

## **Impact du sel sur les arbres**

Yaël Haddad

### **Le sel, un poison pour la plupart des végétaux**

Seules les plantes halophytes ont la capacité de tolérer des concentrations élevées de sel (chlorure de sodium) dans le sol et la gamme est restreinte. Par extension, on a tendance à qualifier d'halophytes, toutes les plantes qui supportent d'être en contact (partie aérienne ou racinaire) avec des concentrations anormalement fortes en sel, végétaux de bords de mer, de déserts, de marais ou de lacs salés. Pour les autres végétaux, le sel constitue un véritable « poison ».

A noter qu'halophyte n'est pas synonyme de plante halophile, qui étymologiquement signifie « plante aimant le sel ». En effet certaines halophytes, bien que pouvant résister à d'importantes accumulations de sels dans le milieu extérieur, se comportent normalement sur des sols non salés et ne sont donc que des halophytes « facultatives » (certaines espèces d'Atriplex par exemple). Par contre, d'autres halophytes ne peuvent se développer complètement qu'en présence de fortes concentrations salines : ce sont des halophytes « obligatoires », qui peuvent être considérées comme « halophiles » (salicornes par exemple). source Encyclopaedia universalis

### **Les symptômes d'une pollution par le sel, proches de ceux liés à la sécheresse.**

Le sel est constitué de cristaux de chlorure de sodium (NaCl). Dissous dans l'eau, le cristal libère ses ions qui vont avoir tendance à se substituer aux autres ions présents sur les agrégats du sol. Or certains d'entre eux sont indispensables au développement des végétaux, comme le potassium, le calcium ou le magnésium. Mais comme ils ne se trouvent plus fixés, ils sont lessivés et se retrouvent moins disponibles pour les plantes. Des phénomènes de carences peuvent alors apparaître.

En outre, une forte concentration de sel dans le sol rend difficile l'absorption de l'eau par le système racinaire, car il y a « compétition » pour l'eau entre le sol et la plante, par le jeu des pressions osmotiques des deux milieux. En présence d'une forte concentration de sel dans le sol, la pression osmotique de l'eau du sol est supérieure à la pression osmotique de l'eau contenue dans la plante.

La présence de sel agit également sur la structure même du sol (tassement, diminution de la perméabilité), ce qui renforce les difficultés d'alimentation hydrique du végétal.

Voilà pourquoi, les symptômes provoqués par une pollution saline peuvent se confondre avec un problème de sécheresse.

En cas d'intoxication par le sel, les feuilles vont passer par différentes étapes de dégradation : jaunissements, chloroses marginales, brûlures et nécroses progressant de l'apex et des marges en direction du centre du limbe, dessèchement complet et chute du feuillage. On peut noter aussi des diminutions de surface ou des enrroulements de feuilles, la mort des pousses de l'année, l'altération des bourgeons.

L'analyse ionique (contenu en ion Cl<sup>-</sup> ou en ion Na<sup>+</sup> des fragments de végétaux, feuilles ou rameaux), effectuée en laboratoire, reste le seul moyen fiable de confirmer clairement l'origine du dépérissement dans certaines situations, lorsque la pollution saline n'est pas « flagrante », parce qu'elle est ancienne (les symptômes peuvent apparaître plusieurs semaines voire plusieurs mois après) ou fugace (un dépôt de sel temporaire).

## Devenir du sel dans les arbres

Les ions absorbés par le biais du système racinaire vont migrer dans la plante par le système vasculaire de la sève brute. Le sodium a tendance à rester dans les racines ou la base du tronc et le chlore migre vers les extrémités de branches et les feuilles.

En présence de chlore, le fonctionnement des feuilles est perturbé : les stomates (systèmes présents principalement sur la face inférieure des feuilles et permettant les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère) restent ouverts aux heures les plus chaudes de la journée, au lieu de se refermer pour limiter la transpiration et les pertes en eau.

Lorsque la pollution saline est liée aux embruns, ces derniers vont avoir un effet direct sur le feuillage et toute la partie aérienne de l'arbre. Car ces embruns sont non seulement constitués de fines particules d'eau salée, mais contiennent également des microparticules qui peuvent avoir un fort pouvoir abrasif. La cuticule, fine couche imperméable qui protège la surface des feuilles et limite leur transpiration, peut être altérée et les ions toxiques pénètrent aussi par le feuillage.

En présence d'une pollution par les sels de déneigement, l'action toxique passe essentiellement par le sol, lorsque la neige associée au sel fond et que l'eau salée pénètre dans le sol. Mais le sel peut aussi s'associer à des particules (sables, poussières présentes sur la chaussée). Dans ce cas, on peut également avoir des phénomènes de contamination de la partie aérienne, similaires à celles rencontrées en bord de mer, notamment sur les arbres situés en bord de routes circulantes. Le passage des véhicules sur la neige fondue, est à l'origine de la création de brouillards salés qui peuvent être projetés à plusieurs mètres de hauteur.

Lorsque les feuilles sont altérées partiellement, leur fonction photosynthétique l'est également et la quantité de sucres fabriquée par la plante, est moindre, alors qu'ils sont indispensables pour le développement des végétaux. De plus, au niveau cellulaire, pour lutter contre la présence d'une forte concentration en sel qui « tire » l'eau à l'extérieur des cellules, la plante va avoir tendance à mobiliser des substances de réserves à l'intérieur des cellules, pour augmenter la concentration intra-cellulaire. Enfin, l'arbre qui a perdu en avance une partie de son feuillage (desséché) aura tendance à fabriquer un nouveau feuillage pour compenser les pertes, si les conditions climatiques et la saison le permettent.

Cette reconstitution, consommatrice d'énergie, va se faire au détriment du stockage de réserves, nécessaire notamment à la reprise de la végétation au printemps. Si les repousses se succèdent dans la saison, le sujet atteint va s'affaiblir rapidement et l'on peut observer des phénomènes de nanification des rameaux et des feuilles.

Les études bibliographiques semblent montrer que seules certaines espèces, comme l'érable à sucre (espèce Nord Américaine utilisée pour la fabrication du sirop d'érable) ont la capacité d'éliminer les ions toxiques par le biais de leurs feuilles, qui se « chargent » en sel juste avant leur chute. Pour plusieurs espèces ornementales (dont le marronnier et le platane) les travaux de l'équipe de Gérard Bory (Laboratoire de Physiologie de l'Arbre de l'université Paris 7 Denis Diderot) ont montré que les ions qui ont pénétré dans le végétal ont tendance s'accumuler dans les tissus. Leurs effets peuvent ainsi se faire sentir longtemps après la pollution. Et si elle se répète sur plusieurs années, l'accumulation peut entraîner au bout de plusieurs années la présence de teneurs létales pour le végétal, qui peut alors mourir en quelques mois, sans que l'on soupçonne immédiatement un problème d'intoxication saline.

## La sensibilité au sel est variable selon les espèces

Les teneurs en chlore à partir desquelles les symptômes apparaissent sont très variables d'une espèce à l'autre et même au sein d'un genre. Ainsi le marronnier blanc (*Aesculus hippocastanum*) est bien plus sensible que le marronnier à fleurs roses (*Aesculus x Carnea*).

On peut considérer qu'une espèce est tolérante d'un point de vue physiologique, si elle présente simultanément un niveau de dégradation faible et des teneurs en chlore foliaire élevées, comme par exemple l'ailante (*Ailanthus altissima*), le frêne commun (*Fraxinus excelsior*), le févier (*Gleditsia triacanthos*), le pin pignon (*Pinus pinea*) ou le cerisier à grappes (*Prunus padus*). D'autres espèces sont peu sensibles, car elles présentent peu de symptômes et des teneurs en chlore faibles, même pour une forte exposition, comme le chêne vert (*Quercus ilex*) : la cuticule épaisse et cireuse des feuilles limite leur dégradation et la pénétration de chlore supplémentaire par cette voie. Au contraire, si pour des teneurs faibles les symptômes de brûlures sont importants, l'espèce peut être considérée comme sensible, ce qui est le cas par exemple, du hêtre (*Fagus sylvatica*), de l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), du marronnier blanc (*Aesculus hippocastanum*), du noisetier de Byzance (*Corylus colurna*) ou du peuplier blanc (*Populus alba*).

### Sensibilité de quelques arbres d'alignement à la pollution saline : évolution des symptômes, teneur en chlore foliaire (mg/g de matière sèche), et niveau de sensibilité.

essence	avril	mai	jui	juillet	août	septembr	octobre	conclusion sur la sensibilité
hêtre	I			III	IV, 15		plus de	très sensible
pin					I, 27			peu sensible
orme							I, 12	tolérant
ailante	pas			I, 50				tolérant
chêne vert			15				I, 9	tolérant
érable				III, 45				sensible
frêne	pas					I, 50,		peu sensible
	fe					I, 30		
févier				18		I	plus fe	tolérant
noisetier de Byzance					III, 30			sensible
peuplier blanc 'Bakot'	I	III,	IV,			plus fe		très sensible
		55	60					
peuplier blanc type						10	plus fe	tolérant
cerisier à					II,35			peu sensible

#### grille de notation

I Le houppier apparaît visuellement entièrement vert. Les feuilles sont, en général, saines, sans brûlures importantes, même si parfois des nécroses marginales sont décelables en fin de période de végétation. Mais, globalement ces brûlures représentent toujours moins de 10 % du houppier.

II Le feuillage montre souvent un jaunissement plus ou moins généralisé accompagné de zones de roussissement. Il s'agit d'une phase initiale localisée à certaines branches. Les "brûlures" s'étendent sur moins d'un quart du houppier.

III Le phénomène de brûlure - roussissement s'étend sur 50 à 75 % du houppier.

*IV Le roussissement est presque général avec une défoliation qui représente environ au moins la moitié du houppier. Ces résultats qualitatifs et quantitatifs proviennent d'une étude réalisée au milieu des années 1995 par le laboratoire de Physiologie de l'Arbre de l'Université Paris 7 Denis Diderot, dirigé à l'époque par Gérard Bory*

Dans la littérature, il est parfois difficile de trouver des valeurs quantitatives et de connaître l'origine de l'étude qui a conduit à la classification (étude scientifique, observation de terrain).

**Les méthodes curatives sont peu efficaces, la prévention reste la meilleure des démarches.**

Dans le cas d'une pollution « artificielle » par le chlorure de sodium, liée aux sels de déneigement ou aux saumures sur les marchés, elle peut a priori être jugulée par l'application d'une réglementation interdisant leur épandage sur les zones plantées ou la mise en place de protection physiques. Mais il est parfois difficile de surveiller les contrevenants qui utilisent du sel au premier coup de froid. En ce qui concerne la question des embruns de bord de mer, la pollution se répète d'années en années. L'état sanitaire des arbres sensibles ne pourra aller que vers une dégradation inéluctable, car les méthodes curatives sont difficiles à mettre en œuvre. Le lessivage des zones urbaines n'est pas vraiment envisageable, d'autant que les sols sont souvent peu perméables et les risques d'asphyxie du système racinaire importants.

L'équipe de Gérard Bory a travaillé sur des méthodes de taille curative sur des platanes « salés » à Paris. Cette pratique doit être préconisée avec précaution, car il faut impérativement procéder aux travaux de taille durant une période très précise (lorsque les brindilles ou les feuilles contiennent un maximum d'ions toxiques). Pour cela, plusieurs dosages sur la période de végétation doivent être effectués au préalable, pour connaître l'évolution saisonnière et spatiale des ions pour l'espèce étudiée.

Face à cette situation, la prévention reste la meilleure des solutions. Il s'agit tout d'abord de prêter la plus grande attention au choix des espèces, en retenant celles réputées tolérantes. Pour cela, si la littérature scientifique est peu abondante sur le sujet, il est toutefois recommandé de la consulter car elle renferme des informations fiables, basée sur des expérimentations. Il est aussi intéressant de se rapprocher de pépiniéristes spécialisés sur les végétaux de bord de mer, dont l'expérience de terrain est à prendre en considération. Attention, si les espèces sont choisies pour leur tolérance au sel, mais pour des régions où le risque d'intoxication par des sels de déneigement est élevé, cela signifie que l'on se trouve dans un environnement où il risque de faire froid. Il faut donc s'assurer que ces espèces le tolèrent bien aussi ...

Il pourrait être également intéressant pour le gestionnaire de chercher à développer, par la voie de la multiplication végétative, la conservation des individus présents dans leur patrimoine et reconnus pour leur tolérance.

Bien sûr, un soin particulier doit être apporté au choix d'espèces adaptées aux conditions de sol et de climat, car un arbre qui ne se développe pas dans des conditions optimales, sera fragilisé dès le départ. Lors de la conception du projet, il faut envisager des modalités de plantation qui permettent de protéger le sol, sans pour autant imperméabiliser la surface.