



FRANCE NATURE
ENVIRONNEMENT

OCCITANIE-MÉDITERRANÉE

La salinisation...

Qu'est ce que la salinisation ?

La salinisation désigne l'**augmentation de la teneur en sel d'un sol, d'une eau douce superficielle ou souterraine**. Ces sels peuvent être des chlorures ou sulfates de sodium, de calcium, de magnésium, de potassium... Les mécanismes à l'origine de la salinisation peuvent être très différents d'un territoire à l'autre et se combiner : ils sont dits **primaires lorsqu'ils sont naturels** et **secondaires s'ils sont en lien avec certaines activités humaines** (irrigation, rejets des stations d'épuration, apports de minéraux...). Ils peuvent être **temporaires ou permanents**. Le schéma ci-dessous présente les principaux processus à l'œuvre en Occitanie :

① L'avancée du biseau salé

Il se forme un biseau salé lors de la **rencontre entre une masse d'eau salée et une masse d'eau douce**. L'eau salée, plus dense, a tendance à passer en dessous de l'eau douce et inversement ce qui, en vue transversale, donne une forme de biseau à l'interface des deux. La montée du niveau de la mer ou la survenue d'un déficit en eau douce (sécheresse, prélevements d'eau trop importants en zone littorale) peuvent entraîner un déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres. L'avancée du biseau salé peut se produire dans :

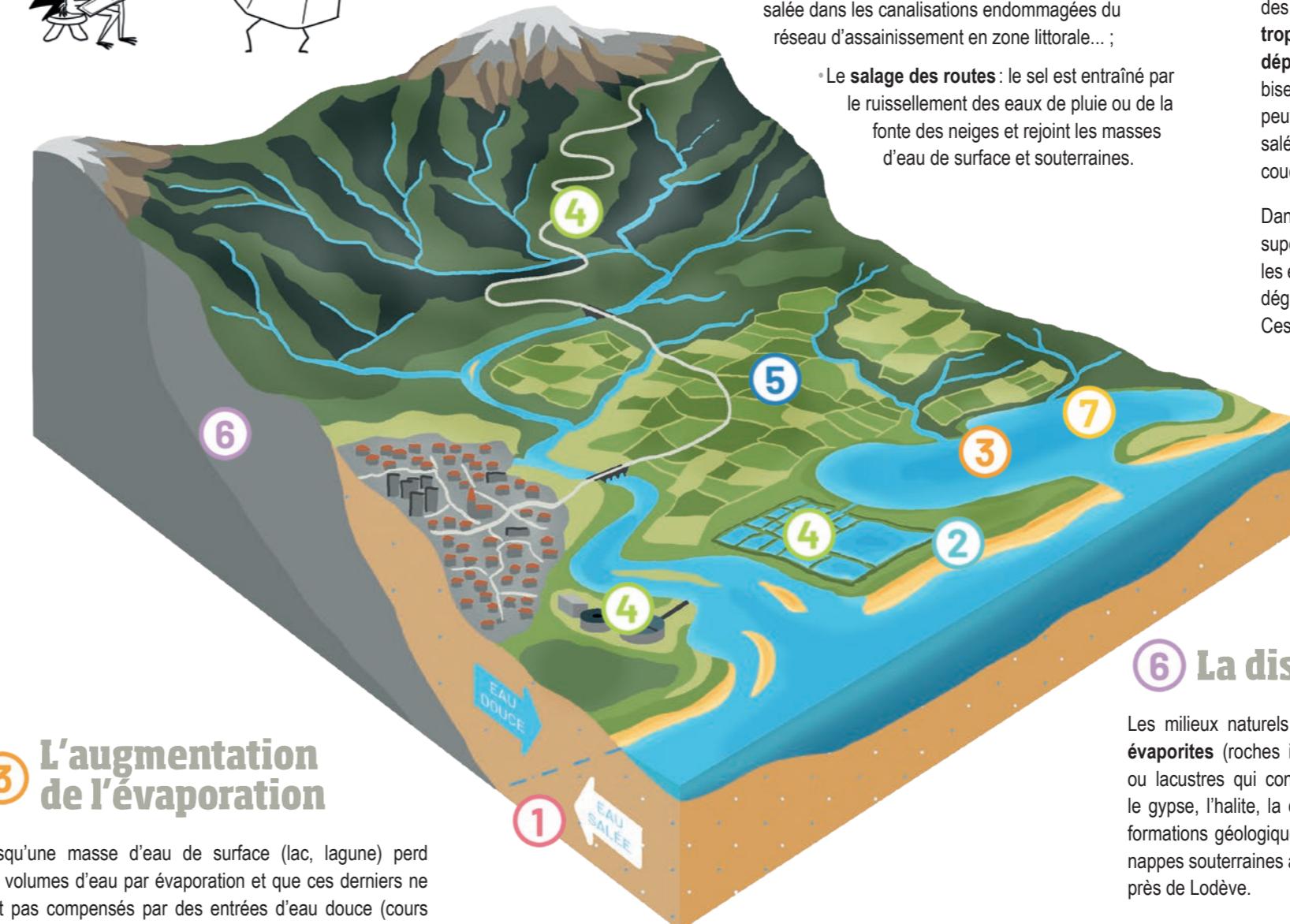
- **les eaux superficielles** (notamment via l'estuaire d'un fleuve) : plus la zone est plate, plus l'eau salée peut pénétrer dans la couche inférieure de la colonne d'eau sur plusieurs km, l'eau de surface restant douce. Sur le delta de l'Orb, l'avancée du biseau salé peut saliniser les sols jusqu'à 12 km de la mer⁽¹⁾ ;
- **les eaux souterraines** : lorsque l'écoulement naturel des nappes d'eau douce vers la mer n'est plus suffisant pour « repousser » l'eau marine. A ce jour, une augmentation de la concentration en sels est observée sur les captages d'eau potable de la bordure côtière de la Plaine du Roussillon, entraînant des aménagements sur certains prélevements.

L'avancée du biseau salé fait l'objet d'une grande vigilance car son inversion est très lente.

② La submersion marine

La submersion marine est une **inondation temporaire par la mer de terres habituellement émergées**. Elle est causée par : une dépression générant une forte houle et une hausse du niveau marin (surcôte marine), un tsunami ou la rupture d'un élément de protection. La baisse des stocks de sable et la montée du niveau des eaux⁽²⁾ augmentent l'occurrence de ces phénomènes. La submersion par l'eau salée entraîne une salinisation des sols et des eaux douces superficielles. À terme, ces submersions salinisent durablement les sols et les nappes.

55 % des roselières littorales d'Occitanie sont menacées à horizon 2050 par la submersion marine⁽³⁾. Plus largement, on estime que la partie Nord-Ouest de la Méditerranée pourrait subir un tsunami d'une hauteur d'immersion de 2 mètres, amplitude qui a été, dans les PPRL⁽⁴⁾ les plus récents, revue à la hausse (+ 2,4 m NGF à 2100⁽⁵⁾).



③ L'augmentation de l'évaporation

Lorsqu'une masse d'eau de surface (lac, lagune) perd des volumes d'eau par évaporation et que ces derniers ne sont pas compensés par des entrées d'eau douce (cours d'eau, précipitations) cela **conduit à une augmentation de la concentration en sels**. Le réchauffement climatique augmente l'occurrence et l'intensité de ces phénomènes, à l'image de l'augmentation de la salinité moyenne des lagunes⁽⁶⁾.

En 2024, des centaines de poissons ont été retrouvés morts dans les eaux et canaux à Lattes suite à une brusque remontée de la salinité des eaux (de 0,5 g/l à 27 g/l) dans un contexte de sécheresse⁽⁷⁾.

④ Les pollutions anthropiques non agricoles

Certaines activités humaines peuvent directement contribuer à la salinisation :

- **les anciennes salines en domaine maritime** : la production de sel a progressivement salinisé les sols (comme dans la Narbonnaise, en Camargue ou au Bagnas) ;
- **le rejet des eaux usées traitées des stations d'épuration** : sels contenus dans les urines ; pénétration de terre et d'eau salée dans les canalisations endommagées du réseau d'assainissement en zone littorale... ;
- **Le salage des routes** : le sel est entraîné par le ruissellement des eaux de pluie ou de la fonte des neiges et rejoint les masses d'eau de surface et souterraines.

⑤ Les forages et les pratiques agricoles

Le sel s'accumule sur les sols lorsqu'ils sont soumis à une irrigation répétée avec de l'eau, même légèrement salée, ou lors d'usages excessifs de fertilisants minéraux. De plus, l'évolution de la taille des parcelles et le niveau d'entretien (et donc de comblement) des canaux de drainages (cf.page 5) peuvent avoir des impacts sur les niveaux de salinité des parcelles agricoles. En outre, des prélevements trop importants en zone littorale peuvent créer une dépression d'eau douce et favoriser l'avancée du biseau salé. Enfin, certains forages mal réalisés peuvent mettre en contact deux masses d'eau, l'une salée et l'autre non, naturellement séparées par une couche géologique imperméable.

Dans la Plaine du Roussillon, il y a 2 nappes, une superficielle localement en connexion avec la mer ou les étangs saumâtres (avec une qualité potentiellement dégradée) et une profonde (naturellement préservée). Ces 2 nappes sont naturellement séparées par une couche imperméable. Sur ce territoire, il existe de nombreux forages mal réalisés ou défectueux, mettant en connexion les deux nappes pouvant alors entraîner une contamination de la nappe profonde d'eau douce par la nappe superficielle aux eaux plus denses.

⑥ La dissolution d'évaporites

Les milieux naturels peuvent être **salinisés par la dissolution des évaporites** (roches issues de l'évaporation d'anciens bassins marins ou lacustres qui contiennent beaucoup de minéraux de sels comme le gypse, l'halite, la calcite...). Quand l'eau de pluie s'infiltra dans ces formations géologiques, elle dissout les sels et peut même former des nappes souterraines à forte salinité. C'est le cas de la source de Lauroux près de Lodève.

⑦ L'inversac

C'est un phénomène hydrologique qui se produit dans un contexte karstique quand une source sous-marine d'eau douce **inverse son flux et absorbe l'eau au lieu de la rejeter**. Cette inversion est souvent en lien avec la sécheresse qui diminue l'arrivée d'eau douce et donc sa pression de résurgence dans la mer ou l'étang. Dans ce contexte, la masse d'eau salée contamine la masse d'eau douce. L'inversac est **réversible** mais peut **durer plusieurs mois**.

La source de la Vise, dans l'étang de Thau, a subi 7 inversacs depuis 1970. Le dernier a été le plus long (18 mois) et a été causé par les sécheresses des dernières années.

⁽¹⁾ « Quand le sel ronge les vignes », Viti, 2016

⁽²⁾ Le réchauffement climatique entraînera une hausse de 60 à 110cm du niveau des mers et océans d'ici à 2100

⁽³⁾ « Les roselières littorales d'Occitanie », ADENA

⁽⁴⁾ Plans de Prévention des Risques Littoraux

⁽⁵⁾ « PPRL de Gruissan », Préfecture de l'Aude, 2017

⁽⁶⁾ « Lagunes et variations de salinité : anticiper le changement climatique pour une gestion proactive », Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2023

⁽⁷⁾ « Des centaines de poissons retrouvés morts dans l'étang de Lattes », France Bleu, 2023

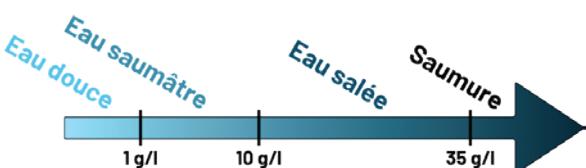
Des impacts multiples

Sur le sol

Le sel dans un sol **se présente sous deux formes**: l'une dissoute dans l'eau (salinité) et l'autre fixée (« adsorbée ») sur les particules minérales fines de sol: **c'est la sodicité**. La sodicité peut être vue comme le **stade ultime de la salinisation** et a les effets les plus importants sur les propriétés physiques du sol. Elle entraîne notamment la perte de structure du sol, engendrant sa compaction et empêchant l'air et l'eau de pénétrer et les racines de se développer. Contrairement à la salinisation, la sodification d'un sol est **presque irréversible**.

Sur les écosystèmes côtiers et aquatiques

La salinisation d'une eau auparavant douce ou faiblement salée (saumâtre) entraîne une **modification de la biodiversité** et la **perte de certaines fonctions écologiques**. Les espèces d'eau douce qui ne peuvent pas se mouvoir (plantes aquatiques par exemple) ou celles qui vivent dans des masses d'eau closes (lac, canaux, étangs...) sont particulièrement vulnérables à la salinisation.



Dans l'étang de Canet, la sécheresse de 2023 a fortement augmenté la salinité de la lagune, si bien que même les crabes bleus invasifs, tolérant de fortes concentrations⁽²⁾, ont subit une forte diminution de leurs effectifs.



Sur les plantes terrestres

Plus la concentration en sels d'un sol est forte, plus il sera difficile pour une plante d'absorber de l'eau (stress osmotique) et des nutriments via ses racines. Dans ces conditions, **la plante arrête sa croissance, voire meurt**. La plante peut également **mourir de toxicité ionique**, lorsqu'elle « confond » ses nutriments avec des sels et les absorbe⁽¹⁾.



Sur les usages humains

Que ce soit pour l'agriculture, l'industrie ou l'eau potable, l'Homme a besoin d'eau douce. A l'issue de périodes de sécheresse prolongée, il peut arriver que certains **prélèvements** (souterrains ou de surface) **ferment à cause d'une concentration en sels trop importante** pour que l'eau soit jugée potabilisable ou adéquate pour l'irrigation.

Par ailleurs, en agriculture, la salinisation des sols provoque une **baisse de rendement pour la plupart des espèces cultivées**. Environ 20 % du total des terres cultivées et 33 % des terres agricoles irriguées dans le monde sont touchées par la salinisation et la sodification⁽³⁾.

Sur le territoire Vins des Sables (3000 ha), en Camargue gardoise, 500 ha de vignes ont ainsi été détruits par la salinisation⁽⁴⁾.



⁽¹⁾ Les plantes sont surtout intoxiquées par le sodium, car sa structure moléculaire est proche du potassium, un nutriment qu'elles consomment. Plus rarement, elles peuvent être intoxiquées par le chlore

⁽²⁾ « Salinity tolerance of the invasive blue crab Callinectes sapidus: From global to local, a new tool for implementing management strategy », Marchessaux et al., 2024

⁽³⁾ « La salinisation des sols, un défi majeur pour la sécurité alimentaire mondiale », The conversation, 2021

⁽⁴⁾ « Des hectares de vignes détruits par le sel, en Camargue la salinisation des sols combattue grâce à l'eau douce », France 3 Occitanie, 2022

Quels moyens de lutte contre la salinisation ?

Plusieurs leviers (techniques et/ou agraires) peuvent être actionnés pour espérer limiter, retarder ou empêcher les effets de la salinisation sur les usages humains ou les milieux naturels gérés. La partie ci-dessous en mentionne quelques-uns, existant ou en projet en Occitanie :



Les barrières hydrauliques

Elles permettent de **séparer deux masses d'eau** afin d'éviter que l'une, salée, ne contamine l'autre.

Sur les fleuves/cours d'eau, les barrages anti-sel sont des obstacles (seuils peu élevés ou systèmes anti-retour) **pour éviter la remontée d'eau de mer** en période de haut niveau marin et d'assèche des cours d'eau. L'eau de la partie amont reste en permanence douce et peut-être utilisée pour l'irrigation⁽¹⁾.

- Limites : les barrages anti-sel peuvent avoir des impacts sur la circulation des espèces migratrices amphihalines (anguilles, lampreies,...).

Sur les sources d'eau douce sous marines, il est possible de réduire le flux sortant pour maintenir une pression suffisante dans la nappe d'eau douce en posant un « clapet ». C'est le cas d'une expérimentation en cours sur la source de la Vise dans l'étang de Thau pour empêcher l'inversac.

- Limites : la pose d'un clapet peut entraîner une surpression de la nappe et provoquer l'ouverture d'une nouvelle source à proximité engendrant de nouvelles entrées d'eau salée dans la nappe.



La recharge artificielle des nappes

Cette technique peut être déployée pour **protéger les aquifères côtiers de l'avancée du biseau salé** (injection/infiltration d'eau dans la nappe, forages dans les berges d'un cours d'eau...).

- Limites : ces techniques ne peuvent être mises en œuvre que s'il existe un surplus de ressource en eau par rapport aux besoins biologiques et aux usages humains⁽²⁾. Par ailleurs, il y a un risque de contamination si l'eau injectée n'est pas de qualité suffisante.

La **recharge artificielle** peut aussi être **involontaire**, lorsque des fuites sont présentes sur les réseaux d'eau et canaux d'irrigation.

- Limites : compter sur les fuites de réseaux est discutable car cela entraîne un gaspillage, surtout lorsqu'il s'agit d'eau potable, et cette gestion ne peut pas être optimale car on ne contrôle ni les quantités libérées, ni leur localisation.

L'inondation des parcelles

Cette pratique, très ancienne, est encore largement utilisée. Elle consiste à **inonder temporairement les parcelles**. L'eau est ensuite drainée et évacuée dans les étangs et les lagunes, puis dans la mer. Traditionnellement, l'inondation se fait **deux à trois fois dans l'année** : en hiver pour lessiver le sel et au printemps, voire en été, pour atténuer le stress hydrique des plantes et limiter la remontée des sels du sol via l'évapotranspiration. L'effet de cette technique est **temporaire** et n'affecte qu'une **faible épaisseur de sol**. Sur la Narbonnaise, une inondation évacue environ 500 kg de sel par hectare, alors que les stocks entre 0 et 3 m de profondeur sont estimés à 50 tonnes.

- Limites : cette technique consomme beaucoup d'eau (environ 300 mm/m²), sur des territoires où elle est de moins en moins disponible, surtout en été. Par ailleurs, l'eau d'inondation emporte aussi les intrants de type engrâis, pesticides, fongicides, qui se retrouvent ensuite dans les étangs, les lagunes puis la mer.

LES LENTILLES D'EAU DOUCE : QUEZAKO ?

Des études ont montré qu'un **apport suffisant d'eau douce** peut créer une **lentille**, c'est à dire une **fine couche d'eau douce** qui ne se mélange pas (ou très lentement) à l'eau salée située en dessous. Elle permet aux plantes n'ayant pas des racines profondes de survivre en repoussant l'eau salée vers le bas. Les lentilles d'eau douce peuvent être naturelles (apport des précipitations, des eaux de surface), artificielles (inondations de parcelles) ou les deux.

⁽¹⁾ « Le combat des viticulteurs et agriculteurs de la basse plaine de l'Orb pour obtenir un barrage anti-sel », Midi Libre, 2023

⁽²⁾ Voir notre mini-guide sur le débit des cours d'eau

Lutter contre ou... gérer les phénomènes de salinisation ?

Avec l'augmentation du niveau des océans, la baisse des précipitations et l'augmentation des températures en période estivale, le changement climatique va rendre les outils évoqués précédemment moins efficaces (voire inopérants) et de plus en plus coûteux. Dans ce contexte, il convient d'envisager d'autres modalités de gestion. Certains changements de pratiques et d'usages sont des solutions sans regret, c'est à dire des actions bénéfiques quoi qu'il arrive et qui peuvent être mises en œuvre dès maintenant, sans hésitation :



- sobriété et optimisation des usages de l'eau⁽¹⁾ ;
- substitution des prélèvements dans les nappes littorales et les rivières avec des ressources qui ne sont pas en tension ;
- sélection d'espèces ou de variétés cultivées plus tolérantes ou plus adaptées à la salinité ;
- diminution des pratiques générant des salinisations diffuses ;
- solutions fondées sur la nature (restauration de cours d'eau, de zones humides, de cordons dunaires...).

Accepter le changement et dessiner un avenir positif

Il n'y a pas une salinisation, mais des salinisations, propres à chaque territoire, qui ne se satisfont pas de solutions simplistes.

Les gestionnaires doivent en permanence mettre en balance la valeur socio-économique, patrimoniale ou environnementale d'un espace menacé par la salinisation avec le coût et la durabilité des opérations envisagées pour gérer ou lutter contre ce phénomène. Il peut être plus raisonnable, dans certains cas, d'acter l'inéluctabilité de la salinisation et d'atténuer ses conséquences en anticipant par le déplacement des enjeux.

Pour FNE OcMed, il s'agit

- pour les milieux naturels : d'un côté de laisser faire la nature, de l'autre de prévoir des espaces de repli (corridors écologiques, désartificialisation) ;
- pour les activités humaines : d'anticiper, d'accompagner la recomposition spatiale, en ne comptant pas uniquement sur des solutions techniques (cf. p.5).

Pour prendre ces décisions courageuses dans les territoires touchés par la salinisation, il est nécessaire de mettre en place des moyens suffisants pour mieux comprendre les processus à l'œuvre et acculturer les acteurs locaux aux avantages et inconvénients des outils de gestion ou de lutte contre ce phénomène.



⁽¹⁾ Des études actuelles (projet SALIN 2) suggèrent que par une gestion plus fine du phénomène de lentille d'eau douce, on pourrait réduire les quantités d'eau nécessaires à l'inondation des parcelles (cf.p. 5) avec un effet équivalent, tout en réduisant ses effets négatifs : tassement des sols, migration/lessivage des engrangements vers les lagunes