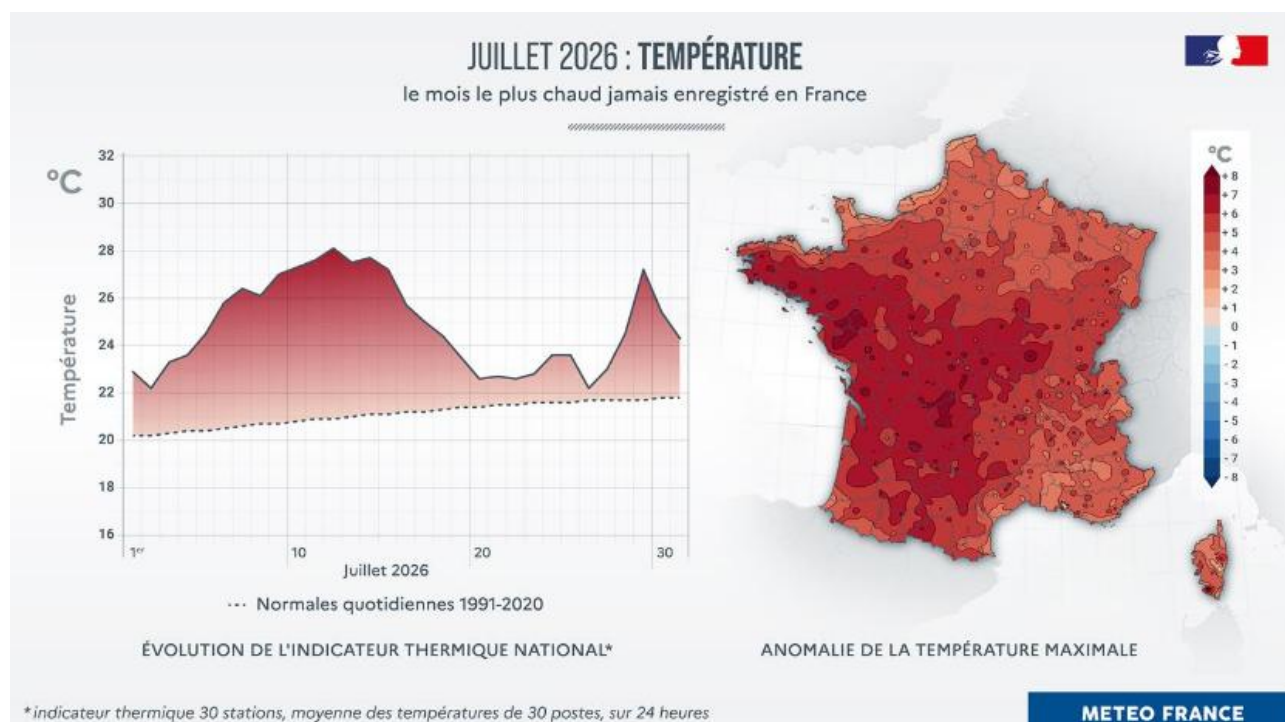


Été 2026 : conséquences forestières

1. Un été 2026 exceptionnel : chaleur, sécheresse et déficit hydrique

L'été 2026 se caractérise moins par un épisode climatique isolé que par la succession et la combinaison de plusieurs contraintes climatiques.

Bien que pas encore achevé, d'un point de vue climatique, cet été présente un caractère exceptionnel à l'échelle de la France métropolitaine. Le mois de juillet sera celui de tous les records.



Pour le périmètre du Pôle Sud-Est, cet épisode est marqué par sa durée plus par les températures extrêmes.

L'inter région est restée classée en vigilance canicule jaune ou orange de mi-juin au 20 août, sans pour autant atteindre le classement rouge comme certains départements plus au nord.

Juin : une entrée dans l'été particulièrement brutale

Après une première quinzaine relativement proche des normales, une canicule exceptionnelle s'est installée à partir du 17 juin et jusqu'au 30 juin.

Juin 2026 est devenu le mois de juin le plus chaud jamais enregistré en France, avec une température moyenne de 22,7 °C, soit +3,8 °C par rapport à la normale 1991-2020. Le déficit pluviométrique a atteint environ 50 % à l'échelle nationale.

La situation a été particulièrement marquée dans le Sud-Est : sur le pourtour méditerranéen, les cumuls mensuels sont restés inférieurs à 10 mm et le déficit a dépassé 70 % en Corse. À la fin juin, la sécheresse des sols était déjà généralisée à l'Hexagone et à la Corse.

Pour la forêt, le point important est la précocité de cet épisode : Le déficit hydrique intervient alors que la végétation est en pleine période de croissance et de transpiration.

Ce n'est donc pas seulement un problème de « chaleur estivale » : les arbres ont été soumis très tôt à une forte demande atmosphérique en eau.

Juillet : amplification du stress hydrique

Juillet a prolongé cette situation avec une combinaison particulièrement défavorable :

- températures exceptionnellement élevées
- précipitations nulles ou très faibles
- fort ensoleillement
- succession de vagues de chaleur
- aggravation continue de la sécheresse des sols.

À l'échelle nationale, juillet 2026 est devenu le mois le plus chaud jamais enregistré, avec une température moyenne de 24,9 °C, soit +3,8 °C par rapport à 1991-2020.

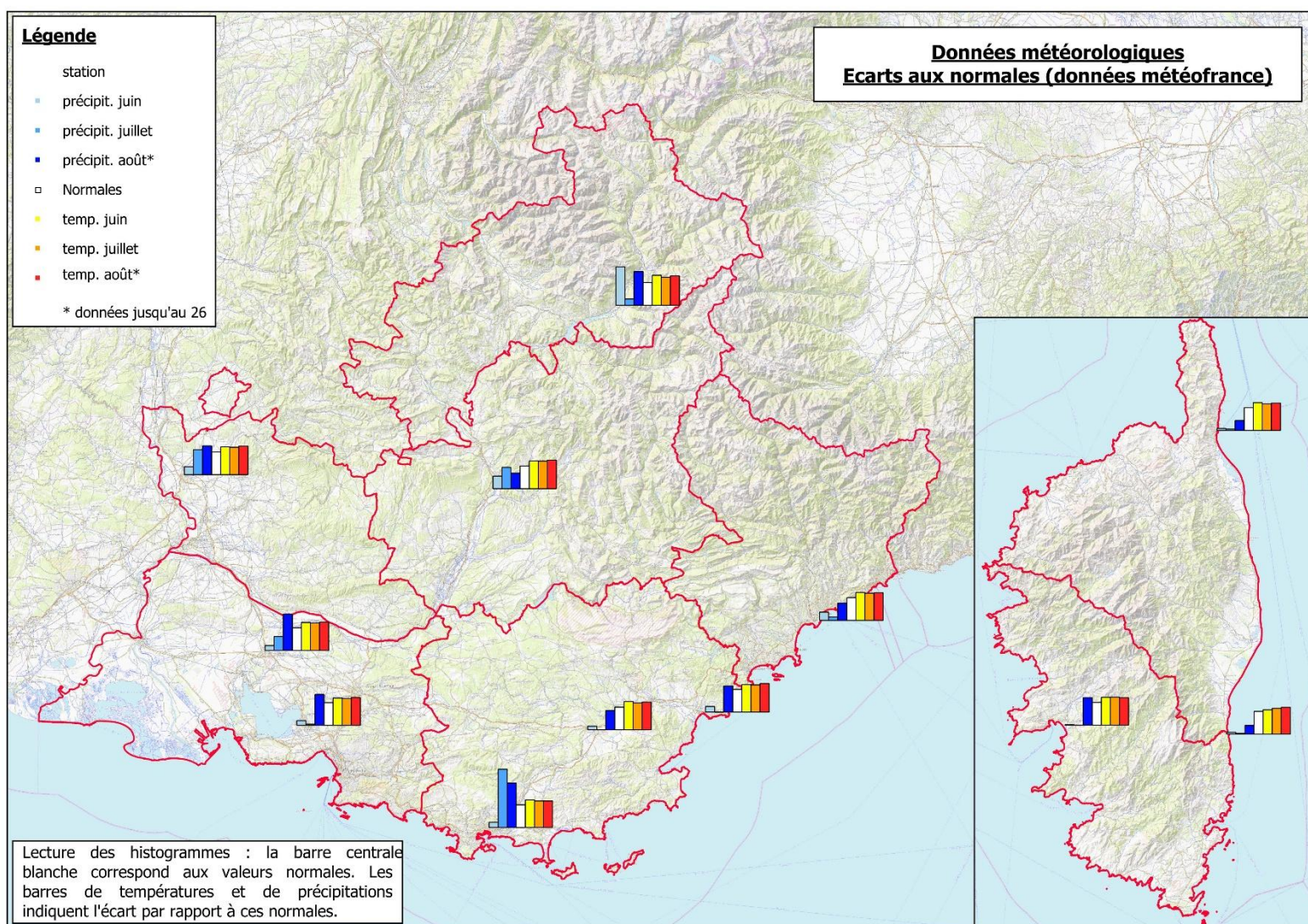
Juillet figure également parmi les mois de juillet les plus secs jamais enregistrés, avec un déficit pluviométrique proche de **70 %**.

Des valeurs particulièrement remarquables dans le Sud-Est

Quelques valeurs illustrent la violence du contexte, en termes de température : 40,5 °C à Marignane le 8 juillet, première fois que 40 °C y sont dépassés tous mois confondus.

Pour les précipitations, 0 mm au Luc, dans le Var, en juillet, 0 mm à Cannes et Ajaccio. Les déficits sont très importants dans l'intérieur du Var, sur la Côte d'Azur et en Corse.

Le mois de juillet a donc prolongé le déficit hydrique alors que les réserves superficielles des sols étaient déjà fortement entamées. Notons que les orages de fin août ont pu permettre des remontées des cumuls de précipitations.



Le véritable indicateur forestier : le déficit hydrique

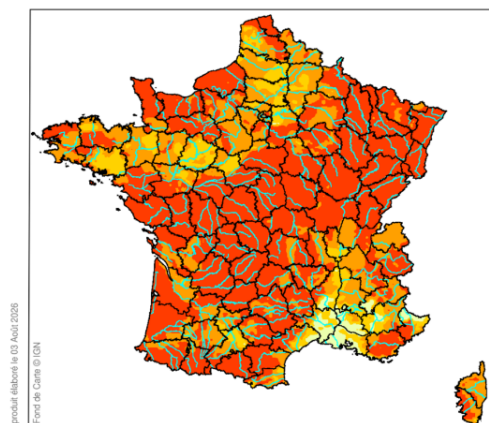
Pour les arbres, la température ou la pluie prises séparément comme indicateur ne suffisent pas, le déficit hydrique permet une analyse plus pertinente. En 2026, le déficit s'est construit progressivement : Printemps humide → juin très chaud et sec → juillet extrêmement chaud et sec → août chaud et encore déficitaire

C'est cette continuité du stress qui est importante pour comprendre la réponse des arbres.

Données Météo-France : au 1^{er} juin seulement 4 % du territoire étaient concernés par une sécheresse d'une fréquence supérieure à 25 ans ; cette proportion était passée à 30 % au 1^{er} juillet, puis 65 % au 1^{er} août et 77 % à la mi-août.

Indicateur d'humidité du sol

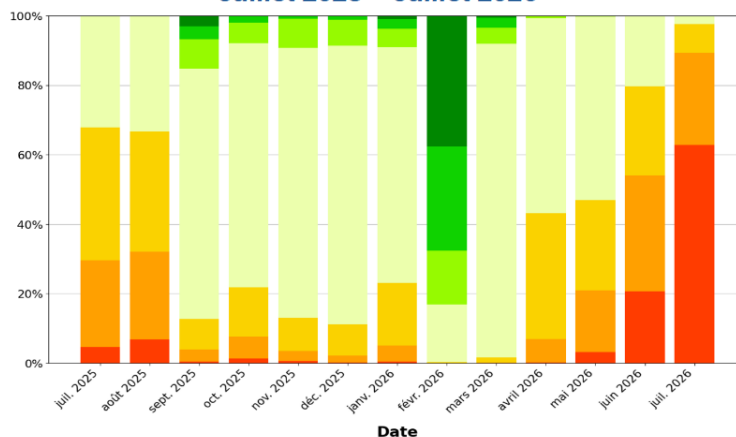
Juillet 2026



■ Exceptionnellement humide (durée de retour ≥ 25 ans)
■ Inhabituellement humide (10 ans $\leq$ durée de retour < 25 ans)
■ Plus humide que la normale (5 ans $\leq$ durée de retour < 10 ans)

Evolution de l'indicateur d'humidité du sol

Juillet 2025 – Juillet 2026



■ Proche de la normale

■ Exceptionnellement sec (durée de retour ≥ 25 ans)
■ Inhabituellement sec (10 ans $\leq$ durée de retour < 25 ans)
■ Plus sec que la normale (5 ans $\leq$ durée de retour < 10 ans)

Pour la région PACA l'indicateur d'humidité des sols n'a pas atteint les niveaux extrêmes, mis à part le Var et l'ouest des Alpes-Maritimes.

Pour la Corse, la situation est moins contrastée et les indicateurs ont été orientés vers « inhabituellement sec » voire pour l'ouest de l'île « exceptionnellement sec ».

Bien qu'encore en phase de test, l'ISF, Indice de Stress Forestier, donne une approche très intéressante des conséquences des sécheresses/canicules subies par les forêts. Ces travaux menés par Hervé Cochard sont disponibles depuis son site : <http://herve.cochard.free.fr/ISF.html>.

L'ISF repose sur l'idée que l'arbre transporte l'eau des racines vers les feuilles grâce à la transpiration. En période de sécheresse, le manque d'eau augmente la tension dans les vaisseaux, ce qui peut provoquer la formation de bulles d'air appelées embolies. Ces bulles bloquent progressivement la circulation de la sève et réduisent l'alimentation en eau de l'arbre. Si l'embolie devient trop importante, un seuil critique de rupture hydraulique est atteint, pouvant entraîner le dessèchement, le dépérissement ou la mort de l'arbre.

La série de cartes historiques 2002-2025 est donnée en annexe. Elles ont été réalisées par Jean-Baptiste Daubrée, expert DSF en problèmes abiotiques.

2. Que se passe-t-il dans l'arbre ?

Les travaux de Nathalie Bréda et Hervé Cochard (INRAE) permettent de comprendre ce que nous observons sur le terrain (source : ONF RenDez-Vous techniques n° 81 - 2025).

Première réponse : l'arbre économise l'eau

Lorsque l'eau disponible dans le sol diminue, l'arbre réduit progressivement sa transpiration.

Les stomates se ferment.

Cela permet de limiter les pertes d'eau mais entraîne simultanément une diminution de l'entrée de CO_2 et donc de la photosynthèse.

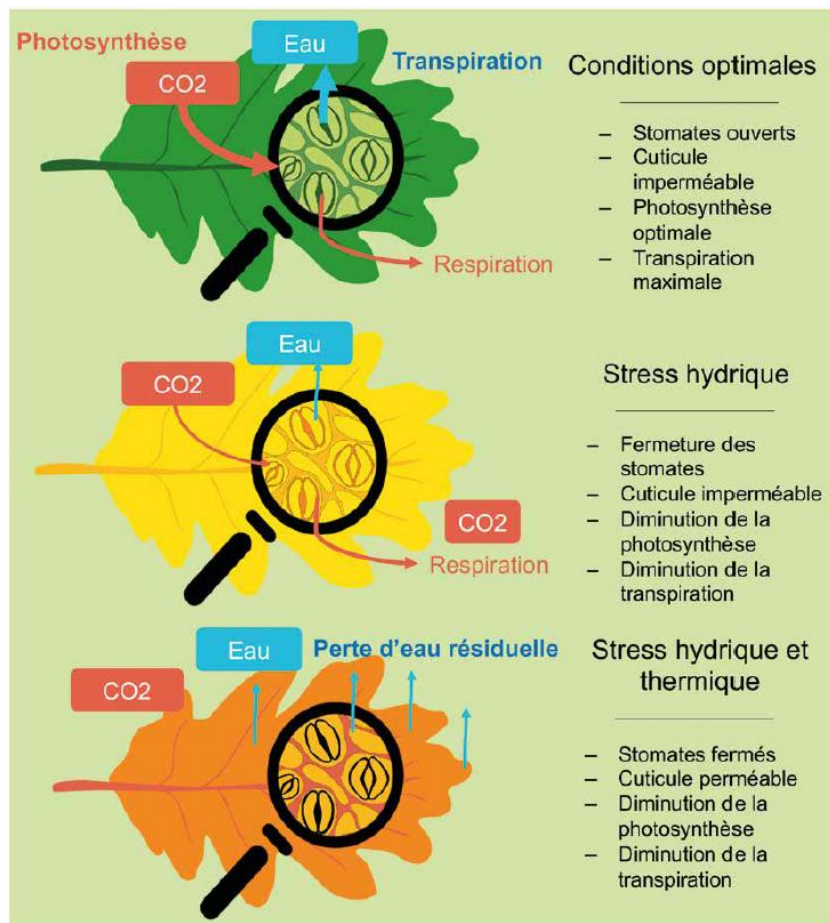


Illustration des réactions des arbres au niveau des feuilles face aux stress hydrique et thermique - source : ONF
RenDez-Vous techniques n° 81 - 2025

Nathalie Bréda a notamment montré que lorsque le déficit hydrique atteint certains seuils, la croissance peut s'arrêter et les arbres commencent à mobiliser leurs réserves hydriques et carbonées. On peut résumer : **sol sec → fermeture stomatique → baisse de transpiration → baisse de photosynthèse → baisse de croissance**

À ce stade, l'arbre est encore dans une réponse physiologique adaptative.

Quand le stress devient-il dommageable ?

Lorsque le déficit hydrique devient trop important ou trop prolongé, l'arbre peut dépasser ses capacités de régulation. C'est là qu'intervient la vulnérabilité hydraulique.

L'eau circule dans le xylème sous tension. Lorsque cette tension devient trop importante, des phénomènes de cavitation et d'embolie du xylème peuvent apparaître. Une partie des vaisseaux ne conduit alors plus correctement la sève.

Les travaux d'Hervé Cochard ont notamment contribué à démontrer le rôle causal de la défaillance hydraulique dans les mortalités liées au stress hydrique.

La mortalité par sécheresse résulte de l'interaction entre défaillance hydraulique, fonctionnement carboné, dommages cellulaires et capacité de récupération.

Mourir de soif ou mourir de faim ?

En situation de sécheresse, les arbres doivent arbitrer entre conserver leur eau et maintenir leur alimentation en carbone. La fermeture des stomates limite les pertes en eau (*ne pas mourir de soif*), mais réduit aussi l'entrée de CO₂, la photosynthèse et la constitution des réserves carbonées (*mourir de faim*). Parallèlement, la respiration continue de consommer ces réserves, ce qui affaiblit progressivement l'arbre et réduit sa capacité à assurer sa croissance et ses défenses.

Cependant, lors des sécheresses sévères, la mortalité des arbres est principalement liée à la rupture hydraulique de la colonne d'eau, autrement dit à la « mort de soif », même si l'épuisement des réserves carbonées peut aggraver leur vulnérabilité.

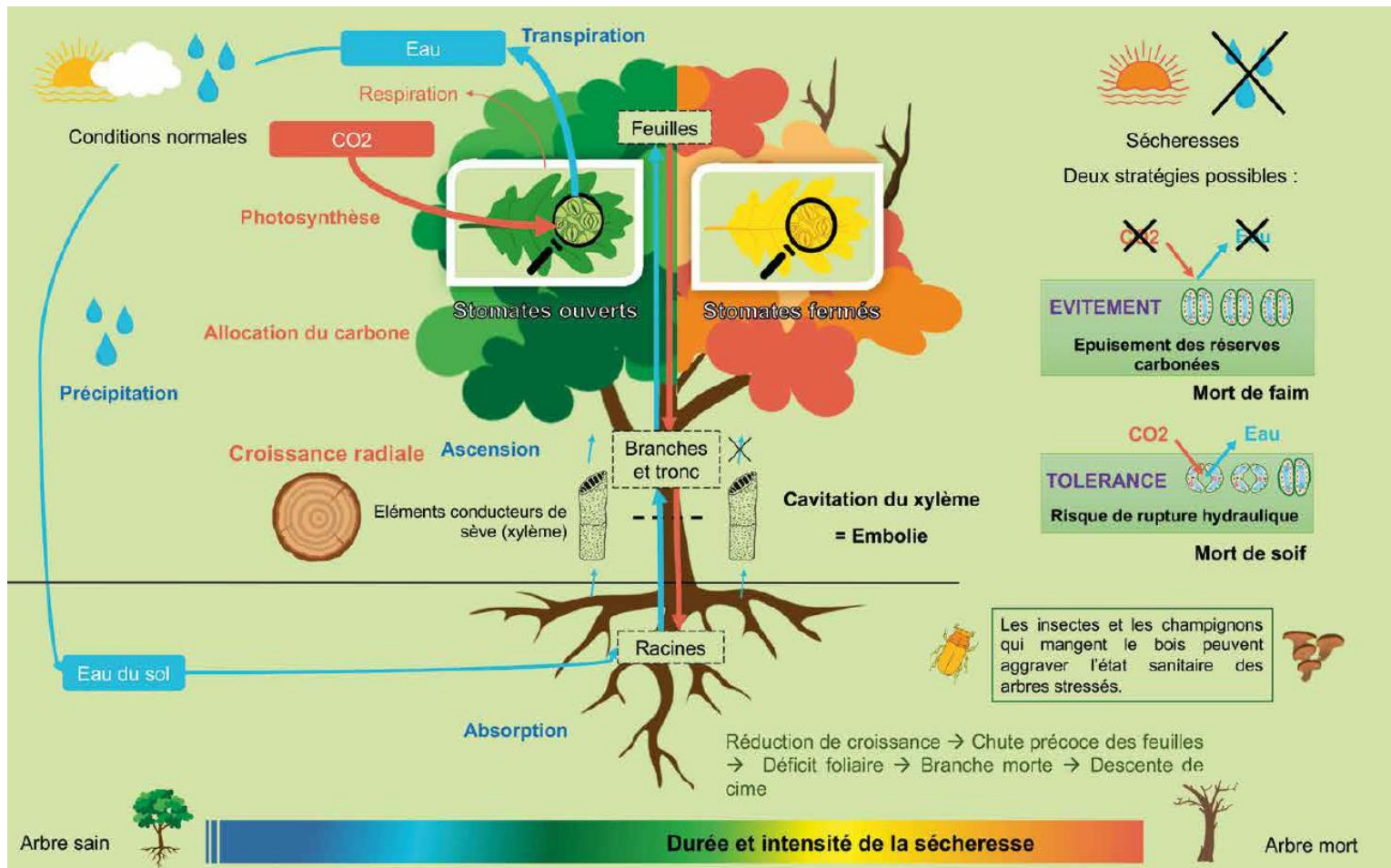


Schéma du processus de dépérissement lié au dysfonctionnement hydrique des arbres : sous conditions normales (à gauche) et sous condition de sécheresse (à droite) – source : ONF RenDez-Vous techniques n° 81 - 2025

Le paradoxe important : l'arbre peut être fortement stressé sans paraître mort

Un arbre peut encore présenter un houppier relativement vert alors que son fonctionnement physiologique est déjà fortement perturbé. Inversement, un arbre qui devient roux ou perd ses feuilles n'est pas nécessairement condamné.

Il faut donc distinguer : Stress physiologique ≠ Symptômes visibles ≠ Dépérissement irréversible ≠ Mortalité.

A moyen terme on peut observer des arrêts de croissance. En effet, les travaux de Nathalie Bréda montrent notamment que les arbres peuvent stopper leur croissance lorsque le déficit hydrique atteint certains seuils.

3. Feuilles et aiguilles brunies en été : comment interpréter les symptômes en PACA et en Corse ?

Les brunissements et chutes prématurées du feuillage observés en été ne constituent pas systématiquement un signe de mortalité imminente. Ils peuvent correspondre à des mécanismes physiologiques différents, dont la signification varie fortement selon l'essence, l'intensité et la durée du déficit hydrique et des fortes chaleurs. La distinction entre mécanisme de protection et dommage physiologique est donc essentielle pour interpréter les observations de terrain.

Deux situations à distinguer

La sénescence prématurée constitue une réponse active de l'arbre au stress hydrique. **Le jaunissement est relativement homogène**, les tissus restent initialement intacts et la **feuille se détache au niveau du pétiole**. L'arbre peut alors récupérer une partie de l'azote, du phosphore et d'autres nutriments avant la chute du feuillage. Cette stratégie permet de limiter les pertes en eau, mais son caractère répété peut progressivement épuiser les réserves de l'arbre.



Photo : JB Daubrée

La brûlure foliaire, à l'inverse, traduit un dommage physiologique. **Les extrémités et les marges des feuilles brunissent et se dessèchent**, avec des nécroses souvent bien délimitées entre tissus morts et tissus encore verts. La combinaison d'un sol sec, d'un air chaud et sec et d'un rayonnement intense provoque une élévation excessive de la température foliaire et peut conduire à un effondrement du transport de l'eau. Les nutriments contenus dans les tissus endommagés sont alors beaucoup moins bien récupérés.



Photo : Frank Krumm (WSL)

Un point particulièrement important pour les forêts méditerranéennes

Dans les conditions de PACA et de Corse, où les épisodes de sécheresse et de forte demande évaporative sont particulièrement contraignants, l'aspect du feuillage doit être interprété en tenant compte de l'essence, de la station et de l'historique des stress. La chute d'une partie du feuillage peut constituer une forme de « fusible hydraulique » : certaines espèces sacrifient les organes les plus facilement remplaçables afin de préserver les branches et le tronc. Cette segmentation hydraulique n'est cependant ni universelle ni illimitée.

Pour le diagnostic DSF, il est donc préférable de ne pas considérer le brunissement comme un indicateur de dépérissement à lui seul. L'observation doit porter sur l'ensemble du houppier, la localisation des symptômes, la chronologie de leur apparition et, lorsque cela est possible, l'état des feuilles encore partiellement vertes. Une feuille totalement brune ou déjà tombée ne permet souvent plus de distinguer avec certitude les différents processus.

Une attention particulière aux conifères

Chez les conifères, l'interprétation est différente : les symptômes visibles apparaissent généralement plus tardivement. L'année de formation des aiguilles est notamment déterminante. Le jaunissement ou la chute d'aiguilles anciennes peut correspondre à une réponse au stress, alors que l'atteinte des aiguilles de l'année traduit un niveau de contrainte plus préoccupant. Dans les situations extrêmes, un effondrement hydraulique peut conduire à la mortalité sans attaque préalable d'un ravageur.

Cette distinction est particulièrement utile en PACA et Corse pour éviter d'attribuer systématiquement les symptômes estivaux à un agent biotique. Le stress hydrique peut constituer la cause primaire du dépérissement, les insectes et champignons intervenant ensuite comme facteurs aggravants ou secondaires. Les arbres fortement affaiblis peuvent en effet présenter, avec un décalage d'une à plusieurs années, une vulnérabilité accrue aux organismes secondaires.

À retenir pour les observations de terrain

Brunissement des feuilles ≠ nécessairement mortalité. Pour interpréter correctement un symptôme estival, il convient de croiser :

- **l'essence** et sa stratégie hydraulique
- **la station** : profondeur et réserve utile du sol, exposition, conditions microclimatiques
- **la chronologie** : date d'apparition et vitesse d'évolution
- **la localisation des symptômes** dans le houppier
- **l'âge du feuillage atteint**, notamment chez les conifères
- **les symptômes associés** : dessèchement des rameaux, dépérissement du houppier, présence de scolytes ou d'autres organismes secondaires

Enfin, un épisode de défoliation estivale ne doit pas être considéré isolément : la perte de surface foliaire réduit la photosynthèse et les réserves carbonées, tandis que les dommages hydrauliques peuvent persister au-delà de la saison de sécheresse. Des attaques secondaires peuvent ensuite apparaître l'année suivante ou celle d'encore après.

La situation particulière des forêts du Pôle Sud-Est : la répétition des sécheresses est probablement plus importante que l'épisode 2026 isolé

Les territoires de Corse et de PACA connaissent depuis 2 décennies des sécheresses marquées, pouvant être résumés ainsi (données MétéoFrance et EauFrance Bassin Rhône-Méditerranée, DREAL PACA, DRAAF PACA).

<u>Année</u>	<u>Importance / observations</u>
2002	Épisode de sécheresse ; les archives hydrologiques commencent notamment en 2002
2003	Épisode majeur. Canicule et sécheresse exceptionnelles, très forts déficits hydriques. 2003 = année de référence
2004	Épisode de sécheresse suivi dans le bassin Rhône-Méditerranée
2005	Sécheresse importante ; plusieurs territoires de PACA connaissent des restrictions
2006	Épisodes de déficit hydrologique, avec restrictions localisées
2007	Année de référence en PACA
2011	Sécheresse très précoce, particulièrement remarquable au printemps
2012	Sécheresse et restrictions importantes dans plusieurs secteurs de PACA
2013/2016	Plusieurs épisodes locaux. Durant cette période il y eu des restrictions fréquentes dans de nombreuses zones
2017	Épisode important, notamment en PACA et en Corse : « crises sécheresse » en forêt particulièrement étendues
2018	Sécheresse importante, notamment dans le Sud-Est ; épisode national marqué
2019	Sécheresse estivale marquée et fortes chaleurs ; impact notable sur l'agriculture de PACA.
2020	Épisode de sécheresse des sols relativement long ; restrictions dans plusieurs secteurs
2022	Épisode exceptionnel/historique. En Corse, situation décrite comme « inédite », avec restrictions dès juillet/août
2023	Sécheresse encore importante. En Corse, printemps très sec et forte sécheresse automnale sur une partie de l'île

La récurrence de ces épisodes de sécheresse en région méditerranéenne a exercé une pression de sélection provoquant la mort de nombreux arbres, favorisant ainsi les espèces et les individus présentant des traits de tolérance et de résistance au déficit hydrique. Les peuplements actuellement observés pourraient ainsi présenter une sensibilité moyenne à la sécheresse différente de celle de populations moins fréquemment exposées à ces contraintes.

Face au stress hydrique et aux fortes températures de l'été 2026, la résilience des arbres dépend bien sûr du stress auquel ils ont été exposés mais aussi de leur état physiologique avant la crise.

Deux peuplements situés à quelques kilomètres l'un de l'autre peuvent avoir des réponses très différentes. C'est particulièrement important en PACA et Corse, où le relief, la géologie et la mosaïque stationnelle créent de très forts contrastes à petite échelle.

Rappelons ici les facteurs influents :

Facteurs aggravants

- sol superficiel
- faible réserve utile
- substrat très drainant
- exposition sud
- forte pente
- faible profondeur prospectable
- forte concurrence racinaire
- non gestion
- faible accès à une ressource en eau profonde.

Facteurs atténuants

- sol profond
- réserve utile importante
- accès à une nappe
- bonne prospectabilité des racines
- exposition moins contraignante

4. Toutes les essences ne réagissent pas de la même façon

La vulnérabilité dépend de la stratégie hydraulique de l'espèce et de son adaptation au climat local.

Les essences méditerranéennes ont globalement développé des stratégies leur permettant de supporter des déficits hydriques importants. Cela ne signifie toutefois pas qu'elles soient invulnérables.

À l'inverse, certaines essences ou certaines populations installées dans des conditions stationnelles devenues trop contraignantes peuvent atteindre plus rapidement leur seuil de vulnérabilité.

Il faut donc croiser : essence × station × âge × densité × historique climatique × symptômes plutôt que rechercher un « symptôme de sécheresse 2026 ».

5. Un risque sanitaire qui peut apparaître avec un décalage, ce que nous devons particulièrement surveiller à l'automne 2026 et printemps 2027

C'est probablement les suivi DSF les plus importants pour les prochains mois (avec les conséquences des incendies). La sécheresse peut agir comme un **facteur prédisposant**.

Un arbre fortement stressé :

- réduit sa croissance
- réduit sa photosynthèse
- mobilise ses réserves
- peut perdre une partie de sa fonctionnalité hydraulique
- peut avoir une capacité de défense réduite.

Il peut alors devenir plus favorable à certains organismes opportunistes, notamment les scolytes qui auront pu multiplier leur population, ou plus vulnérable à des bioagresseurs.

Points de vigilance :

1. Les symptômes de stress hydrique

- roussissement
- chute foliaire prématurée
- dessèchement du houppier
- mortalité de rameaux
- diminution des pousses
- transparence du houppier
- Ecoulement de résine sur le tronc
- Ecoulement noir chez les feuillus (chênes)

2. Les mortalités récentes, rechercher les arbres morts récemment et essayer de distinguer :

- mortalité ancienne
- mortalité 2025
- mortalité potentiellement liée à 2026.

3. Les agents secondaires, sur les arbres fortement stressés :

- scolytes
- insectes cambioiphages
- agents pathogènes opportunistes
- champignons associés au dépérissement.

4. Les situations particulières, être particulièrement attentif aux peuplements

- déjà dépérissants
- ayant subi une sécheresse antérieure
- très denses
- installés sur sols superficiels
- situés en limite stationnelle
- soumis à plusieurs contraintes simultanées.

Rappel des codes symptômes

FEUILLES OU AIGUILLES			
symptômes	DSF	précision sur le symptôme	DSF
coloration vert clair à jaune rougissement à brunissement (incluant les nécroses) aspect cuivré, couleur bronze. coloration blanchâtre Autres couleurs	JAUN ROUG BRON BLAN COUL	partout tacheté, moucheté bord du limbe en bande internervaire extrémité, apex partiel le long des nervures	TOT TAC BOR BAN INV EXT PAR NER
microphyllie taille, dimension anormale	MICROPH ANORMAL		
déformation	FORM	frisé, début d'enroulement courbé, coudé enroulement pétiole courbé, tordu crispé, plié galles flétri cloques érinose autres déformations	FRI COU ENR PET PLI GAL FLE CLO ERI AUT

TRONC, BRANCHES, POUSSES			
symptômes	DSF	précision sur le symptôme	DSF
coloration anormale nécrose (partie nécrosée)	COUL NECR	en bande partout par plage ou tache	BAN TOT TAC
écoulement de résine écoulement visqueux ou gluant (de sève)	RE EC		
déformation	FORM	flétrissement plié, brisé (attaché, pendu), courbé	FLE PLI
autre symptôme	AUTR		
trace d'insecte	ENTO	trous de forage (pénétration ou sortie), sciure, vermoulure galeries sous écorce galeries dans le bois nid, tissage points ou feutrage blanc	TRO SCO XYL NID POI ADU LAR NYM PON
trace de champignon	MYCO	adulte, larve, nymphe, ponte fructification de champignon mycelium vésicule jaune à orange	FRU MYC VES

6. La conclusion

L'été 2026 ne doit pas être considéré uniquement comme un épisode de chaleur exceptionnel. Il constitue surtout un épisode de déficit hydrique précoce, intense et prolongé, intervenant après une entrée dans l'été déjà très chaude et sèche.

Pour les arbres, la conséquence immédiate est une réduction de la transpiration, de la photosynthèse et de la croissance. Lorsque le stress dépasse les capacités de régulation, la fonctionnalité hydraulique peut être affectée et compromettre la récupération de certains individus.

Le principal enjeu pour le DSF n'est donc pas seulement ce que nous observons aujourd'hui, mais ce qui va se révéler dans les prochains mois.

Les observations de fin d'été, d'automne et du printemps 2027 devront permettre de distinguer les réponses réversibles au stress hydrique des dépérissements durables et des mortalités différées, tout en recherchant les agents biotiques susceptibles de profiter de l'affaiblissement des arbres.

Stratégie pour les CO :

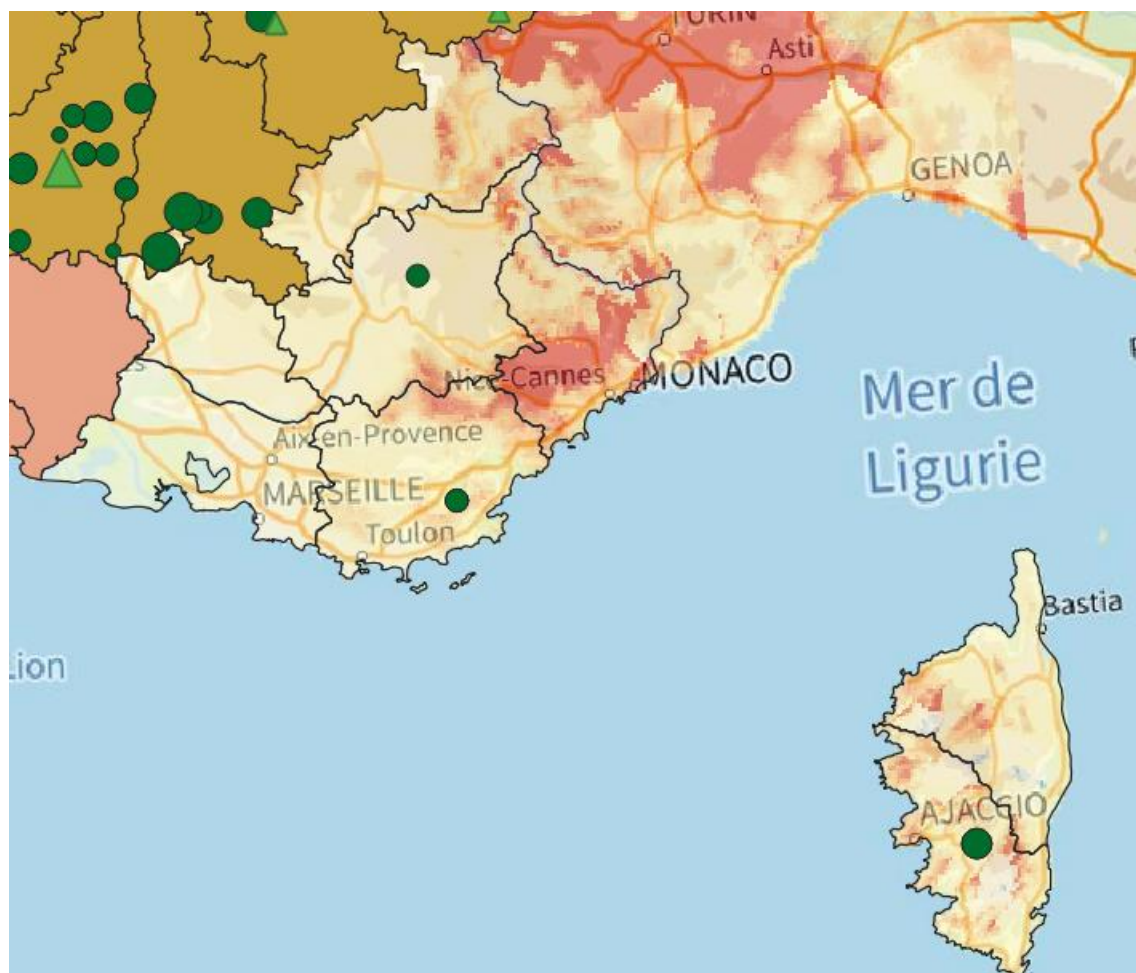
- Pas plus de 3 par quadrat avec le même problème et la même essence
- Bien mettre des symptômes
- Préciser la localisation pour une réutilisation télédétection
- Ajouter en commentaire : précision station / versant / RU et si c'est une zone régulièrement touchée.

Mémo terrain :

<u>Question à se poser</u>	<u>Ce qu'il faut observer</u>
L'arbre a-t-il subi un stress ?	Feuillage, dessèchement (éventuellement croissance)
Le stress est-il ancien ou récent ?	Position des symptômes, historique du peuplement, Est-ce une zone régulièrement touchée ?
L'arbre récupère-t-il ?	Reprise après pluies / évolution du houppier
Y a-t-il une mortalité ?	Rameaux, branches, arbres récemment morts
Pourquoi cet arbre et pas son voisin ?	Station, essence, diamètre, concurrence
Y a-t-il un agent biotique ?	Scolytes, galeries, fructifications, symptômes spécifiques
Que risque-t-on en 2027 ?	Peuplements déjà fragilisés + symptômes émergents

7. Annexes

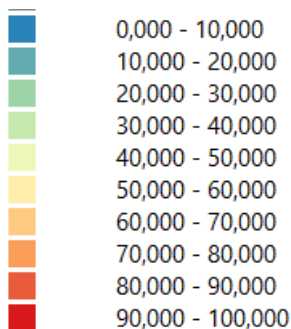
La carte de l'anomalie de sécheresse des sols pour les mois de juillet et août 2026
(source EDO/DSF)



ISF

Risque de cavitation par rapport

à la décennie 60-70 sur un arbre théorique



L'ISF est encore en cours de test pour bien comprendre ce qu'il signifie notamment pour les essences méditerranéennes. C'est un bilan hydrique, sans le sol mais avec le fonctionnement de l'arbre, il a tendance à amplifier le bilan hydrique.

A partir 50% on a une forte atteinte sur les arbres

A partir de 80% il y a risque mortalité

