs) de nitrification, spécialement au printemps. Une irrigation adaptée à la culture dans la phase juvénile permet aux racines de mieux se développer en profondeur, ce qui améliore la robustesse des jeunes plantes<sup>16</sup>.

### Dégâts causés par un excès de manganèse

#### Symptômes

Dans la pratique, l'excès de manganèse est plus répandu qu'on ne le pense d'habitude. Il se manifeste par des chloroses marginales dans la zone apicale des feuilles, où se développent de petites mouchetures nécrotiques ponctiformes. Sur les feuilles âgées, ces mouchetures se rejoignent en taches blanchâtres (fig. 13 et 14). Les feuilles se dressent et donnent aux pousses l'apparence de cornets ou de fleurs de tulipes. Les plus jeunes sont rabougries et ne forment plus qu'une pomme lâche par la suite<sup>16,17</sup>. Les plantes ainsi atteintes n'apparaissent qu'en foyers dispersés.

#### Causes et mesures à prendre

Le danger d'un approvisionnement excessif de manganèse se présente surtout dans des sols détrempés au pH bas, car la solubilité du manganèse est fortement plus élevée dans ces conditions. Si l'on soupçonne une intoxication au manganèse, il convient de vérifier le pH et de chauler localement le sol si nécessaire.



**Figures 13 et 14:** Symptômes d'excès de manganèse chez des salades pommées (photos: Josef Schlaghecken, [www.greencommons.de](http://www.greencommons.de)).

## Dégâts causés par un excès de bore

### Symptômes

L'excès de bore se manifeste surtout sur les feuilles âgées par des nécroses semblables au dessèchements marginaux.

### Causes et mesures à prendre

Il n'y a qu'un écart très réduit entre l'approvisionnement suffisant et l'excès de bore. Les dégâts causés par un excès peuvent être l'aboutissement d'apports systématiques pratiqués durant des années, par le sol ou sur le feuillage, pour corriger des symptômes de carence<sup>17</sup>.

## Carences d'éléments nutritifs

Dans la pratique courante, les carences sont relativement rares en comparaison avec d'autres troubles physiologiques. La plus grande probabilité de déficits se situe là où l'on ne dispose pas d'analyses de terre et où la fumure est apportée sans tenir compte de la présence d'éléments nutritifs actuellement disponibles dans le sol<sup>10</sup>. En général, une carence se manifeste par une coloration inhabituelle ou des déformations du feuillage. En cas de suspicion de carence, il vaut la peine de faire appel à un spécialiste et de procéder à des analyses physiques et chimiques de la terre<sup>10</sup>. Les situations les plus fréquentes de carences ainsi que leurs symptômes et conséquences<sup>10,17</sup> figurent ci-dessous:

Élément	Feuilles âgées	Feuilles jeunes	Croissance / Remarques
Azote	Présentent des jaunissements au début	Restent vertes au début	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Croissance restreinte</li> <li>– Chevelu racinaire visiblement compact</li> </ul>
Potassium	De couleur vert foncé, elles deviennent chlorotiques dans leur zone apicale	Plus petites et étroites, elles sont plutôt d'un vert foncé à bleuâtre	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pommes plus petites et plus lâches</li> <li>– Feuilles de forme anormale, plus plates</li> <li>– Bord des feuilles evtl. enroulé vers le bas</li> <li>– Racines épaisses et courtes</li> <li>– Flétrissements en conditions chaudes et sèches</li> </ul>
Phosphore	D'apparence vert mat à vert foncé, parfois rougeâtre, elles jaunissent puis meurent tôt	D'apparence vert mat à vert foncé, parfois rougeâtre	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Croissance réduite, en rosette</li> <li>– Pommaison restreinte</li> </ul>
Magnésium	Présentent des colorations jaunâtres-brunâtres de la surface située entre les nervures, mais au début pas au bord des feuilles; un fort jaunissement peut suivre alors que les nervures principales restent vertes	D'apparence vert glauque à jaunâtre	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Croissance ± normale, couleur mise à part</li> <li>– Carence de magnésium souvent causée par fumure potassique en excès<sup>13</sup>.</li> <li>– Occurrence la plus fréquente: chez les chicorées: les bords des feuilles âgées montrent des altérations jaunes à brun clair</li> </ul>

			nettement délimitées, qui souvent pourrissent par la suite.
--	--	--	---

Élément	Feuilles âgées	Feuilles jeunes	Croissance / Remarques
Bore	Les feuilles externes sont vert foncé	Jaunes ou chlorotiques, tachetées, déformées en cuillère et épaissies	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Croissance fortement réduite, en rosette</li> <li>– Le point de végétation meurt en cas de carence extrême</li> <li>– Possibilité de confusion avec le brunissement du cœur.</li> </ul>
Molybdène	Jaune pâle à vert-jaune; avec le temps apparaissent des taches grises parcheminées; flétrissement se propageant depuis la pointe des feuilles	Les feuilles d'âge moyen sont fortement cloquées, les cotylédons et feuilles du cœur restent saines presque jusqu'à la fin; les feuilles du cœur se rabougrissent en cas de forte carence.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Croissance réduite, en rosette</li> <li>– Feuilles plutôt ovales</li> <li>– Flétrissement progressant de l'extérieur vers l'intérieur</li> <li>– La fréquence des symptômes de carence augmente avec la baisse du pH<sup>13</sup></li> </ul>
Cuivre	Marbrures chlorotiques apicales et marginales, bords des feuilles recourbés	Progression des symptômes des feuilles âgées vers les plus jeunes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Plantes flétrissantes et molles</li> <li>– Feuilles étroites, déformées en cuillère</li> </ul>
Manganèse	Tissus foliaires jaunes lorsque la carence est forte; les nervures restent vertes	Nécroses ponctiformes brunes se développant à proximité du bord de la feuille et de la nervure centrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La plante entière est vert jaunâtre</li> <li>– La croissance n'est que peu restreinte</li> <li>– La fréquence des symptômes augmente avec la hausse du pH</li> </ul>

## Problèmes apparaissant après la récolte

### Roussissure, macules rouille / Russetting (Russet spotting)

#### Symptômes

Les taches rouge-brun irrégulières d'un diamètre de 1,5–6 mm n'apparaissent qu'après la récolte<sup>18</sup>, d'abord à proximité des nervures principales des feuilles externes<sup>1,16</sup> (fig. 15). En cas de forte atteinte, elles s'étendent à toute la pomme, également sur les tissus foliaires verts<sup>1,19,20</sup> (fig. 16). Des pathogènes secondaires peuvent pénétrer dans les tissus atteints, ce qui entraîne le développement d'une pourriture bactérienne humide<sup>18</sup>.



Figures 15 et 16: Différents stades de la roussissure / Russet Spotting (photos: Adel Kader, University of California, Davis).

#### Causes et mesures à prendre

La roussissure peut se développer sur des salades ayant subi une forme quelconque de stress avant la récolte<sup>10</sup>, surtout si elles sont exposées, après la récolte, à une concentration trop élevée d'éthylène durant plus de quelques heures<sup>3</sup>. Ce gaz induit une production de pigments bruns dans les tissus<sup>19,20</sup>. Chez la salade iceberg, particulièrement sensible, il suffit d'une concentration de 0,5 ppm pour initier les symptômes<sup>20,21</sup>. Ceux-ci peuvent toutefois se développer indépendamment de l'éthylène lors d'un entreposage de longue durée<sup>21</sup>. Les salades ne doivent être ni transportées ni entreposées avec des produits récoltés qui dégagent de l'éthylène, par exemple des pommes ou des poires. Il convient également de veiller au maintien d'une distance suffisante entre les salades et les gaz d'échappement de moteurs thermiques, car ils contiennent de l'éthylène<sup>1,19</sup>. En règle générale, une bonne aération et une température dépassant de peu le point de congélation (0-2,5 °C) dans le local d'entreposage suffisent à réduire le risque de roussissure<sup>1,21</sup>.

## Taches brunes (Brown stain)

### Symptômes

En général, ces taches jaunâtres-rougeâtres à brunes se développent après la récolte des deux côtés ou à proximité de la nervure centrale<sup>19</sup> (fig. 17 et 18). Elles atteignent plusieurs feuilles directement sous les manchettes, mais pas dans le cœur<sup>22</sup>. Les bords des lésions grandes de 0,5–1,5 cm, nettement délimitées, sont souvent plus sombres que leur centre légèrement enfoncé. En cas de forte atteinte, les taches se rejoignent et peuvent alors s'étendre sur plusieurs centimètres<sup>22</sup> (fig. 18).



**Figures 17 et 18:** Taches brunes sur une salade iceberg et sur une laitue romaine (photos: Adel Kader, University of California, Davis).

### Causes et mesures à prendre

Les taches brunes apparaissent à l'occasion d'une élévation de la concentration de CO<sub>2</sub><sup>22</sup>. Des laitues romaines ont présenté des symptômes plus marqués lorsqu'elles étaient exposées à des concentrations de CO<sub>2</sub> dépassant 5%<sup>19</sup>; les salades iceberg, en revanche, développent déjà des taches lorsque les concentrations dépassent 3%, surtout lorsque les températures sont basses<sup>20</sup>. En cas d'entreposage en atmosphère contrôlée, il faut veiller à ce que la teneur en oxygène ne baisse pas au-dessous de 1% et que celle de dioxyde de carbone ne dépasse pas 2,5%<sup>3</sup>. La respiration des tissus végétaux peut contribuer à l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> durant le transport.

## Rougisement des nervures

### Symptômes

Le rougisement des nervures (fig. 19) se produit d'ordinaire tout à la fin de la période de culture, surtout chez les salade iceberg, et peut rapidement les rendre invendables. Les périodes les plus dangereuses sont celles à jours torrides et nuits chaudes. Dans de telles conditions, il est recommandé de contrôler régulièrement les cultures et de les récolter aussi rapidement que possible si nécessaire. Le désordre physiologique connu sous le nom de «Pink Rib» est un signe de dépassement de la maturité des pommes. Les nervures centrales prennent alors une couleur rose dans des zones mal délimitées qui s'étendent aux nervures secondaires durant le transport et l'entreposage<sup>1,19</sup> (fig. 20).



**Figure 19:** Rougissement des nervures  
(photo: Fritz Keller, Agroscope).

**Figure 20:** Pink Rib sur une salade iceberg  
(photo: Adel Kader, University of California, Davis).

### Causes et mesures à prendre

Ces symptômes sont une manifestation secondaire du vieillissement<sup>21</sup>. Leur apparition est favorisée par de hautes températures d'entreposage<sup>19</sup>. Le danger d'un rougissement des nervures peut être réduit par une réfrigération continue à des températures de 0–2,5°C et un entreposage aussi bref que possible.

## Bibliographie

- <sup>1</sup> Valenzuela, H.R., Kratky, B. & Cho, J., 1996: Lettuce production guidelines for Hawaii. College of Tropical Agriculture & Human Resources, University of Hawaii. Research Extension Series 164, p. 9-13.  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi3m4DWv\\_npAhVW3IUkHZ\\_bA-MQFjAKegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.ctahr.hawaii.edu%2Foc%2Ffreepubs%2Fpdf%2Fres-164.pdf&usq=AOvVaw1EXyUfThNIKFVvET2CmR5u](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi3m4DWv_npAhVW3IUkHZ_bA-MQFjAKegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.ctahr.hawaii.edu%2Foc%2Ffreepubs%2Fpdf%2Fres-164.pdf&usq=AOvVaw1EXyUfThNIKFVvET2CmR5u) (consulté le 09/03/2021).
- <sup>2</sup> Koike, S.T. & Turini, T.A., 2017: Lettuce Pest Management Guidelines: Tipburn. University of California : Statewide Integrated Pest Management Program. <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/lettuce/Tipburn/> (consulté le 22/03/2021).
- <sup>3</sup> Thicoïpé, J.-P., Joubert, G., Hutin, C., Leteinturier, J., Moras, P., Navez, B., Odet, J., Pelletier, J., Perus, M. & Stengel, B., 1997 : Laitues. Ctifel, 281 p.
- <sup>4</sup> Neuweiler, R., 2011: Innenbrand in Frühlkulturen von Salat. Gemüsebau-Info Nr. 06/2011.
- <sup>5</sup> Neuweiler, R. & Total, R., 2013: Optimierung der Ernteverfrühung im Freiland. Gemüsebau-Info Nr. 03/2013.
- <sup>6</sup> Smith, R., Hartz, T. & Hayes, R., 2011: Overview of Tipburn of Lettuce. Salinas Valley Agriculture, University of California, Agriculture and Natural Resources. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=5608> (consulté le 09/03/2021).
- <sup>7</sup> Weiling, Y., Shangyong, Y., Zhixiong, L., Leifu, C. & Zhengming, Q., 2018: Effect of Foliar Application of CaCl<sub>2</sub> on Lettuce Growth and Calcium Concentrations with Organic and Conventional Fertilization. HortScience American Society for Horticultural Science, Volume 53, Issue 6, 891-894. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13056-18>
- <sup>8</sup> Holtschulze, M., 2005: Tipburn in head lettuce – the role of calcium and strategies for preventing the disorder. Inaugural-Dissertation der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 107 p.
- <sup>9</sup> Davis, M.R., Subbarao, K.V., Raid, R.N. & Kurtz, E.A., 1997: Compendium of Lettuce Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- <sup>10</sup> Blancard, D., Lot, H. & Maisonneuve, B., 2006): Diseases of Lettuce and Related Salad Crops – Observation, Biology and Control. Manson Publishing Ltd., London – INRA Editions, Versailles.
- <sup>11</sup> Schlaghecken, J. & Kreislermaier, J. 2005: Glasigkeit: Ein vielfältiges Problem im Gemüsebau. [https://www.dlr-mosel.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/32598FF2DA6E47EAC12571DC00336417/\\$FILE/Glasigkeit%20im%20Gemueseau-Aktuell.pdf](https://www.dlr-mosel.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/32598FF2DA6E47EAC12571DC00336417/$FILE/Glasigkeit%20im%20Gemueseau-Aktuell.pdf) (consulté le 09/03/2021).
- <sup>12</sup> Koike, S.T. & Turini, T.A., 2017: Lettuce Pest Management Guidelines: Ammonium Toxicity. University of California : Statewide Integrated Pest Management Program. <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/lettuce/Ammonium-Toxicity/> (consulté le 09/03/2021).
- <sup>13</sup> Crüger, G., 2002: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, p. 64 et suivantes.
- <sup>14</sup> Smith, R. & Koike, S.T., 2015: Ammonium Toxicity on Lettuce. Salinas Valley Agriculture, University of California, Agriculture and Natural Resources. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=16967> (consulté le 09/03/2021).
- <sup>15</sup> Neuweiler, R., 2011: Düngungsrichtlinien für den Gemüsebau. p. 17
- <sup>16</sup> Bedlan, G., 1999: Gemüsekrankheiten. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg.
- <sup>17</sup> Bergmann, W., 1993: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Dritte, erweiterte Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena – Stuttgart, 835 p.
- <sup>18</sup> United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service, 2004: Lettuce Shipping Point and Market Inspection Instructions. Document internet, (consulté le 24/03/2021).
- <sup>19</sup> Cantwell, M. & Suslow, T. 2001: Lettuce, Romaine: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. University of California post harvest center.

[http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity\\_Resources/Fact\\_Sheets/Datastores/Vegetables\\_English/?uid=20&ds=799](http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=20&ds=799) (consulté le 09/03/2021).

<sup>20</sup> Cantwell, M. & Suslow, T., 2002. Lettuce, Crisphead: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. University of California post harvest center.

[http://ucanr.edu/sites/Postharvest\\_Technology\\_Center\\_/Commodity\\_Resources/Fact\\_Sheets/Datastores/Vegetables\\_English/?uid=19&ds=799](http://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=19&ds=799) (consulté le 09/03/2021).

<sup>21</sup> Eskin, N.A.M. (ed.), 1989: Quality and Preservation of Vegetables. p. 234-235, CRC Press, Boca Raton, Florida.

<sup>22</sup> Lipton, W. J., Stewart, J. K., & Whitaker, T. W., 1971: An Illustrated Guide to the Identification of Some Market Disorders of Head Lettuce. Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture. p. 1-3.

<https://play.google.com/store/books/details?id=3Yo-AAAAYAAJ&rdid=book-3Yo-AAAAYAAJ&rdot=1> (consulté le 24/03/2021).

### Impressum

---

Éditeur	Agroscope Müller-Thurgau-Strasse 29 8820 Wädenswil <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Rédaction	Brigitte Baur
Mise en page:	Brigitte Baur
Copyright	© Agroscope 2021

---