



**HAL**  
open science

## **Fiche synthétique de la caractérisation de la pineraie à pin de Salzman de Saint-Guilhem-le-Desert étudiée dans le cadre du projet Occigen**

André de Sousa Rodrigues, Frédéric Jean, William Brunetto, Christophe Drenou, Celine Emberger, Olivier Gilg, Nicolas Gouix, Laurent Larrieu, Mehdi Pringarbe, Gregory Sajdak, et al.

### ► To cite this version:

André de Sousa Rodrigues, Frédéric Jean, William Brunetto, Christophe Drenou, Celine Emberger, et al.. Fiche synthétique de la caractérisation de la pineraie à pin de Salzman de Saint-Guilhem-le-Desert étudiée dans le cadre du projet Occigen. INRAE. 2026. <hal-05524075>

**HAL Id: hal-05524075**

**<https://hal.science/hal-05524075v1>**

Submitted on 20 Apr 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

# Fiche synthétique de la caractérisation de la pineraie à pin de Salzman de Saint-Guilhem-le-Desert étudiée dans le cadre du projet Occigen

André De Sousa Rodrigues<sup>1</sup>, Frédéric Jean<sup>1</sup>, William Brunetto<sup>1</sup>, Christophe Drenou<sup>2</sup>, Celine Emberger<sup>3</sup>, Olivier Gilg<sup>4</sup>, Nicolas Gouix<sup>3</sup>, Laurent Larrieu<sup>5,6</sup>, Mehdi Pringarbe<sup>4</sup>, Gregory Sajdak<sup>2</sup>, Jean-Marie Savoie<sup>7</sup>, Jean Thevenet<sup>4</sup>, Norbert Turion<sup>4</sup>, Caroline Scotti-Saintagne<sup>1</sup>.

1 : URFM, INRAE

2 : CNPF

3 : CEN Occitanie

4 : UEFM, INRAE

5 : CRPF Occitanie,

6 : DYNAFOR, INRAE

7 : Ecole d'ingénieur de Purpan, Toulouse

## Préambule

Cette fiche a été rédigée à l'issue du projet **Occigen** (2020-2025) financé par la région Occitanie dans le cadre de l'appel d'offre « Amélioration et valorisation des connaissances sur la biodiversité en Occitanie ».

Les forêts d'Occitanie, **riches en biodiversité**, sont menacées par l'artificialisation et le changement climatique. Préserver la nature est essentiel pour la résilience du territoire et un développement durable. Afin d'encourager et d'impulser la mise en œuvre d'actions de **préservation de la biodiversité** et préparer l'adaptation au changement climatique, des actions doivent être déployées pour permettre une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les politiques publiques, l'aménagement du territoire et les activités humaines. Cet objectif nécessite **l'acquisition, la valorisation et la diffusion** de connaissances opérationnelles auprès des publics non spécialistes.

Cette fiche est principalement destinée **aux gestionnaires forestiers, associations de protection de la biodiversité** pour aider à **communiquer** sur les singularités de leur forêt. Les forêts étudiées sont des **forêts anciennes**, c'est-à-dire sans défrichement depuis 1850 et témoignant d'une certaine **maturité**, que ce soit par le diamètre des arbres, la diversité en espèces et dendromicrohabitats ou la quantité de bois mort.

Quarante-deux peuplements ont été sélectionnés comprenant 20 hêtraies, 16 sapinières et 6 pineraies à pin de Salzman (*Figure 1*).

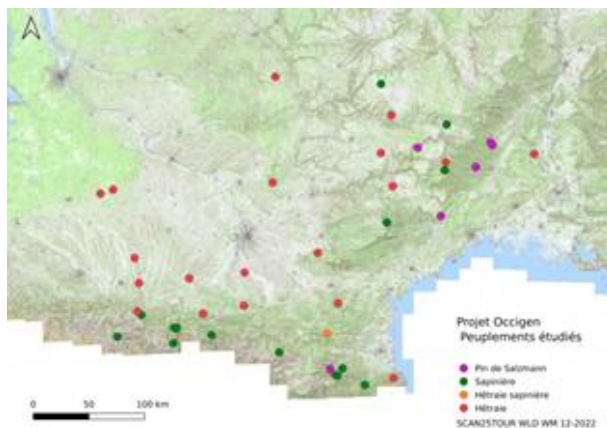


Figure 1 : Carte des peuplements étudiés dans le projet Occigen

La fiche se compose de quatre parties (1) les **caractéristiques générales** du peuplement (2) une **caractérisation de la maturité des peuplements** évaluée par l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP), (3) une **caractérisation de la vitalité des arbres** au travers d'indicateurs clés tels que la santé des arbres ou leur capacité de reproduction et enfin une synthèse incluant une **caractérisation de la composition génétique** en se focalisant sur des variables essentielles de biodiversité qui sont la diversité génétique, la différenciation génétique et la consanguinité.

## A. Description Générale du peuplement

Parmi les 6 pineraies étudiées dans le cadre du projet Occigen (*Figure 2*), la pineraie de Saint-Guilhem-le-Désert (Roc du Buissou) se trouve au nord de l'Hérault. Située à 620 mètres d'altitude, elle appartient à la sylvoécocorégion des Garrigues sous un climat méditerranéen franc (*Tableau 1*).

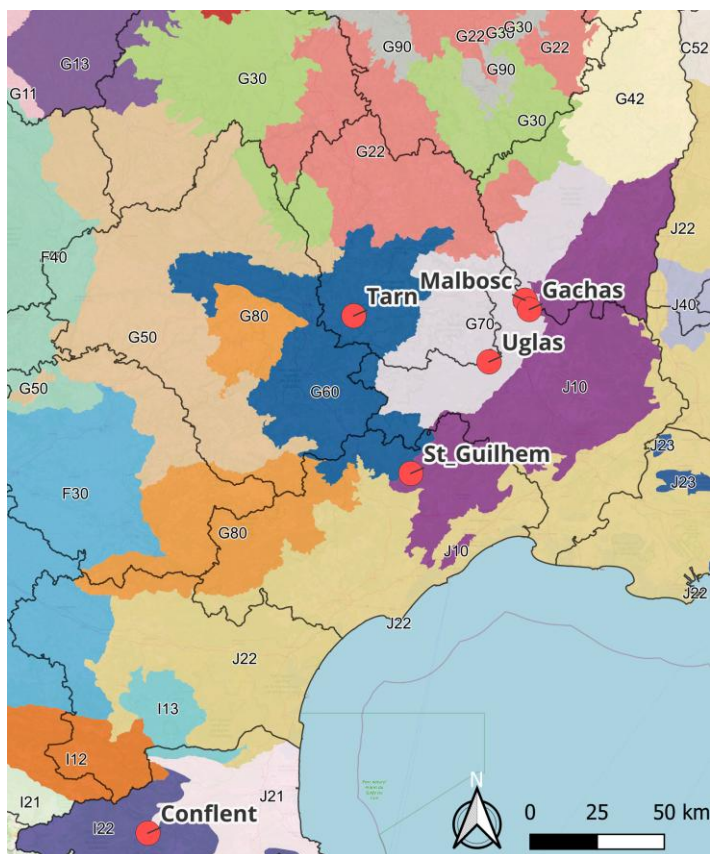


Figure 2 : Carte des 6 peuplements de pin de Salzman étudiés dans le projet Occigen

Tableau 1 : Description générale du peuplement

| Peuplement                        | Saint-Guilhem-le-Désert (Roc du Buisson) |
|-----------------------------------|--|
| Sylvofaciès                       | pineraie de Salzman                      |
| Dryades attendues                 | chêne pubescent                          |
| Dryades présentes                 | chêne pubescent                          |
| Espèce étudiée dans le peuplement | <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i>     |
| Typologie climatique (8 types*)   | Climat méditerranéen franc               |
| Coordonnées (Long ; Lat)          | 3.56 ; 43.77                             |
| Propriétaire                      | domaniale (Parcelle n°5,7 et 8)          |
| Altitude                          | ≈ 623m                                   |
| Etage                             | mésoméditerranéen                        |
| Géologie                          | dolomie, calcaire                        |
| Pente                             | 10 à 70 %                                |
| Exposition                        | ouest, nord-ouest                        |
| Niveau trophique stationnel       | mésotrophe                               |

Peuplement Saint-Guilhem-le-Désert (Roc du Buisson)

---

Rattachement  
phytosociologique

/

Niveau hydrique  
stationnel

assez sec à sec

Sylvoécocorégion (code IGN)

Garrigues (J10)

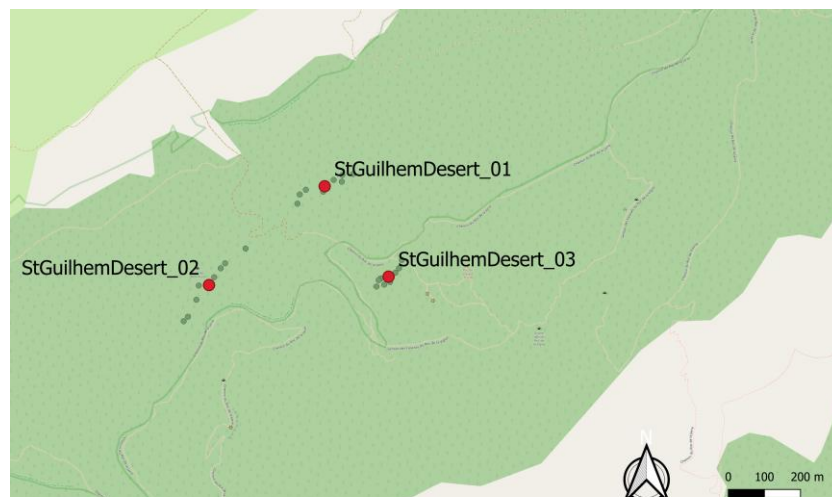
Commune

Saint-Guilhem-le-Désert

Département

34

Localisation



Carte des arbres échantillonnés à St-Guilhem-le-Désert dans le cadre du projet Occigen

• Arbres échantillonnés

• Plots de mesures d'IBP (Indice de Biodiversité Potentielle)

Contexte

non-vieille forêt

Usage pastoral

/

Traces d'exploitation  
forestière

aucune

Année de dernière  
exploitation

A renseigner

Nombre de placettes IBP

3

Date de relevés IBP

août 2024

Date des relevés des  
arbres

mars 2024

\*Typologie climatique d'après D. Joly et al., « Les types de climats en France, une construction spatiale », *Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne]*, Cartographie, Imagerie, SIG, document 501, mis en ligne le 18 juin 2010.

## B. Caractérisation du potentiel de biodiversité

L'**Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)** est un outil de diagnostic et d'aide à la gestion durable des milieux forestiers. Développé par le CNPF et INRAE, il repose sur une évaluation rapide de dix caractéristiques (facteurs clés, *Figure 4*) influençant la capacité des peuplements forestiers à accueillir une diversité d'espèces animales, végétales et fongiques. Pour chaque peuplement étudié, l'IBP est généralement déterminé à partir de mesures réalisées sur trois placettes d'un hectare chacune (voir les détails méthodologiques sur [le site du CNPF](#) ).

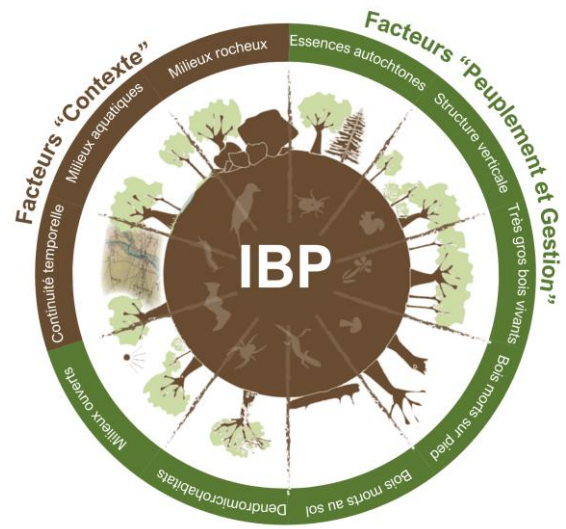


Figure 3 : Les 10 facteurs de l'IBP

Chacun des dix facteurs de l'IBP est évalué sur 5 points et réparti en deux catégories :

- **IBP "Contexte"** : 3 facteurs, pour un total de **15 points**
- **IBP "Peuplement & Gestion"** : 7 facteurs, pour un total de **35 points**

La somme de ces scores permet d'obtenir l'**IBP global**, noté sur **50**.



En savoir plus sur les 10 facteurs avec le document de découverte de l'IBP du CNPF

### Synthèse des scores IBP selon les 10 facteurs

Les dix facteurs clés de l'IBP, mesurés à Saint-Guilhem sur trois placettes d'un hectare, sont évalués à l'aide d'un score ordinal réparti en trois classes : 0, 2 ou 5 (*Figure 4*). Le cumul des scores sur ces trois placettes (*Figure 5*) permet d'évaluer l'hétérogénéité entre les parcelles, qui peut ensuite être comparée aux scores obtenus sur l'ensemble des 5 peuplements (13 placettes au total, les relevés IBP n'ayant pas été effectués au Roc des Hourtous).

Figure 4 : Scores répartis en 3 classes : 0, 2 (jaune), 5 (vert) obtenus pour les dix facteurs clés de l'IBP évalués dans trois placettes

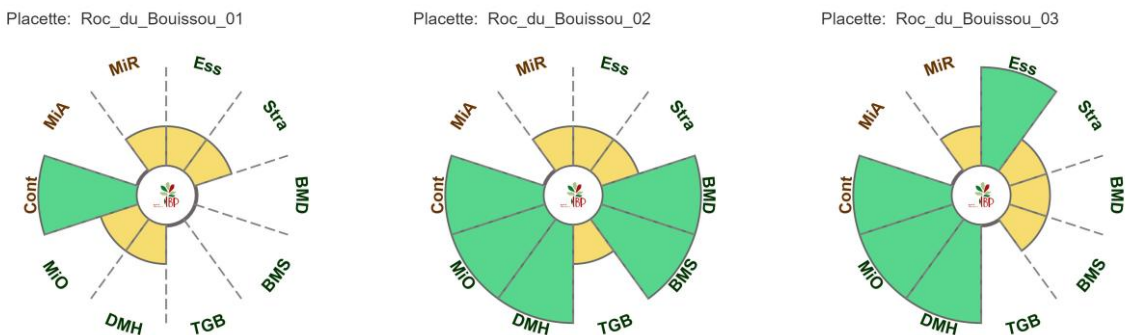
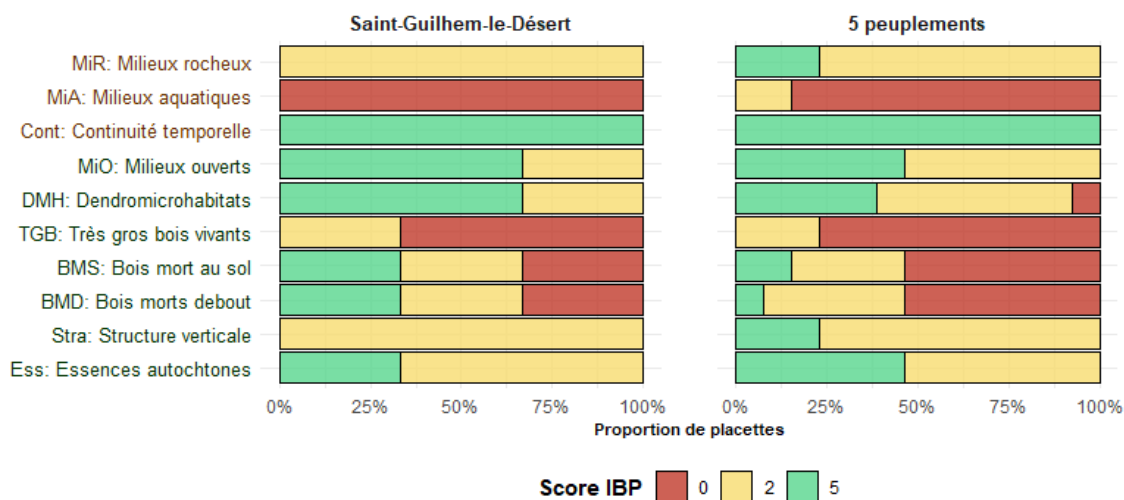


Figure 5 : Synthèse des 10 facteurs IBP



Commentaire : La pineraie de Saint-Guilhem obtient un score maximal pour le facteur continuité temporelle comme 100 % des placettes sur l'ensemble des peuplements. Elle atteint également le score de 5 sur deux placettes pour les facteurs milieux ouverts et essences autochtones, sur deux placettes pour le facteur structure verticale et dendromicrohabitats et sur une placette pour le facteur essences autochtones (score atteint sur environ 40 % des placettes du projet pour ces facteurs). En revanche, la pineraie de Saint-Guilhem affiche des scores hétérogènes entre les trois placettes pour les facteurs bois morts au sol et debout. On relève également des scores nuls sur les trois placettes pour le facteur milieux aquatiques et sur deux placettes pour le facteur très gros bois vivants, bien que cela soit le cas sur la grande majorité des parcelles du projet (Figure 4 et 5).

L'analyse des scores des facteurs clés, regroupés dans les deux catégories IBP Contexte et Gestion (Figure 6 et Figure 7), permet de mieux comprendre l'importance relative de ces deux caractéristiques dans le calcul de la note globale de l'IBP.

Figure 6 : Scores IBP des placettes étudiées

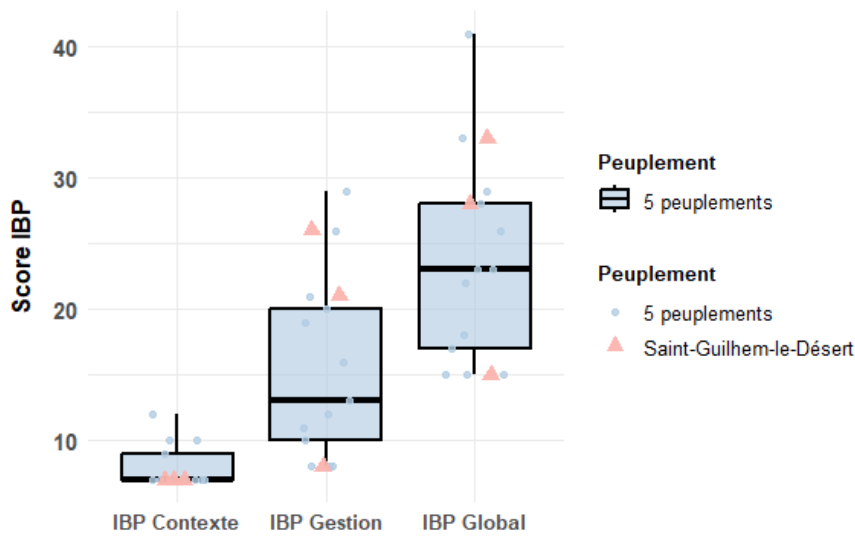
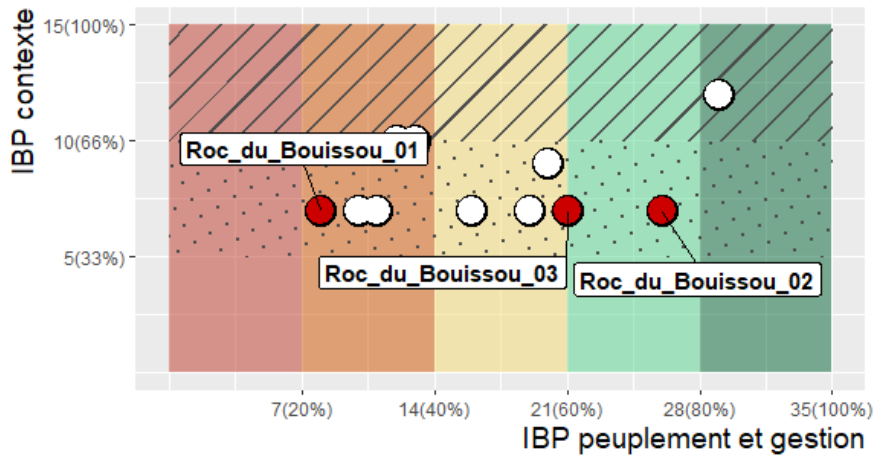


Figure 7 : IBP contexte vs IBP peuplement et gestion des placettes étudiées

Nom du site: Saint-Guilhem-le-Désert



Graph based on - Goux, unpublished. IBP\_Plot: R Script to plot IBP results.

Commentaire : Les scores de l'IBP Contexte de la pineraie de Saint-Guilhem sont à la médiane de 7 des scores obtenus pour l'ensemble des peuplements sur les trois placettes. En revanche, les scores de l'IBP Gestion sont très hétérogènes entre les placettes, avec une placette au score de 8 (plus petit score relevé dans le projet) et deux placettes au score plus élevé (supérieur à la médiane de 13 du projet). En ce qui concerne la note globale des trois placettes, elle est ainsi très variable entre 15 et 33, tandis que la moyenne pour tous les peuplements est de 23,5 avec un maximum de 41 et un minimum de 15 (médiane = 23 ; Figure 6 et 7).

## C. Caractérisation de la vitalité des arbres

Dans chaque peuplement, 25 arbres ont été sélectionnés selon les trois critères suivants : (1) une distance minimale de 20 à 30 mètres entre deux arbres, sauf en cas de forte pente où la distance a pu être réduite (2) Une répartition des 25 arbres sur les 3 placettes d'un hectare évaluées par l'IBP (3) une priorité donnée à la sélection des très gros arbres ( $D > 67,5$  cm). Pour chacun des arbres, plusieurs relevés ont été effectués (*Tableau 2*).

*Tableau 2 : Synthèse des mesures réalisées dans le peuplement en 2024*

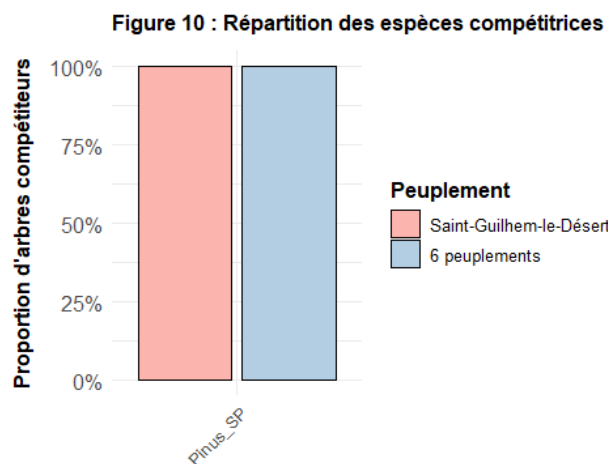
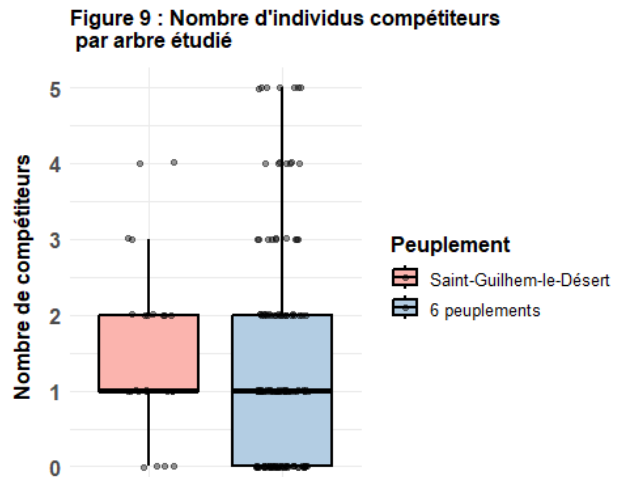
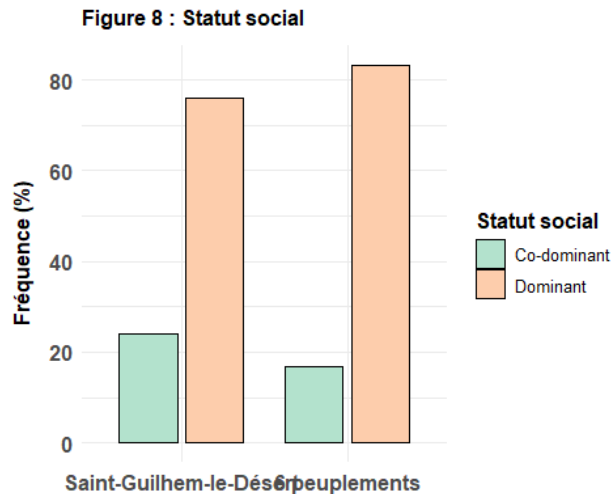
| Observations   | Unités de mesures/classes  | Moyenne/classes observées                |
|----------------|--|--|
| Statut social  | Co-dominant et Dominant  | Co-dominant et Dominant                  |
| Compétition    | Nombre de compétiteurs par arbre   | 1.52                                     |
| Diamètre       | cm   | 42.84                                    |
| Hauteur        | m  | 9.87                                     |
| Fructification | Nombre de cônes  | 10                                       |
| Régénération   | Notes de densité de semis de 1 à 5   | 1.24                                     |
| Etat sanitaire | Adulte dépérissant irréversible, Mature dépérissant irréversible, Repli, Juvénile stressé, Adulte stressé, Mature stressé, Juvénile sain, Adulte sain, Mature sain | Mature stressé, Adulte sain, Mature sain |

### a. Statut social et compétition

Le statut social des arbres est établi d'après le **Précis de sylviculture** de Lanier\* : les **dominants** forment l'étage principal dans un peuplement d'essences de lumière et ont une bonne croissance et cime équilibrée, les **co-dominants** ont leurs houppiers dans l'étage supérieur mais sont moins vigoureux et équilibrés que ceux des dominants (*Figure 8*).

\*Lanier, J. (1980). *Précis de sylviculture*. 4e édition. Paris : Les Presses Agronomiques

Pour chaque arbre, les compétiteurs aux ressources, qu'ils soient dominants ou co-dominants, ont été identifiés et comptabilisés (*Figure 9*) en précisant leur espèce (*Figure 10*). La compétition est évaluée à l'aide de la méthode dite de « juxtaposition des houppiers », qui consiste à compter, pour chaque tige, le nombre de houppiers dominants ou co-dominants en contact avec l'arbre échantillonné, au niveau de sa partie fonctionnelle (les deux tiers supérieurs).



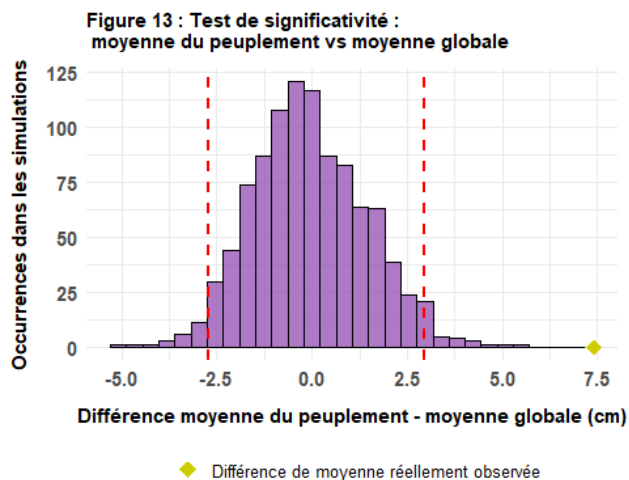
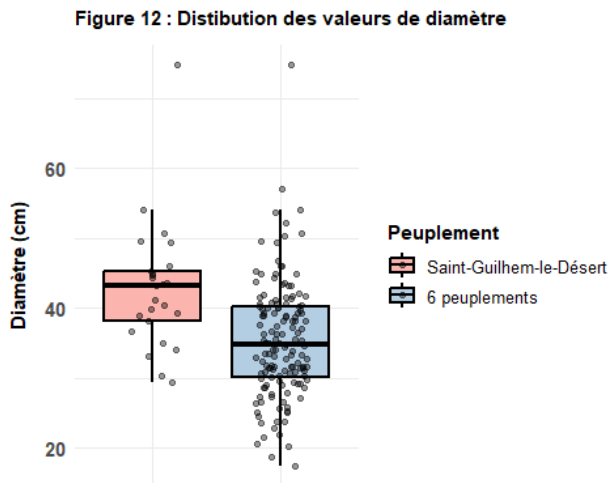
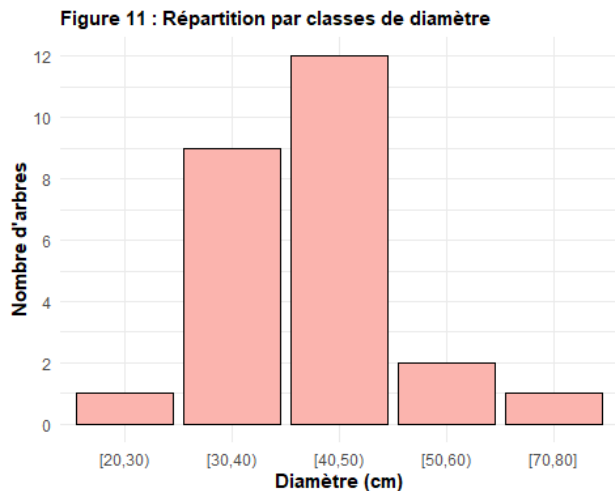
Commentaire : La majorité des arbres mesurés à Saint-Guilhem présentent le statut de dominants (proportion similaire à l'ensemble des peuplements ; *Figure 8*), avec une compétition pour la ressource en moyenne de 1,5 arbres, semblable à la moyenne de 1,3 pour les 6 peuplements. Le nombre de compétiteurs par arbre s'étend entre 0 et 4 (médiane = 1) contre 0 à 5 avec une médiane de 1 pour tous les peuplements (*Figure 9*). Les espèces compétitrices sont exclusivement des pins, ce qui est le cas pour tous les peuplements (*Figure 10*).

## b. Dendrométrie

### Diamètre

Le diamètre est obtenu à partir de la circonférence de l'arbre mesurée à 1,30 mètre du sol à l'aide d'un mètre ruban. L'analyse du diamètre repose sur une répartition en classes de diamètre (*Figure 11*) et la répartition des valeurs individuelles (*Figure 12*). Pour déterminer si la moyenne observée du peuplement étudié diffère significativement de la moyenne globale (c'est-à-dire la moyenne de tous les peuplements confondus), un test statistique empirique bilatéral a été utilisé. Ce test consiste à effectuer des tirages aléatoires de 25 arbres parmi l'ensemble des peuplements mesurés, puis à calculer la différence entre la moyenne

de chaque échantillon et la moyenne globale. En répétant ce processus 1000 fois, on obtient une distribution des différences sous l'hypothèse nulle, qui postule que la moyenne du peuplement étudié est identique à la moyenne globale (Figure 13). Ensuite, la différence observée pour le peuplement étudié est comparée à cette distribution. Si la différence observée tombe dans les 2,5 % des valeurs les plus faibles ou les plus élevées de la distribution, le test est considéré comme significatif, ce qui signifie qu'il existe une différence statistiquement significative entre la moyenne du peuplement et la moyenne globale.



Commentaire : La répartition des diamètres mesurés à Saint-Guilhem s'étend sur 5 classes de diamètres de 10 cm, avec une grande majorité des arbres de diamètre entre 30 et 50 cm (Figure 11). La moyenne des diamètres mesurés à Saint-Guilhem est de 42,8 cm et varie entre 29,5 et 74,7 cm (médiane = 43,3 ; Figure 12). La moyenne est significativement supérieure à celle observée dans l'ensemble des peuplements (35,4 cm ; Figure 13).

## Hauteur

La hauteur des arbres est mesurée à l'aide d'un dendromètre VERTEX, qui utilise un principe trigonométrique pour calculer la hauteur à partir de la mesure de la distance et de deux angles. L'analyse de la hauteur repose sur la répartition des valeurs individuelles (Figure 14).

Le test statistique appliqué pour comparer la moyenne du peuplement à la moyenne globale est identique à celui utilisé pour le diamètre des arbres (*Figure 15*).

Figure 14 : Distribution des valeurs de hauteur

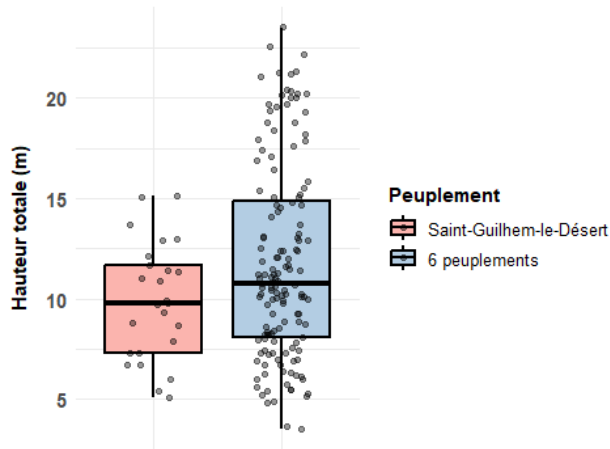
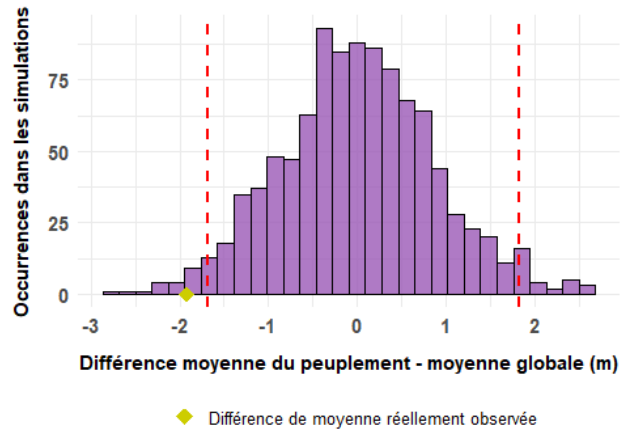


Figure 15 : Test de significativité : moyenne du peuplement vs moyenne globale



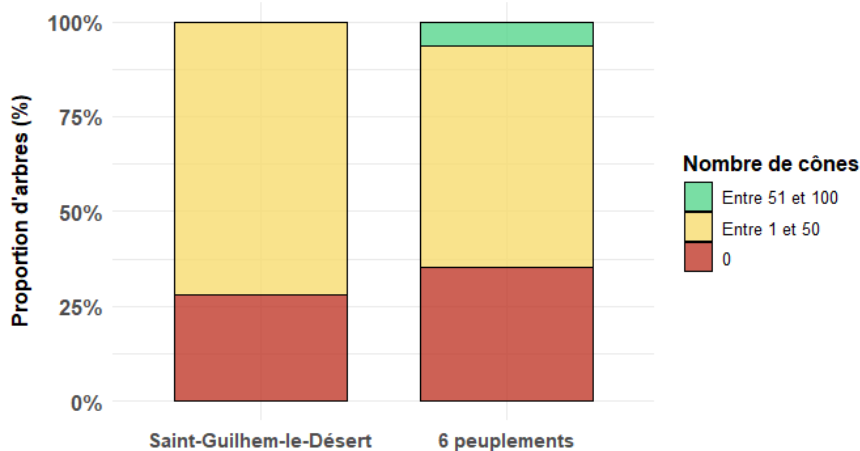
Commentaire : La hauteur est en moyenne de 9,9m et varie entre 5,1 et 15,1m, (médiane = 9,8m ; *Figure 14*). Elle est significativement inférieure à la moyenne globale (11,8m ; *Figure 15*).

### c. Reproduction

#### Fructification

La fructification est estimée pour chaque arbre en comptant les cônes sur l'arbre pendant 30 secondes, et cela sur trois répétitions. Une moyenne des 3 comptages est ensuite obtenue pour chaque arbre. Ces moyennes de fructification par arbre sont ensuite réparties en classes de nombre de cônes (*Figure 16*).

Figure 16 : Nombre de cônes en 2024

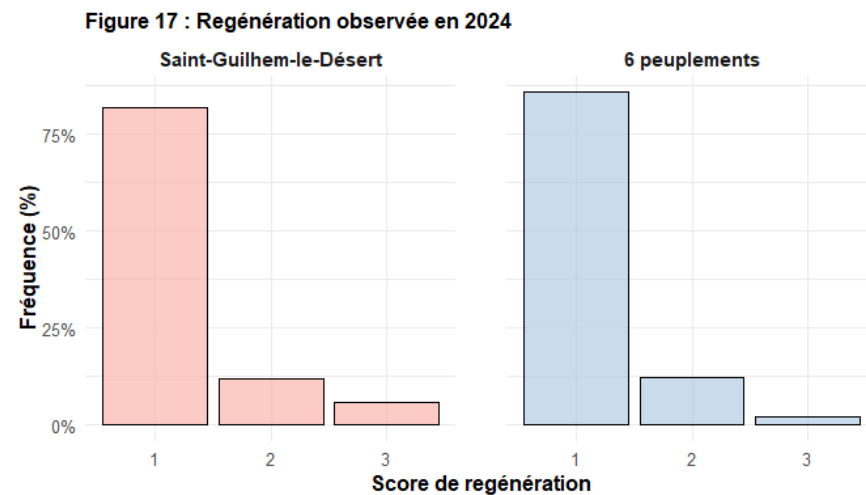


Commentaire : Le nombre de cônes des pins de Salzmann étudiés à Saint-Guilhem est entre 1 et 50 pour la majorité d'entre eux, avec 28 % des arbres ne présentant pas de

cônes (Figure 16). La moyenne du nombre de cônes est de 10, semblable à celle des 6 peuplements confondus (14 cônes).

### Régénération

Pour chaque arbre, la régénération a été estimée sur deux placettes de 2x2 mètres autour de l'arbre, en utilisant le gradient de régénération suivant : 1=Absence (pas de juvéniles), 2=Dispersés (quelques individus dispersés), 3=Groupes (présence de groupes dispersés dans le plot), 4=Abondant (groupes abondants ou quelques groupes avec beaucoup d'individus) (Figure 17). Sont considérés juvéniles les individus avec un diamètre à hauteur de poitrine inférieur à 7,5 cm et une hauteur supérieure à 10cm.



Commentaire : Le peuplement de Saint-Guilhem semble présenter une régénération assez faible puisque plus de 80 % des arbres étudiés ne présentent pas de régénération, même si cela reste des proportions similaires à l'ensemble des peuplements (Figure 17).

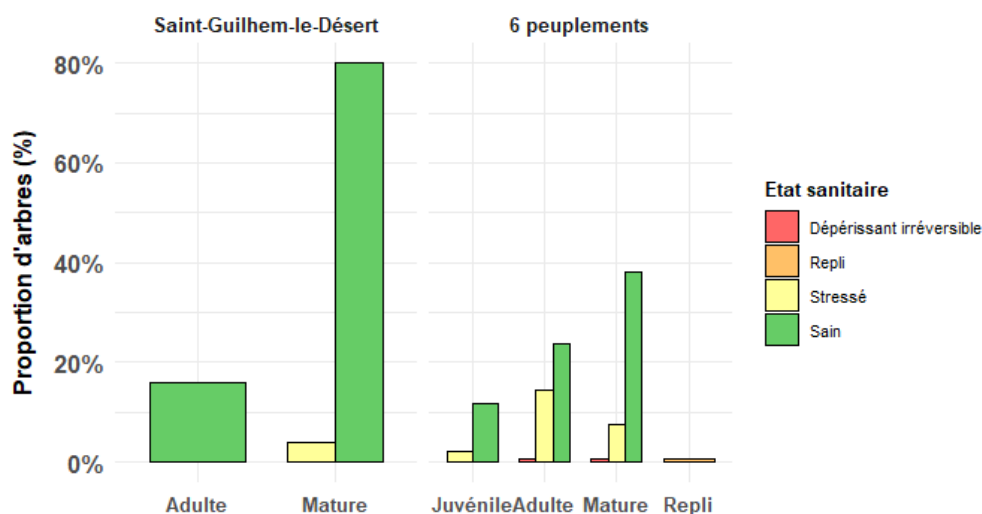
### d. Etat sanitaire (ARCHI)

L'état de santé global des arbres est mesuré par la méthode ARCHI, un outil de diagnostic visuel du dépérissement et des capacités de résilience des arbres prenant en compte des symptômes de dégradation du houppier ainsi que des processus de restauration du houppier (reprise de croissance, développement de suppléants). Ce protocole permet ainsi de classer les arbres mesurés dans différentes catégories d'état sanitaire (Figure 18).



Pour plus  
d'informations sur le  
protocole utilisé

Figure 18 : Etat sanitaire par stade de développement



Commentaire : L'état sanitaire de 25 pins étudiés à Saint-Guilhem est relativement très bon puisque 80 % d'entre eux sont des arbres matures sains et 16 % des adultes sains également, avec un seul arbre mature relevé (Figure 18).

### Synthèse :

La pineraie de Salzmann de Saint-Guilhem-le-Désert est située à 620 mètres d'altitude, dans la sylvoécocorégion des Garrigues, sous un climat méditerranéen franc. Elle présente des scores IBP globalement hétérogènes, notamment pour les socres de peuplement et gestion allant de faible à assez bon selon les placettes étudiées, et sa moindre maturité la classe dans la catégorie non vieille forêt. Ce peuplement présente une compétition modérée, similaire à la moyenne des pineraies étudiées. Le diamètre moyen des arbres est supérieur à la moyenne des peuplements, tandis que leur hauteur est inférieure à la moyenne globale. La fructification est moyenne et la régénération est faible, avec plus de 80 % des arbres sans jeunes pousses à proximité. En revanche, l'état sanitaire des arbres étudiés est très bon, avec une grande majorité d'arbres matures et sains.

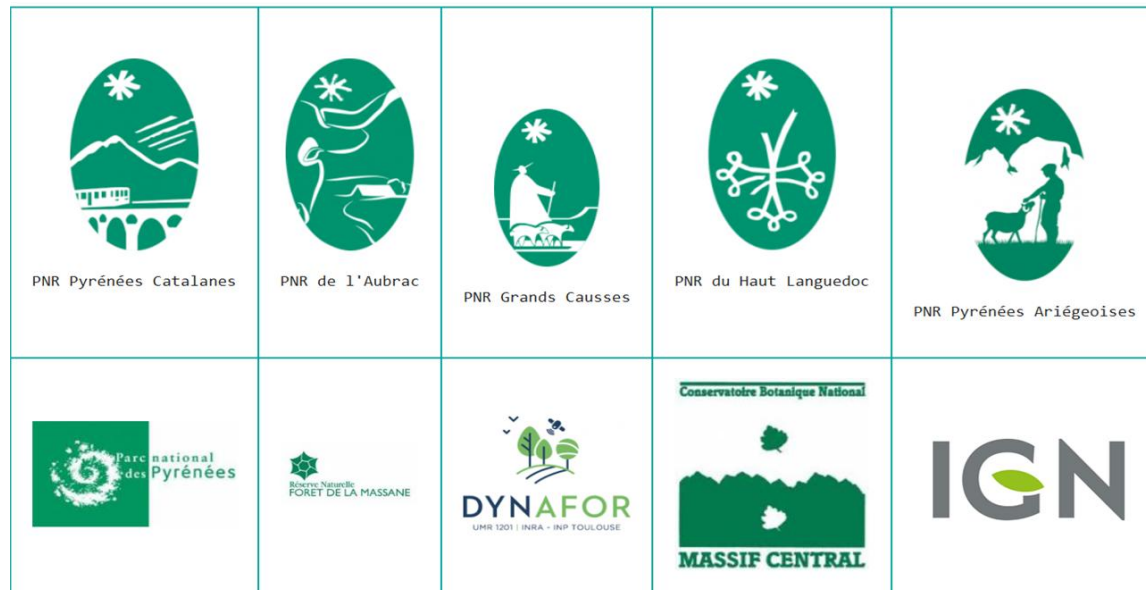
Des informations sur la composition génétique du peuplement sont disponibles dans le rapport final du projet Occigen.

Caroline Scotti-Saintagne, Frédéric Jean, Thomas Boivin, Maxime Cailleret, Maria-Del-Pilar Fernandez-Conradi, Céline Emberger, Nicolas Goux, Laurent Larrieu, Mélanie Saulnier, Jean-Marie Savoie, Maxime Soma, André De Sousa Rodrigues, Loïs Veillat. Rapport final du projet OCCIGEN Caractérisation de la capacité de résilience des forêts anciennes et des vieilles forêts d'Occitanie pour le maintien de la biodiversité : Approches écologiques et génétiques. 2026. (hal-05597657)

**Partenaires principaux :**



**Les autres acteurs :**



**FINANCEURS :**

