



DECEMBRE 2021



# PROPOSITIONS d'une PALETTE VEGETALE pour le département de l'AUDE et son adaptation aux changements climatiques



# SUIVI DOCUMENTAIRE

## Historique de la publication

Version : A

Date du rapport : 03/01/2022

Auteur du rapport : Thierry Lamant

## Interlocuteur technique

Nom – Prénom : Thierry Lamant

Entité et Fonction : Expert Arbre-Conseil ® ONF

Coordonnées : ONF – Unité Production Landes Nord Aquitaine

9 rue Raymond Manaud

33254 Bruges cedex

05 56 00 64 94 – 06 19 32 28 16

Mél. : [thierry.lamant@onf.fr](mailto:thierry.lamant@onf.fr)

## Interlocuteur client

Nom – Prénom : Olivier Baron

Entité et Fonction : Directeur de la pépinière départementale de l'Aude

Coordonnées : Conseil départemental de l'Aude

Allée Raymond Courrière, 11855 Carcassonne cedex 9

04 68 11 31 03 04 68 85 82 43

Mél : [olivier.baron@aude.fr](mailto:olivier.baron@aude.fr)

## Contrôle émetteur et validation

Nom – Prénom : David Chevet

Entité et Fonction : Chef de Produit National Arbre Conseil ®

Coordonnées ; DCBS, 2 avenue de Saint-Mandé

75570 Paris cedex 12

01 40 19 80 31 - 06 81 48 55 97

Mél : [david.chevet@onf.fr](mailto:david.chevet@onf.fr)

Date : 07/01/2022

# SOMMAIRE

PREAMBULE.....	3
MODE OPERATOIRE.....	4
BIBLIOGRAPHIE DE BASE.....	4
ARGUMENTAIRE CLIMATIQUE.....	5
ETUDE CLIMATIQUE DE CARCASSONNE.....;	6
ETUDE CLIMATIQUE DE DEUX COMMUNES D'ALTITUDE.....;	10
PROPOSTION D'ESSENCES A DES FINS ORNEMENTALES ET FORESTIERES.....	12
SYNTHESE.....	17
ANNEXE 1. Propositions d'espèces pour Carcassonne et les secteurs de basse altitude.....	20
ANNEXE 2. Propositions d'espèces pour les secteurs d'altitude.....	29
ANNEXE 3. Propositions d'espèces pour les zones forestières.....	35

# PREAMBULE

A la demande du Conseil Départemental de l'Aude, l'Office National des Forêts a été chargé de mener une réflexion sur la constitution d'une palette végétale concernant les arbres d'alignements, de parcs, de sujets isolés ainsi que pour les peuplements forestiers.

La collectivité territoriale souhaite, qu'au travers de ce cette étude, l'Office National des Forêts puisse proposer des pistes pour étoffer la palette végétale départementale, au regard des changements climatiques.

L'objectif est de s'assurer que les essences présentes dans cette palette soient en adéquation avec le climat contemporain mais aussi vis-à-vis du climat futur en se projetant à l'horizon 2070 - 2100.

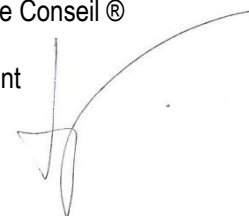
L'étude s'est attelée à compiler les connaissances et expertises de l'Office National des Forêts sur l'adaptabilité des essences en général mais sur deux entités climatiques différentes : le secteur de plaine et du littoral et celui d'altitude dont une partie spécifiquement consacrée aux espèces forestières potentielles.

L'étude proposera de nouvelles essences adaptées en lien avec les évolutions climatiques projetées. Ces propositions prennent en compte exclusivement, des plantes ligneuses (arbres, arbustes et arbrisseaux). La phase d'étude s'est déroulée entre le 4 octobre 2021 et le 3 janvier 2022, par Thierry Lamant, expert arboriste et dendrologue au réseau Arbre Conseil ® de l'Office National des Forêts à Bruges.

A Bruges, le 3 janvier 2022,

L'Expert Arbre Conseil ®

Thierry Lamant

A handwritten signature in blue ink, consisting of a vertical line, a horizontal line, and a large, sweeping curve that loops back down to the vertical line.

# MODE OPERATOIRE

Cette étude s'est déroulée en 5 phases

- consultation de documents de référence climatiques concernant la commune de Carcassonne et de deux communes représentatives des zones forestières d'altitude
- consultation d'une bibliographie dendrologique et de notes basées sur des observations lors d'expéditions botaniques
- analyse des résultats en comparaison avec d'autres villes européennes
- rédaction du présent rapport d'étude avec des propositions urbaines et forestières.

# BIBLIOGRAPHIE DE BASE

Outre les données climatiques que nous nous sommes procurés (MétéoFrance, .), cette étude s'appuie sur une large base bibliographique en dendrologie et sur une expérience personnelle nourrie d'expéditions botaniques et d'étude des arbres dans leur milieu naturel complétée par des plantations expérimentales personnelles et une expérience en R&D de l'ONF (1998/2018) ainsi qu'en tant que responsable du suivi, de l'inventaire et de l'approvisionnement en graines des collections botaniques de l'arboretum national des Barres (1991/1998).

Après avoir travaillé, plusieurs années sur le projet **ClimEssences**, au sein du service Recherche, Développement et Innovation de l'ONF, nous pourrions ainsi proposer des pistes en matière d'essences forestières.

Tout particulièrement, une part non négligeable de voyages botaniques, s'est déroulée dans les formations forestières semi-arides d'altitude (Sud-Ouest des Etats-Unis et Nord du Mexique) qui concentrent des difficultés climatiques qui tendent à devenir les nôtres et qui associent fortes chaleurs, taux hygrométriques faibles et froid hivernal.

La nomenclature botanique utilisée dans cette étude s'appuiera sur le classement APG IV.

Ces documents et sources bibliographiques servent de base de travail. Il est ensuite complété par consultation d'autres ouvrages.

# ARGUMENTAIRE CLIMATIQUE

Cet argumentaire climatique est construit en plusieurs étapes :

En premier lieu, nous commençons par réunir des statistiques météorologiques compilées sur un minimum de trente années (à partir de 1991) voire quarante (dès 1981) ce qui a pour avantage d'englober les deux grands derniers hivers froids (1985 et 1986).

Nous appliquons à ces données actuelles et locales les valeurs climatiques les plus approchantes du dernier scénario du GIEC (**Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat**) sur la base de la dernière en date des commissions climatiques qui eut lieu à Glasgow (COP26 : l'acronyme signifiant « *Conference Of Parties* » en lien avec les pays signataires de la convention-climat).

Nous avons délibérément suivi un scénario (RCP8.5) qui prévoit une augmentation moyenne de 4°C à l'horizon 2070-2100 plutôt que le RCP2.6.

En effet, ce dernier qui prévoit une augmentation des moyennes de températures de l'ordre de 2° semble bel et bien impossible à tenir à moins d'appliquer chez tous les pays industrialisés les accords de Paris (COP21) sans attendre en fixant quatre fois plus de carbone que nous le faisons actuellement... voire même d'aller au-delà de ces engagements ce qui est plus que compromis au moins suite au retrait de ce traité et du Brésil et même si les des Etats-Unis l'ont de nouveau rejoint depuis l'élection récente de Joe Biden. Et il s'est écoulé depuis 5 années avec une progression de l'émission des gaz à effets de serre...

Nous avons donc recherché hors de nos frontières un climat actuel qui correspondrait peu ou prou à la simulation envisagée par les climatologues en se fiant tout particulièrement sur les diagrammes ombrothermiques (DOT) qui permettent de matérialiser les périodes d'aridité qui constituent le principal facteur à risques.

Cependant, la question des simples températures et des précipitations ne suffit bien évidemment pas. En effet, pour transposer ainsi un climat vers un autre, nous nous devons de trouver un secteur géo-climatique dont la situation par rapport à la proximité éventuelle d'une mer ou d'un océan (ou à contrario d'une continentalité) et d'une frange altitudinale (mais corrélée par l'effet latitudinal) qui soient en cohérence avec la zone étudiée.

La question des vents est prise en compte et pour ce qui concerne l'Aude, la Tramontane (vent froid du Nord-Ouest), le vent marin (vent chaud en provenance de la mer) et le vent d'Autan qui en découle (vent chaud en provenance du Sud-Est) sont pris en compte. La Tramontane de par sa nature a un rôle prépondérant sur l'évapotranspiration qui touche aussi bien les végétaux en saisons froides que chaudes. Il est enregistré entre 300 et 350 jours de vent par année dans le département de l'Aude.

Les températures moyennes ne sont prises en compte qu'à titre consultatif en compte pour proposer des végétaux adaptés autant que possible au climat futur car seuls les extrêmes (tant maximal que minimal) sont significatifs. Cependant, ces données sont parfois les seules consultables comme c'est le cas sur les DOT.

Nous ne devons pas non plus considérer que le climat va subitement évoluer sans paliers transitoires ni oublier que la latitude de la France métropolitaine se situe entre 42,7° et 51° Nord, c'est-à-dire, correspondant de l'autre côté de l'Atlantique entre le Sud du Canada et Terre-Neuve, là où les effets adoucissants du Gulf Stream ne se font pas sentir. Ceci implique par conséquent toujours la possibilité de chutes de températures durant l'hiver même si les statistiques climatiques tendent à démontrer que ceux-ci sont globalement plus courts et en moyenne moins froids. Néanmoins nous n'avons pas suivi le scénario de l'arrêt de ce courant marin qui nous est tant bénéfique. Ce parti pris est clairement assumé dans cette étude.

# ETUDE CLIMATIQUE DE CARCASSONNE

La ville de Carcassonne se situe à 123 mètres d'altitude avec les coordonnées géographiques suivantes : 43°21'.19" Nord et 2° 21'.12" Est.

D'un point de vue climatique et sur la base des documents fournis, cette agglomération est soumise à un climat à dominance « méditerranéenne » avec des trois vents dominants cités précédemment.

Le climat local se caractérise par **un hiver, un printemps et un automne habituellement pluvieux et relativement frais ainsi qu'un été sec et chaud. C'est un climat de type « subtropical humide (Cfa) selon la classification de Köppen-Geiger même s'il n'atteint pas les mêmes niveaux climatiques que le Pays-Basque.**

Sur le diagramme ombrothermique de Carcassonne (figure n°1), on note que les températures moyennes varient de 6° à 25° C (13,7° C en moyenne sur l'année).

La pluviométrie annuelle y est de 850 mm mais les précipitations y sont tant hivernales que printanières, comme c'est le cas typique en climat méditerranéen. L'hygrométrie quant à elle varie de 60 à 85%.

Les mois déficitaires en eau correspondant aux périodes de stress hydriques sont au nombre de quatre et sans surprise dans cette partie du territoire national, se situent entre juin et septembre inclus. Cette zone est matérialisée par les précipitations lorsqu'ils situent en deçà de la ligne rouge des températures et où les colonnes de pluviométrie ne dépassent pas cette dernière.

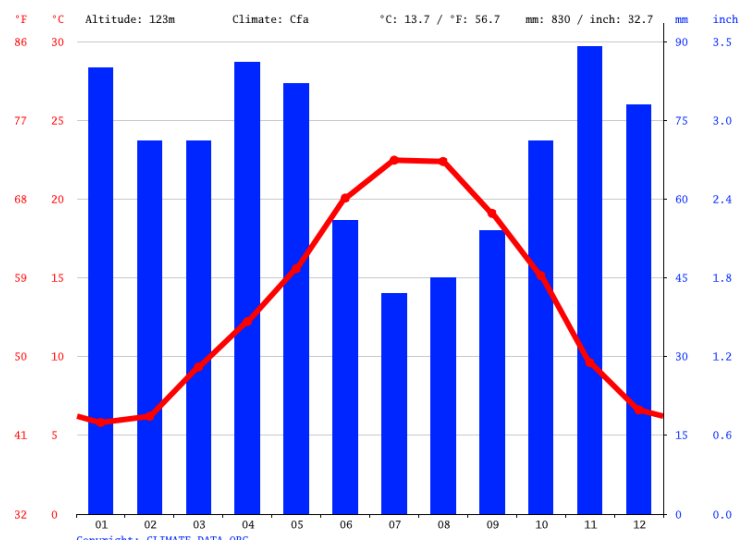


Figure 1 : diagramme ombrothermique de Carcassonne (<https://fr.climate-data.org>)

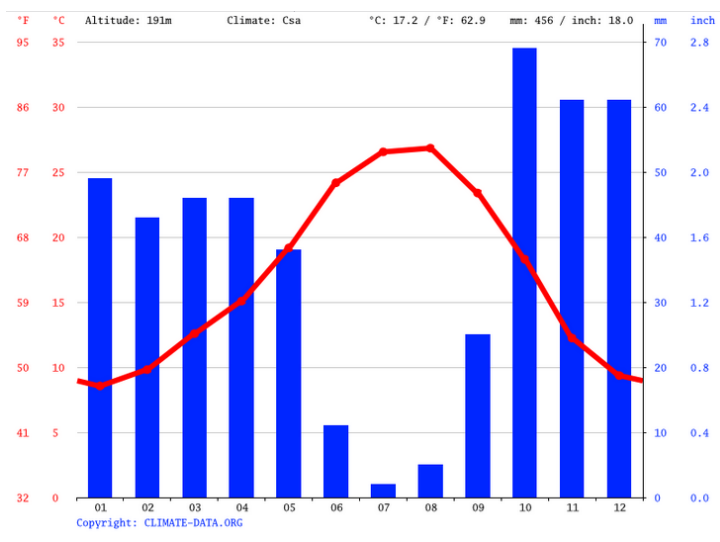


Figure 2 : diagramme ombrothermique de Badajoz (<https://fr.climate-data.org>)

Carcassonne ne se situe qu'à 75 km de la mer méditerranée et cela a une importance significative sur la problématique de l'hygrométrie qui joue un rôle fondamental pour la survie de certains végétaux.

Les différents *scenarii* s'accordent à une augmentation des températures qui va au moins se réaliser jusqu'en 2050 sachant que les émissions de gaz à effets de serre ne diminuent pas suivant le constat de la COP26.

Carcassonne se trouve dans un contexte quasiment unique en Europe associant des températures assez élevées à des précipitations et une hygrométrie non négligeable. Le vent, souvent froid et desséchant reste une constante, peut aussi être chaud et humide.

Nous avons donc orienté notre choix dans un secteur climatique caractérisé par des écarts de températures correspondant aux conséquences du scénario RCP8.5 mais avec une certaine incertitude quant aux quantités de précipitations même si la relative proximité de la mer lui confère un potentiel important en épisodes méditerranéens qui ne devraient pas mollir compte tenu des écarts de températures s'accroissant entre la méditerranée et les masses d'air ambiantes. Nous avons alors cherché une relative compensation aux fortes précipitations de Carcassonne sous la forme de précipitations occultes par définition non comptabilisées dans les pluviomètres et induites par la proximité quasiment équivalente d'une ambiance maritime.

**Cette démarche nous a conduit à nous appuyer sur le climat de Badajoz** (figure n°2), une ville du Sud-Ouest de l'Espagne qui se trouve à 191 mètres d'altitude ainsi qu'à une distance d'environ 175 km de l'océan atlantique. Cependant, ceci n'a pas d'influence directe du fait de la présence de la Serra de Estrella faisant « barrage » en culminant à près de 2000 mètres d'altitude. La distance est la même par rapport au Sud-Ouest de la mer méditerranée. Mais la Sierra de Morena dont l'altitude maximale est de 1324 mètres ne permet pas à la mer méditerranée d'avoir une quelconque influence.

A Badajoz, la température moyenne y est de 17,2° C, soit 3,5° de plus que pour la préfecture de l'Aude. La pluviométrie y est nettement plus faible qu'à Carcassonne d'environ 47%, soit 456 mm et dont les deux tiers tombent en automne et en hiver avec une dominante pour la première saison citée. Le taux d'hygrométrie qui varie de 38 à 79% est plus faible au niveau minimal mais équivalent au niveau maximal par rapport à celui de Carcassonne (respectivement 55 à 75%). Les minimas moyens sont de 9° et les maximas atteignent 27°C, soit respectivement 3° et 2° de plus qu'à Carcassonne.

Dans les zones littorales ou à proximité, nous pouvons relativiser ces différences qui dépassent quelque peu le scénario du GIEC pour les minimas et mineure légèrement les maximas par le fait que la mer continuera d'y jouer son rôle régulateur actuel tandis que la moyenne annuelle continuera sa progression. Carcassonne se situant assez proche de la mer avec une forte influence éolienne, les conséquences des changements climatiques se laisseront moins sentir qu'à l'intérieur des terres et en altitudes moyennes sauf qu'il y sera plus aisé d'acclimater des espèces encore plus thermophiles qu'actuellement.

**En résumé, Badajoz possède un climat de type méditerranéen chaud avec été sec** (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger. La présence annuelle de 5 mois secs qualifie le climat de la cité espagnole et suivant la détermination du biogéographe **Henri Gaussen**, de méso-méditerranéen mais dans sa fourchette supérieure (le climat thermo-méditerranéen dépassant les 6 mois secs).

Météo-France définit la notion de « **nuits tropicales** » qui se manifestent lorsque celles-ci ne descendent pas en dessous de 25°C pour la moitié méridionale de la France, ce qui ne permet pas, surtout lorsqu'elles se succèdent sur au moins 3 jours consécutifs, aux organismes de se reposer d'un point de vue physiologique. On parle dans ce cas de « canicule » au sens météorologique du terme lorsque ces températures nocturnes consécutives s'associent à des minimas diurnes de 35° C. Nous précisons que ces deux concepts simultanés, qui ont évolué depuis la canicule de 2003, diminuent de 5° lorsqu'il s'agit de la moitié Nord du pays.

Une étude concernant la métropole toulousaine publiée en 2017 a montré que la progression du nombre de ces « **nuits tropicales** » de l'ordre de 1,8 nuits de plus par an toutes les 10 années alors qu'elles étaient jusque-là comprises entre 0 et 10 par an jusqu'au milieu des années 80.

Quant aux journées anormalement chaudes, elles se différencient par un dépassement de 5° C de la température maximale de référence. La période 1981-2010 y avait fréquemment enregistré de telles journées. Ce phénomène va concerner l'ensemble du territoire métropolitain et il va peser sur le comportement de certains végétaux.

De manière générale, il est important de préciser que **le nombre de journées chaudes (supérieures à 25°C.) sera en augmentation notable entre 2071 et 2100** par rapport à la période 1976-2005 pour le scénario retenu, sachant que les tenants pour une stabilisation politique ferme (scénario RCP8.5) placent ce nombre de jours à 24, soit quasiment un mois supplémentaire par an.

En parallèle **le nombre de jours de gel va diminuer respectivement (RCP 2.6 et RCP 8.5) de 15 jours ou de 23** suivant les 2 scénarii du GIEC évoqués dans ce chapitre.

**Les précipitations quant à elles ne vont guère diminuer mais leur répartition sera différente** (plutôt moins de pluie en hiver et davantage au printemps et en automne du fait des différences de températures accrues entre la mer et les masses d'air (épisodes méditerranéens) mais les périodes de sécheresses vont parallèlement progresser.

**Le scénario RCP8.5 ne montre d'ailleurs pas de baisse significative des précipitations** à l'horizon qui nous intéresse dans cette étude mais un accroissement du nombre de jours de sécheresse (la même étude toulousaine évoquait **15 jours supplémentaires par décennie mais de 8 jours en plus pour les sécheresses sévères**).

La question éolienne se pose dans les mêmes termes avec une aggravation du nombre et de la puissance des phénomènes accidentels. En effet, différentes études s'accordent à un déplacement des tempêtes vers des secteurs davantage septentrionaux.

Comme pour l'étude que nous avons menée sur l'agglomération toulousaine, il en résulte qu'au niveau des sols, la période durant laquelle **ils seraient secs** (indice SWI inférieur à 0,5) **serait comprise entre 2 et 4 mois ce qui correspond au climat méso-méditerranéen tel qu'il est connu par exemple, à Badajoz.**

En cas d'accélération du phénomène thermique et notamment avec la non diminution de l'émission de gaz à effets de serre dans les décennies proches, il **est à craindre que d'ici 2100 le climat de Carcassonne, actuellement méditerranéen puisse se rapprocher du climat thermo-méditerranéen si le nombre de mois secs tend vers 5 à 6 mois. Dans ce cas, il serait proche des caractéristiques climatiques de Marrakech (Maroc) ou d'Almeria (Espagne).** Néanmoins l'apport des pluies par les vents dominants peuvent freiner ce pronostic le plus alarmiste.

**Ceci explique le choix de considérer Badajoz comme un exemple relativement significatif de ce qui devrait être le cas à Carcassonne à partir des environs de 2070 / 2100** (impliquant une moyenne de 3° supplémentaires !) avec une variable précipitations différente au vu de la situation géo-climatique si particulière et évoquée précédemment de la cité occitane.

**Nous nous devons donc, dans le souci d'un respect minimal des accords de Paris, de trouver des solutions végétales cohérentes.**

Celles-ci devront **fixer autant de carbone que possible** et rendre **des services écosystémiques**, notamment d'un point de vue de **la santé publique** par la création **d'îlots de fraîcheur** en installant des **ombrages naturels sous forme de canopées** au-dessus de nos concitoyens mais également par le complément de **toitures et de murs végétalisés**.

Pour ce faire, les arbres et arbustes des alignements et espaces verts de demain devront proposer des espèces qui soient :

- soit capables de **réguler leur évapotranspiration stomatique** de par leur métabolisme naturel propre à des espèces méditerranéennes ou des milieux semi-arides,
- soit suivant les réserves utiles des sols (RU), de pouvoir **s'enraciner suffisamment profondément pour éviter les phénomènes de cavitation** (embolie des colonnes d'eau dans les vaisseaux conducteurs).

**Les végétaux proposés par l'Office National des Forêts, devront être adaptés (sauf réserves émises) à une situation climatique actuelle, comparable à celle de Badajoz (Espagne), ce qui correspond, suivant la démonstration précédente, aux simulations émises par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).**

# ETUDE CLIMATIQUE de DEUX COMMUNES d'ALTITUDE

Pour la partie concernée par l'altitude, les données météorologiques utilisées dans cette étude sont celles des communes de Quillan et de Saissac.

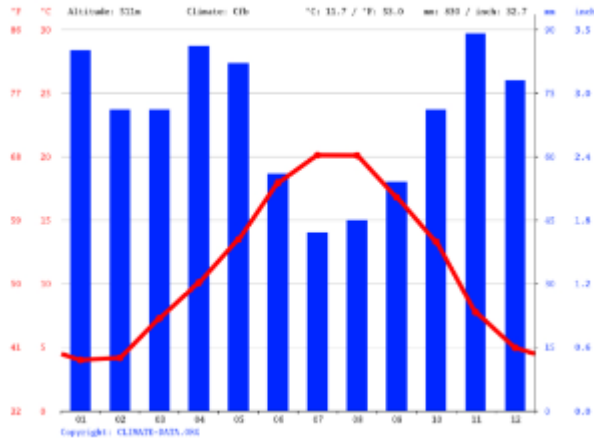


Figure 5 : diagramme ombrothermique de Quillan (<https://fr.climate-data.org>)

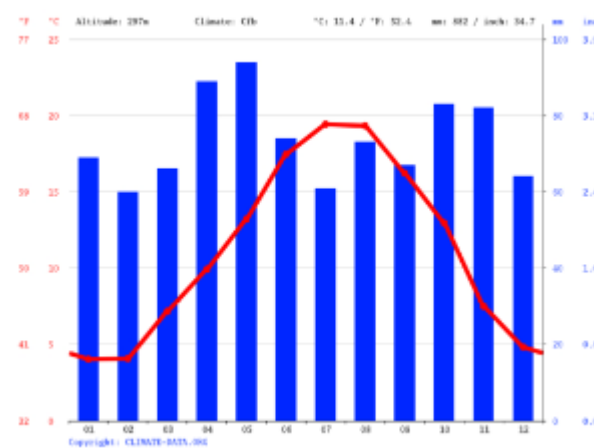


Figure 6 : diagramme ombrothermique de Saissac (<https://fr.climate-data.org>)

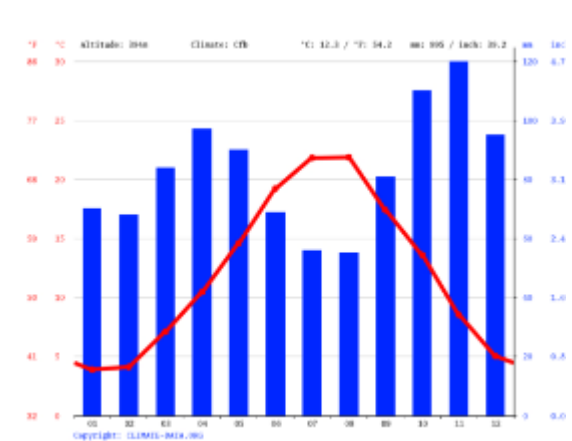


Figure 7 : diagramme ombrothermique de Corte (<https://fr.climate-data.org>)

La première commune se situe à 297 mètres d'altitude, sur le piémont pyrénéen alors que la seconde se trouve dans la Montagne Noire, partagée par l'Aude et le Tarn à 511 mètres d'altitude.

A Quillan, la température moyenne annuelle est de 11,4° et la pluviométrie sur le même laps de temps est de 882mm. Les écarts thermiques vont de 4,5° à 19°. A Quillan, moins éloigné de la mer méditerranée que la commune suivante, l'hygrométrie ne descend pas en deçà de 64%.

A Saissac, la température moyenne annuelle est de 11,7° et la pluviométrie sur le même laps de temps est de 892 mm. Les écarts thermiques moyens varient de 4,5° à 20° soit les mêmes qu'à Quillan. Nous ne disposons cependant pas d'informations quant à l'hygrométrie.

Dans les deux cas, les mois de stress hydriques sont ceux de juillet et août.

En 2014, une étude climatique réalisée en Montagne Noire signalait une augmentation des températures avec en parallèle une baisse des précipitations par rapport aux 3 décennies précédentes. L'hygrométrie n'était pas évoquée, comme souvent dans les commentaires climatologiques classiques et les mortalités enregistrées dans certains peuplements résineux, probablement à faible réserve utile en eau, tendent à confirmer cette prévision.

Cette tendance nous a conduit à ne pas retenir d'espèces sensibles aux chutes hygrométriques et aux chaleurs sèches prolongées.

Nous n'avons pas particulièrement trouvé des stations météorologiques qui correspondaient en tous points (altitude, précipitations, situation géographique par rapport à une mer ou un océan) à ces deux communes d'altitude de l'Aude. Néanmoins celle de **Corte, en Haute-Corse** (394 m d'altitude ; température moyenne annuelle de 12,3° et 995 mm de précipitations) avec une élévation des moyennes maximales (minima à 5° mais maxima à 26° C.) et 3 mois de stress hydriques (juin à août inclus) au lieu de deux, tend à préfigurer l'avenir, les étés de cette ville corse étant certes courts mais secs.

# PROPOSITIONS D'ESSENCES à des fins ornementales et forestières

De ce fait, comme précédemment évoqué, nous avons orienté les cibles végétales de cette étude, en particulier pour les altitudes faibles, vers des formations forestières semi-arides d'altitude qui se caractérisent par des précipitations faibles (mais qui peuvent intervenir durant la saison de végétation), des températures estivales élevées, une humidité de l'air faible et des rigueurs thermiques nocturnes et hivernales.

Ce type de climat semi-aride particulier est le plus représenté en termes de superficie en Amérique du Nord au niveau des 5 grands déserts américains qui sont celui du Grand Bassin, de Mojave, du Colorado pour les Etats-Unis seuls et de Sonora et surtout de Chihuahua à cheval avec le Mexique.

Ce dernier désert est le plus vaste de tous sur ce continent car il s'étend sur 630 000 km<sup>2</sup> avec les états mexicains de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luís Potosí et Zacatecas et jusqu'au Sud-Ouest des États-Unis d'Amérique avec les états de l'Arizona, du Nouveau-Mexique et du Texas.

L'altitude y est quasiment partout supérieure à 1000 m et fréquemment au-dessus de 2000m.

Bien entendu, ces déserts ne sont pas dépourvus de végétation comme un Erg saharien. Les formations végétales que l'on y rencontre sont pourvues d'arbres, d'arbustes, d'arbrisseaux, de plantes vivaces et annuelles.

Dans le reste du monde, on ne trouve pas forcément le même type de végétation mais il s'agit toujours de milieux semi-arides d'altitude.



Figure 3 : les grands déserts nord-américains  
(source : enamerique.com)



Figure 4 : le désert de Chihuahua  
(source : wikipedia.org)

**En Europe**, des formations forestières similaires se retrouvent ainsi au Sud-Est et au Centre-Nord de l'Espagne (désert de Los Monegros), dans le Sud des Balkans, dans certains secteurs d'îles ou d'arrière-pays méditerranéens (Haute Provence, Sud du Massif Central, Corse, Sardaigne, Sicile, Crète, Chypre) et le plateau central de Turquie.

**D'autres étendues comparables** se situent en Asie centrale, à l'Ouest de l'Himalaya (Pakistan, Afghanistan), en Iran, au Proche-Orient et bien entendu en Afrique du Nord auxquels on pourrait ajouter des hauts plateaux et sommets sahariens comme le Hoggar, le Tibesti et le Tassili des Ajjers.

La liste actualisée et proposée par l'Office National des Forêts, s'est construite sur la compatibilité avec les données climatiques de l'Aude, le scénario du GIEC RCP8.5, de nombreuses sources bibliographiques et des expériences personnelles acquises sur le terrain.

Elle se compose de deux parties : une ornementale à vocation urbaine (Carcassonne et zones de plaines ainsi qu'une davantage altitudinale) et une autre forestière dans l'optique de la production de bois.

Elle a été construite aussi en tenant compte des questions phytosanitaires.

Propositions pour Carcassonne et secteurs de plaines :

- Nombre d'espèces proposées: **294**, comportant **260** Angiospermes (arbres dits feuillus) et **34** chez les Gymnospermes (arbres dits résineux)
- Nombre de genres **129** : soit **117** pour les Angiospermes et **12** chez les Gymnospermes



Photo 1 : *Abies pinsapo*



Photo 2 : *Cupressus bakeri*



Photo 3 : *Picea orientalis*



Photo 4 : *Pinus rigida*

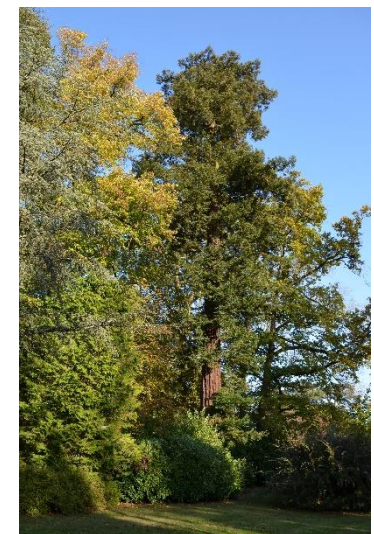


Photo 5 : *Sequoia sempervirens*

Chez les Angiospermes, les genres les plus représentés sont :

- les chênes (*Quercus*) avec **26** espèces
- les céanothes (*Ceanothus*) et les airelles arbustives (*Arctostaphylos*) avec 8 espèces
- les érables (*Acer*), les *Phlomis* (dont une espèce est connue sous le nom de « sauge de Jérusalem ») et les cistes (*Cistus*) avec 7 espèces
- les micocouliers (*Celtis*), les cerisiers / pruniers (*Prunus*) et les rosiers (*Rosa*) avec 6 espèces
- les sauges (*Salvia*) avec 5 espèces
- les agaves (*Agave*), les *Cercocarpus* et les pistachiers (*Pistacia*) avec 4 espèces

Au niveau des Gymnospermes les genres les plus riches en taxons proposés sont :

- les pins (*Pinus*) avec **10** espèces
- les Cyprés (*Cupressus*) avec 7 espèces
- les genévriers (*Juniperus*) avec 5 espèces
- les sapins (*Abies*) avec 4 espèces

L'évolution attendue du climat de l'Aude, nous a motivés pour aller chercher une partie de nouvelles espèces vers d'autres régions du Monde ou en secteur méditerranéen (photos 1 à 13).



Photo 6 : *Betula alleghaniensis*



Photo 7 : *Heptacodium miconioides*



Photo 8 : *Lonicera implexa*



Photo 9 : *Quercus hypoleucoides*



Photo 10 : *Sorbus domestica*

Propositions pour les secteurs d'altitude :

- Nombre d'espèces proposées : **146**, comportant **118** Angiospermes et **28** chez les Gymnospermes
- Nombre de genres **68** : soit **57** pour les Angiospermes et **11** chez les Gymnospermes

Chez les Angiospermes, les genres les plus représentés sont :

- les chênes (*Quercus*) avec **14** espèces
- les érables (*Acer*) avec 9 espèces
- les caryers (*Carya*) et les *Cercocarpus* avec 4 espèces

Au niveau des Gymnospermes les genres les plus riches en taxons proposés sont :

- les sapins (*Abies*) avec **6** espèces
- les Cyprès (*Cupressus*) et les épicéas (*Picea*) avec 4 espèces



Photo 11 : *Phillyrea latifolia*



Photo 12 : *Quercus ilex*



Photo 13 : *Pinus monophylla*

Propositions pour les zones forestières :

- Nombre d'espèces proposées : **58**, comportant **31** Angiospermes et **27** chez les Gymnospermes
- Nombre de genres **19** : soit **11** pour les Angiospermes et **8** chez les Gymnospermes

Chez les Angiospermes, les genres les plus représentés sont :

- les chênes (*Quercus*) avec **13** espèces
- les caryers (*Carya*) avec 4 espèces

Au niveau des Gymnospermes les genres les plus riches en taxons proposés sont :

- les pins (*Pinus*) avec **8** espèces
- les sapins (*Abies*) avec 6 espèces
- les Cyprès (*Cupressus*) et les épicéas (*Picea*) avec 4 espèces

L'ensemble des propositions et avis figurent sur les tableaux fournis en 3 annexes sous la forme d'un fichier Excel.

# SYNTHÈSE

Cette étude a pour but d'étoffer le patrimoine arboré du département de l'Aude et qu'il soit ainsi le mieux adapté possible à l'évolution climatique prévue à l'horizon 2070 / 2100. Il en résulte une **large palette végétale** qui sans être bien entendu exhaustive, présente des perspectives intéressantes de **diversification végétale** d'espèces en tenant compte des simulations de l'évolution du climat local mais aussi de critères phytosanitaires s'appuyant sur diverses sources bibliographiques et d'expériences de terrain.

La palette comporte aussi bien des arbres, arbustes, arbrisseaux et grimpants afin de répondre à maximum de besoins tant ornementaux en plaine mais également suivant les cas en altitudes supérieures avec pour un certain nombre d'espèces des préconisations à des fins forestières sur la base de notre expérience issue de la participation au sein du projet *ClimEssences*.

## **Nous alertons d'autre part le gestionnaire sur les points suivants :**

L'argumentation de la plante dite locale qui serait par définition adaptée aux conditions actuelles ne peut absolument pas être garantie dans le climat scénarisé. La définition même de végétal local devant être par ailleurs clairement définie. Effectivement, certaines espèces admises depuis longtemps par la population ont une origine exotique (noyer, châtaignier, pin pignon, cyprès et micocouliers de Provence, mûrier blanc...) et il y a aussi une confusion entre la notion d'espèce locale et celle qui est présente ailleurs sur le territoire national ou même cultivée chez les pépiniéristes locaux.

La question aiguë des espèces exotiques envahissantes est inscrite en filigrane dans ce rapport. S'il convient ici encore de définir clairement ce qu'est une espèce exogène, c'est sur la base d'observations et d'expérience personnelle que ces listes ont été construites et sur le fait que depuis environ 350 ans d'introduction de végétaux ligneux en Europe tempérée, seulement 1 espèce sur 15000 a posé problème (*Prunus serotina*, *Ailanthus altissima*, *Buddleja davidii*, *Baccharis halimifolia*...).

**Un certain nombre de ces arbres, arbustes et arbrisseaux proposés par l'ONF sont rares en culture, voire très rares.** Il va donc falloir organiser de manière concertée leur approvisionnement au sein de structures d'élevage.

Le recours à un certain nombre de plantes vivant hors de nos frontières, s'il est loin d'être nouveau, est inévitable sur une partie d'entre eux compte tenu de la pauvreté de notre flore européenne (par la faute des glaciations du quaternaire et de l'orientation des chaînes de montagnes de l'Ouest vers l'Est ayant bloqué les processus migratoires de refuge).

En effet, **le potentiel de plantes capables de résister à la fois au froid hivernal et aux conditions d'aridité prolongée sont rares sous nos climats** et se fermer des portes maintenant nous pénalisera pour un avenir relativement proche d'autant plus que les ressources en semences des végétaux dont nous aurons besoin rapidement souffrent de conditions climatiques encore plus drastiques nuisant à leur fructifications mais qui sont également victimes de vastes incendies qu'on peine aujourd'hui à contenir.

Parmi elles, l'emploi de certaines espèces menacées dans leur aire d'origine suivant leur statut de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) et dont leur écologie est compatible avec les prévisions climatiques de l'horizon 2070 / 2100 permettrait de contribuer à une conservation *ex-situ* recommandée par le BGCI (Botanic Gardens Conservation International).

En complément de l'accord des pays concernés pour les fournir, ces végétaux peuvent être dupliqués végétativement en France, à partir d'individus en culture sous la condition d'une diversité génétique suffisante (cas de *Cupressus dupreziana* dont l'ensemble du capital sauvage additionné de descendances se trouve sous la gestion conjointe de l'INRAE et de l'ONF, hormis des individus en culture en collections tant publiques que privées).

L'intérêt d'installer de telles espèces en ville permettrait aussi de dupliquer des géotypes et d'assurer ainsi une salvatrice conservation *ex situ* par rapport aux populations de leur aire naturelle souvent maltraitée.

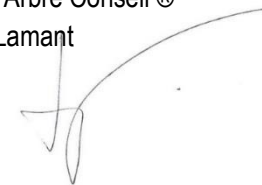
D'autres végétaux, concernés ou non par de statuts de protection et proposés dans ce document ne peuvent être importées qu'en suivant des procédures officielles de permis de récoltes de graines et de passeports phytosanitaires avec pour interdiction formelle de recourir aux plantes vivantes qui, avec le transport de matériaux par palettes et l'importation de grumes et de planches constituent l'immense majorité des voies d'introduction d'organismes nuisibles.

Contrairement à l'usage paysager courant, l'emploi de variétés horticoles (les cultivars) est toujours à envisager avec parcimonie.

Du fait de l'absence totale de diversité du patrimoine génétique, ces cultivars induisent de forts risques phytosanitaires potentiels si d'aventure elles étaient utilisées en masses. C'est la raison pour laquelle l'emploi d'espèces botaniques (« non horticoles) garantissent en plus d'une grande diversité d'espèces, le meilleur moyen de résistance aux problèmes climatiques et sanitaires.

À Bruges le 3 janvier 2022,

L'expert Arbre Conseil ®  
Thierry Lamant



### **DT Centre Ouest - Aquitaine**

Unité de Production Landes - Aquitaine  
9 avenue Raymond Manaud  
33524 Bruges  
05 56 00 64 94 - 06 19 32 28 16  
thierry.lamant@onf.fr  
JANVIER 2022

