



## Plan national d'actions

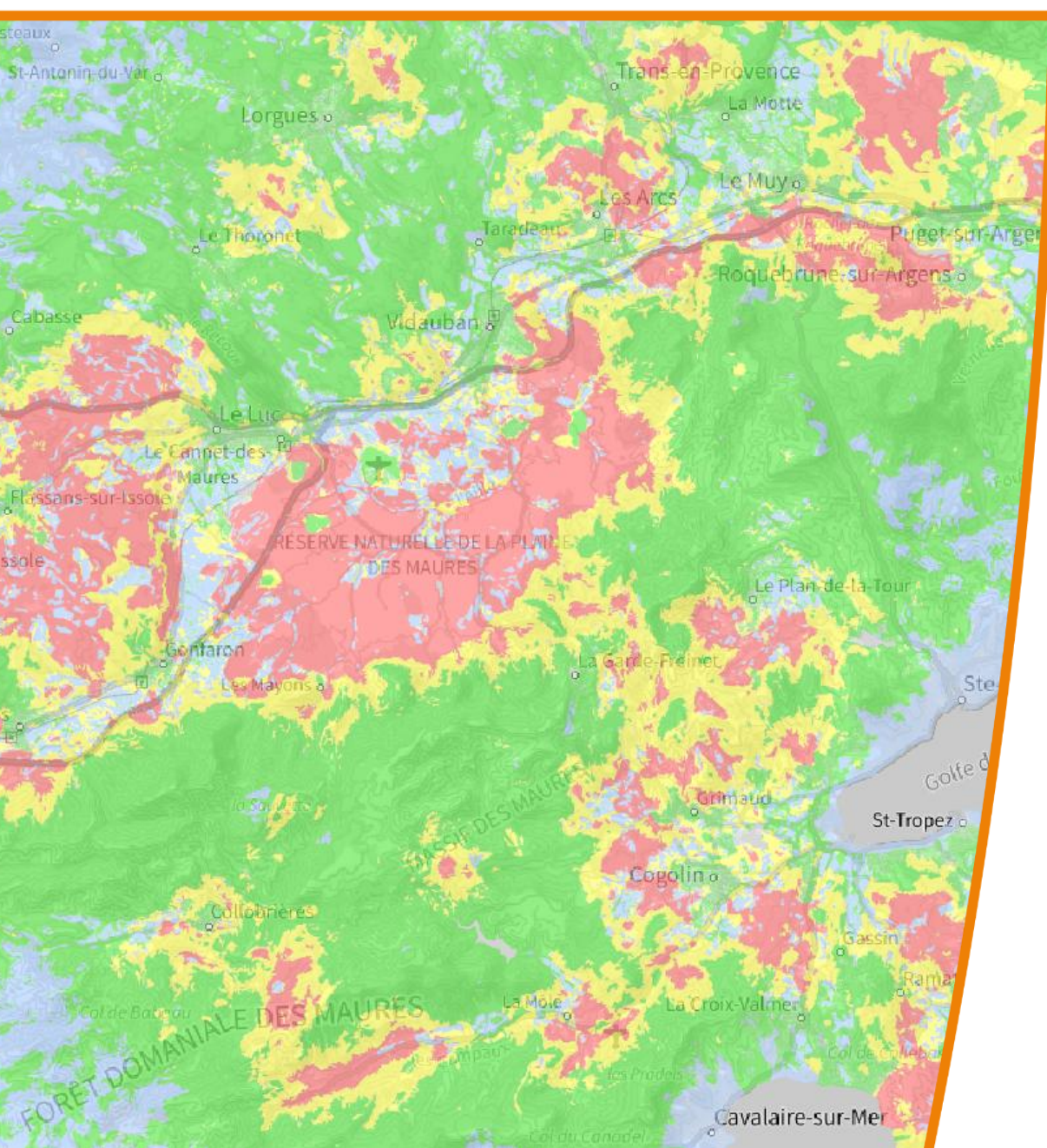
En faveur de la Tortue d'Hermann

*Testudo hermanni hermanni*

2018-2027

### Carte de sensibilité Tortue d'Hermann 2025 (Var)

#### Note méthodologique



11/09/2025



# Plan national d'actions

En faveur de la Tortue d'Hermann

2018-2027

## Carte de sensibilité Tortue d'Hermann 2025 (Var)

### Note méthodologique

Document réalisé par :



Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA)

Financé par :



Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL PACA)

**Coordination :** Joseph CELSE – CEN PACA / Chef de projet référent Tortue d'Hermann et Agroécologie / Animateur du PNA Tortue d'Hermann

**Rédaction :**

Joseph CELSE – CEN PACA / Chef de projet référent Tortue d'Hermann et Agroécologie / Animateur du PNA Tortue d'Hermann  
Vincent MARIANI – CEN PACA / Responsable du pôle Var  
Gwenola BIAU – CEN PACA / Chargée de mission  
Guillaume ASTRUC – CEFCE-CNRS / Responsable de la modélisation cartographique  
Jean-Marie BALLOUARD – SOPTOM / Chargé de mission scientifique  
Sébastien CARON – SOPTOM / Directeur, membre du conseil scientifique de la RNN de la Plaine des Maures  
Antoine CATARD – RASCAS BIODIV / Membre du conseil scientifique de la RNN de la Plaine des Maures

**Date de réalisation :** 11 septembre 2025

**Crédits photographiques :**

1<sup>ère</sup> de couverture : Extrait de Carte de sensibilité Tortue d'Hermann 2025

**Illustration logo Tortue :** ©ARPE/Philippe DOMENGE – Life+ Tortue d'Hermann

**Citation recommandée :**

Celse, J., Mariani, V., Biau, G., Astruc, G., Ballouard, J.M., Caron, S. et Catard, A., 2025. Carte de sensibilité Tortue d'Hermann 2025 (Var). Note méthodologique. Plan national d'actions en faveur de la Tortue d'Hermann *Testudo hermanni hermanni* 2018-2027. Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Le Cannet-des-Maures, 15 p.

**Logos partenaires :**





## Sommaire

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Contexte et objectif .....</b>                                     | <b>4</b>  |
| <b>2. Classes de sensibilité .....</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>3. Méthode d'élaboration de la carte .....</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>3.1. Données Tortue d'Hermann utilisées .....</b>                     | <b>6</b>  |
| 3.1.1. Données de présence .....                                         | 6         |
| 3.1.2. Données d'absence .....                                           | 6         |
| 3.1.3. Données de validation du modèle .....                             | 7         |
| <b>3.2. Parcellaire agricole .....</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>3.3. Variables environnementales et préparation des rasters .....</b> | <b>7</b>  |
| <b>3.4. Modèles de niche SDM .....</b>                                   | <b>8</b>  |
| <b>3.5. Ajustements post-modèle .....</b>                                | <b>9</b>  |
| 3.5.1. Parcellaire agricole .....                                        | 9         |
| 3.5.2. Extraction des zones artificialisées et plans d'eau libre .....   | 10        |
| <b>4. Analyses .....</b>                                                 | <b>10</b> |
| <b>4.1. Analyse de la méthode .....</b>                                  | <b>10</b> |
| 4.1.1. Modélisation .....                                                | 10        |
| 4.1.2. Parcellaire agricole .....                                        | 10        |
| 4.1.3. Zones incendiées .....                                            | 11        |
| 4.1.4. Hétérogénéité de l'information disponible utilisée .....          | 11        |
| <b>4.2. Aire de répartition de l'espèce .....</b>                        | <b>11</b> |
| <b>4.3. Evolution des zonages de sensibilité .....</b>                   | <b>11</b> |
| <b>4.4. Perspectives d'améliorations et mises à jour .....</b>           | <b>13</b> |
| <b>Bibliographie .....</b>                                               | <b>14</b> |





## 1. Contexte et objectif

La prise en compte de la Tortue d'Hermann dans les projets agricoles s'est largement développée grâce aux deux plans nationaux d'actions mis en place en sa faveur : le PNA Tortue d'Hermann 2009-2014 et le PNA Tortue d'Hermann 2018-2027, en cours. La mise en place d'outils dédiés à la conservation de l'espèce dans le cadre des PNA est à la base de la prise en compte de l'espèce dans les projets et travaux.

La première carte de sensibilité Tortue d'Hermann a été élaborée en 2010 (CS 2010) sur la base des données alors disponibles ainsi qu'une extrapolation à dire d'expert au regard de la qualité des habitats. Ce premier travail a permis notamment de faire ressortir les principaux noyaux de population connus et d'établir un zonage cohérent d'un point de vue sensibilité du territoire pour l'espèce sur l'aire de répartition définie en 2010.

En raison de l'amélioration importante des connaissances acquises depuis 2010 sur la Tortue d'Hermann ainsi que du développement de méthodes de modélisation ayant fait leurs preuves sur de nombreuses espèces menacées, il était important de réactualiser cette première carte.

La présente mise à jour de la carte de sensibilité (CS 2025) a bénéficié de l'appui technique du CEFE-CNRS de Montpellier. L'évaluation de l'état des populations est particulièrement difficile sur le terrain en raison de la faible détection des individus. Ainsi à la différence de la précédente, cette nouvelle carte a été élaborée *via* une approche de modélisation statistique. Cette méthode utilise à la fois l'ensemble de données disponibles et différentes variables environnementales en vue d'améliorer la prédiction de présence de l'espèce au sein de son aire de répartition. A l'issue de ce travail, la présence de l'espèce est quantifiée sur le territoire par une probabilité de présence (PP). La modélisation cartographique de la sensibilité de l'espèce intègre (cf. § 4.1) le potentiel de restauration spontanée des populations fragilisées par les incendies. A l'instar de la première carte, le territoire est ensuite défini selon des niveaux de sensibilité.

Cette carte constitue un nouveau apport à la connaissance quant à la présence de l'espèce sur un territoire et représente un précieux outil d'aide à la décision. Les collectivités, porteurs de projets d'aménagement, gestionnaires forestiers, maîtres d'ouvrages DFCI et agriculteurs notamment, bénéficient ainsi d'un outil leur permettant de mieux appréhender et intégrer cette espèce protégée dans leurs projets.

## 2. Classes de sensibilité

Cinq classes de sensibilité ont été définies grâce à l'établissement de seuils de probabilité de présence :

### **Sensibilité majeure (zones rouges)**

Probabilité de présence :  $PP \geq 0,88$

Objet : Ces territoires constituent les noyaux majeurs de population, les plus denses, viables et fonctionnels. Ce sont les secteurs sur lesquels doivent se concentrer les efforts de conservation. Ces zones peuvent également intégrer des noyaux de population ayant subi un incendie et où une restauration spontanée des populations est en cours au sein d'habitats particulièrement favorables.



### Sensibilité notable (zones jaunes)

Probabilité de présence :  $0,5 \leq PP < 0,88$

Objet : Ces territoires comportent des noyaux fonctionnels mais de densité moindre que les zones de sensibilité majeure. Ce sont des secteurs sur lesquels doivent se concentrer les efforts de restauration.

### Sensibilité faible à modérée (zones vertes)

Probabilité de présence :  $0,005 \leq PP < 0,5$

Objet : Ces territoires constituent une matrice intercalaire entre les noyaux connus, appelée également répartition diffuse. Il s'agit de zones où l'espèce est soit présente généralement en faible densité, soit en densité non évaluée. Ce sont des secteurs sur lesquels doivent se concentrer des efforts de prospection.

### Sensibilité très faible (zones bleues)

Probabilité de présence :  $0,001 \leq PP < 0,005$

Objet : Ce sont des zones *a priori* non favorables à l'espèce, dont la présence n'a pas été démontrée. Il s'agit généralement de milieux denses et homogènes, zones inondables, agriculture intensive, zones périurbaines, etc. Il n'est cependant pas exclu que des noyaux de population de faible étendue ou de faibles effectifs soient présents dans ces zones situées au sein de l'aire de répartition de la Tortue d'Hermann.

### Sensibilité nulle (zones grises)

Probabilité de présence :  $PP < 0,001$

Objet : Il s'agit de zones non favorables à l'espèce constituées de zones urbanisées, réseau autoroutier, eau libre, etc.

**Les seuils ont été déterminés par des écologues experts en écologie de l'espèce, croisant les données de répartition, de densités de populations connues, les habitats et les contextes prédits par la modélisation.**

Le seuil de sensibilité majeure (seuil séparant le niveau de sensibilité notable et le niveau de sensibilité majeure) a été défini afin que tous les noyaux de populations connus et importants pour l'espèce dans le Var soient bien concernés (en nombre, pas nécessairement en surface) par ce zonage de sensibilité majeure. A titre d'exemple, un seuil définit avec une valeur de PP de 0,95 ne permet pas l'affichage de zone de sensibilité majeure au sein de tous les noyaux de population connus et importants pour l'espèce. Il a ainsi été nécessaire de descendre cette valeur jusqu'à 0,88 pour parvenir à un résultat satisfaisant permettant d'intégrer tous les noyaux concernés (même si l'ensemble de leur surface ne l'est pas).

Le seuil de sensibilité notable (seuil séparant le niveau de sensibilité faible à modéré et le niveau de sensibilité notable) a été défini afin que la plupart des observations et habitats fonctionnels d'un noyau de population connu et important pour l'espèce dans le Var, hors zone de sensibilité majeure, soit bien inscrit dans le niveau de sensibilité notable.



En l'état actuel des connaissances, cette classification reflète donc au mieux la sensibilité que constitue la Tortue d'Hermann sur son aire de répartition varoise et sur la base des prédictions données par le travail de modélisation.

### 3. Méthode d'élaboration de la carte

La modélisation de la distribution d'une espèce est largement utilisée pour la gestion et la conservation, en permettant notamment de définir des zones de protection et projeter l'impact des activités anthropiques sur les populations (Pearson, 2007).

L'utilisation d'un modèle cartographique permet dans un premier temps de corréliser les données de présence de l'espèce (cf. § 3.1) avec des variables environnementales prédictives (cf. § 3.3). L'élaboration d'un algorithme de modélisation nécessite différentes étapes de calibration (cf. § 3.4). La carte ainsi générée bénéficie ensuite d'ajustements manuels (cf. § 3.5) permettant d'affiner ses contours.

#### 3.1. Données Tortue d'Hermann utilisées

##### 3.1.1. Données de présence

Les données de présence de la Tortue d'Hermann prises en compte dans cette modélisation sont des observations opportunistes issues de quatre bases de données :

- SILENE Faune ;
- Helix (base de données du CEN PACA) ;
- Base de données de la SOPTOM ;
- Faune France (base de données de la LPO).

Les données ont été filtrées avant utilisation par l'algorithme, sélectionnant alors :

- Données à localisation précise ;
- Observations après l'année 2000 (jusqu'en 2022, date du début des travaux de modélisation) ;
- Une seule donnée par pixel de 50 m (suppression des doublons) ;
- Données hors cours d'eau et zones urbaines denses (afin d'éviter de fausser le modèle).

##### 3.1.2. Données d'absence

Les 5714 données de pseudo-absences (soit un nombre égal au nombre de données de présence) ont été tirées de manière aléatoire dans la zone d'étude dont ont été exclus les périmètres des noyaux de population connus. Une première définition de ces noyaux avait été élaborée dans le cadre du programme FEDER « Des Tortues et des Hommes » (2009). La couche SIG de délimitation des noyaux ont fait l'objet d'une mise à jour dans le cadre de la réévaluation de la carte de sensibilité (tampon de 500 m appliqué autour des observations d'individus des populations connues les plus importantes pour le département).



### 3.1.3. Données de validation du modèle

Les données utilisées pour la validation du modèle sont les données de présence et d'absence issues des prospections protocolées des structures partenaires de ce projet d'élaboration de carte de sensibilité 2025 (CEN PACA, SOPTOM et EPHE -CNRS). Ces lots de données protocolées n'ont pas été utilisées pour la mise en œuvre du modèle mais réservés pour sa validation.

### 3.2. Parcellaire agricole

Les données du parcellaire agricole disponible *via* CORINE Land cover n'étant pas suffisamment précises ni à jour, il n'était pas possible de les utiliser pour la modélisation (tests effectués). La Chambre d'Agriculture du Var a ainsi mis à disposition une couche SIG du parcellaire agricole du département du Var. Cette couche a fait l'objet d'une analyse fine permettant de catégoriser les parcelles agricoles en fonction de leur degré de « favorabilité » pour la Tortue d'Hermann. Un code de favorabilité a ainsi été attribué à chacune de ces parcelles, basé sur photo-interprétation et sur les connaissances de l'écologie de l'espèce :

- **1 : parcelle agricole défavorable** (cultures > 0,8 ha, serres)
- **2 : parcelle agricole moyennement favorable** (oliveraies, jeunes friches sans arbres ni arbustes, parcelles de vignes ou maraîchage < 0,8 ha)
- **3 : parcelle agricole favorable à très favorable** (friches plus âgées, oliveraies < 0,8 ha, petites parcelles intégrées dans un contexte fonctionnel riche en corridors)

Ces critères ont été utilisés de façon indicative et non absolue ; ils ne sont donc pas systématiquement discriminants dans l'attribution des catégories définies. En effet, les données de présence de Tortue d'Hermann ainsi que les principaux éléments de fonctionnalités écologiques (corridors, haies, arbres, buissons, etc.) du contexte local dans lequel s'insèrent ces parcelles ont également été utilisés pour attribuer ces catégories.

Par ailleurs, il est à noter que la couche SIG du parcellaire agricole mise à disposition est souvent constituée de polygones regroupant plusieurs parcelles aux pratiques et fonctionnalités parfois différentes. Cela constitue la principale limite de cet outil. Un choix a donc dû être réalisé pour chaque polygone regroupant plusieurs parcelles en fonction de l'importance que pouvaient constituer certaines d'entre elles (ou du contexte de maillage inter-parcellaire) favorables à l'espèce, incluse ou attenantes à d'autres qui le sont moins.

Cette analyse présente donc des limites mais permet globalement d'améliorer très nettement la précision de l'information liée à la favorabilité du parcellaire agricole pour la Tortue d'Hermann.

Ces parcelles catégorisées ont ensuite été utilisées à deux reprises, une première fois dans la modélisation de la sensibilité de l'espèce en tant que variable d'analyse (cf. § 3), puis une seconde fois pour affiner le modèle et ajuster le niveau de sensibilité local en vue de correspondre au mieux à la réalité du terrain.

### 3.3. Variables environnementales et préparation des rasters

Des analyses cartographiques portant sur la probabilité de présence de la Tortue d'Hermann ont déjà été réalisées par le passé. Lors de l'étude de Couturier *et al.* (2014), les auteurs se sont basés sur les travaux menés sur la Tortue d'Hermann pour sélectionner les variables environnementales d'intérêt. Plusieurs de ces variables ont été reprises ici, et de nouvelles variables disponibles ont été ajoutées en



complément. Les données vectorielles ont été rastérisées et les données raster ont été réalignées selon l'alignement défini pour la zone d'étude.

Au total, 17 variables environnementales ont été retenues pour la modélisation :

- La pente
- L'indice de végétation NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
- Le relief topographique
- Topographic wetness index (concavité/convexité de la topographie)
- Les sols calcaires
- Les incendies depuis 50 ans
- La distance au point d'eau le plus proche
- Les milieux urbains (exprimé en % de surface d'après Corine Land Cover 2012)
- Les forêts de feuillus (exprimé en % de surface d'après Corine Land Cover 2012)
- Les forêts de conifères (exprimé en % de surface d'après Corine Land Cover 2012)
- Les forêts mixtes (exprimé en % de surface d'après Corine Land Cover 2012)
- Les milieux ouverts (exprimé en % de surface d'après Corine Land Cover 2012)
- Les milieux semi-ouverts (exprimé en % de surface d'après Corine Land Cover 2012)
- Les 3 classes de parcelles agricoles
- La distance au noyau de population connu le plus proche

Pour chacun des pixels de 50 m, la valeur moyenne de la variable environnementale a été assignée, calculée sur une fenêtre mobile de 250 m de rayon pour les variables d'habitats et de 2000 m de rayon pour la variable d'urbanisation, afin de prendre en compte les conditions environnementales d'une zone correspondant approximativement à la zone d'influence estimée.

L'ensemble de ces variables rasters a été centré-réduit. Lorsque deux variables étaient fortement corrélées entre elles ( $|cor| > 0,7$  ; Smith & Santos, 2020), c'est celle qui était la plus facilement interprétable qui a été retenue.

### 3.4. Modèles de niche SDM

Ce chapitre, technique et à destination des spécialistes, permet d'apporter des explications quant au modèle de niche développé ici. En anglais, on parle de « Species Distribution Model » (SDM).

Les présences obtenues sont la résultante de plusieurs phénomènes emboîtés :

- la probabilité relative qu'une Tortue d'Hermann (quel que soit l'individu) occupe un pixel échantillonné (i.e. « probabilité d'occurrence », *sensu stricto*) ;
- la probabilité que l'observateur soit passé à proximité de l'individu ;
- la probabilité que l'observateur ait détecté l'individu.

La probabilité modélisée ici est donc la résultante de ces différentes probabilités. **Elle est vraisemblablement sous-estimée par rapport à la probabilité d'occurrence réelle. L'objectif de la carte de sensibilité 2025 est donc de comparer les probabilités d'occurrence relatives**, en faisant





l'hypothèse que le biais obtenu est constant dans l'espace et dans le temps. Pour simplifier, la terminologie « probabilité d'occurrence » de tortues d'Hermann est utilisée par la suite.

Les données ont été analysées avec des modèles additifs généralisés (GAM : Generalized Additive Models), avec un nombre de paramètres de lissage fixé à 4. L'ensemble des données de présence a été pris en compte et un tirage aléatoire d'autant de pseudo-absences que de données d'observation a été réalisé pour permettre d'estimer la probabilité de présence relative de l'espèce (calibration du modèle). Les données de validation permettent d'évaluer la qualité des prédictions (validation du modèle). Cette procédure a été répétée 100 fois (= 100 « runs »).

Le « ROC » (Relative Operating Characteristic) a été utilisé pour évaluer la capacité des modèles à prédire correctement les présences et les absences de la Tortue d'Hermann. Le ROC construit une courbe permettant de calculer la valeur d'AUC (Area Under the Curve). L'évaluation par l'AUC varie entre 0,5 (prédictions du modèle non différentes du hasard) et 1 (prédictions parfaites des données observées par le modèle).

Les courbes de réponse obtenues pour chacune des variables à partir des 100 *runs* et la contribution respective de chacune de ces variables au pouvoir explicatif du modèle ont ensuite été examinées. Cette contribution est basée sur la corrélation entre la prédiction avec ré-échantillonnage aléatoire de la variable d'intérêt (les autres variables restent inchangées) et la prédiction sans ré-échantillonnage. Elle a été calculée à l'aide du package *biomod2* sous R (Thuiller *et al.*, 2009, p. 2). Une corrélation élevée signifie que le fait que la variable ait été modifiée a eu peu d'impact sur le résultat du modèle, donc que cette variable a une faible importance. A l'inverse, une faible corrélation entre la prédiction sans et avec ré-échantillonnage de la variable traduit un fort impact de ce ré-échantillonnage sur le résultat du modèle et donc une grande importance de la variable. Ces valeurs de corrélation sont soustraites à 1 pour obtenir un indice variant entre 0 (pas d'importance) et 1 (beaucoup d'importance).

La carte de probabilité de présence de l'espèce a été obtenue selon un consensus de l'ensemble des 100 cartes, calculé selon la moyenne des prédictions issues des 100 *runs*. Par ailleurs, les écart-types de ces 100 cartes ont été générés afin de visualiser les secteurs des massifs ayant les plus fortes incertitudes en termes de prédictions.

### 3.5. Ajustements post-modèle

Suite à la production de la carte de probabilité d'occurrence de la Tortue d'Hermann issue de la modélisation, des ajustements ont été effectués, automatiquement ou manuellement afin d'estomper la pixélisation produite par le modèle et apporter davantage de précision à la carte en raison de données de présence plus précises disponibles.

#### 3.5.1. Parcellaire agricole

La couche SIG du parcellaire agricole utilisée dans la modélisation a été réutilisée afin d'affiner la carte au niveau des parcelles agricoles sur la base de leur code de favorabilité. La sensibilité des parcelles agricoles a ainsi été précisée en fonction de leur code de favorabilité et de leur situation par rapport aux zonages de sensibilité prédits par le modèle.

Ainsi :

- Une « parcelle agricole défavorable » (code 1) correspond à une parcelle de sensibilité très faible, quel que soit le zonage de sensibilité qui l'entoure.



- Une « parcelle agricole moyennement favorable » (code 2) acquiert la sensibilité du zonage de sensibilité prédit par le modèle (les polygones de parcellaire agricole recouverts par des niveaux de sensibilités différents ont été recoupés automatiquement par chaque niveau de sensibilité les concernant).
- Une « parcelle agricole favorable à très favorable » (code 3) correspond à une parcelle de sensibilité majeure si elle est en contact (recouvrement ou continuité) avec une zone de sensibilité majeure (rouge), une parcelle de sensibilité notable si elle est en contact avec une zone de sensibilité notable (jaune) ou faible à modérée (vert), et une parcelle de sensibilité faible à modérée si elle est en contact avec des zones de sensibilité très faible (bleu) ou nulle (gris).
- Une parcelle agricole incluse dans une zone de sensibilité nulle est une parcelle de sensibilité très faible, à l'exception des parcelles qui touchent des zones de sensibilité faible à modérée, qui se voient attribuer la même sensibilité.

### 3.5.2. Extraction des zones artificialisées et plans d'eau libre

La carte obtenue a ensuite fait l'objet d'un découpage des zones de sols artificialisés et des plans d'eau libre : les plans d'eau (étangs et lacs), les bâtis, les pistes d'aérodrome et les zones industrielles et artisanales se sont vu attribué le niveau de sensibilité nulle. Le linéaire autoroutier a également été découpé, sur une zone-tampon de 5 m de large, ainsi que la partie cartographiée du linéaire de routes à deux chaussées, sur une zone-tampon de 3 m de large. Toutes ces zones ont été intégrées ou réintégrées à la zone de sensibilité nulle (gris).

## 4. Analyses

### 4.1. Analyse de la méthode

#### 4.1.1. Modélisation

La méthode de modélisation utilisée dans cette nouvelle version a permis d'améliorer la précision du rendu de la carte en liant l'ensemble des variables influençant la répartition de l'espèce aux données d'occurrence connues et prédites. Ainsi, contrairement à la carte de 2010, qui avait fait l'objet d'un travail en partie manuel de détermination des niveaux de sensibilité en fonction de données issues d'échantillonnages et d'interprétation des habitats, la méthode de modélisation utilisée ici a permis d'attribuer, pour chaque pixel de 50 m, une probabilité d'occurrence de l'espèce sur l'ensemble de son aire de répartition varoise.

#### 4.1.2. Parcellaire agricole

Toutefois, malgré cette amélioration nette de méthode, il nous est apparu intéressant de préciser cette modélisation au niveau du parcellaire agricole dont les surfaces d'unités culturelles, les types de cultures, les degrés de naturalité (niveaux d'abandon) et les contextes d'imbrication dans les milieux naturels (fonctionnalités) peuvent induire des niveaux de sensibilité bien différents pour l'espèce. Les précisions apportées *via* la couche du parcellaire agricole permettent ainsi d'identifier les secteurs agricoles et pratiques associées qui sont plus ou moins favorables à l'espèce. Les parcelles agricoles de



sensibilité majeure ou notable révèlent généralement (l'analyse n'étant pas infaillible) des pratiques et configurations favorables à l'espèce alors que les parcelles agricoles de sensibilité très faible révèlent quant à elle des pratiques ou configurations peut favorables à l'espèce.

#### 4.1.3. Zones incendiées

Les données de Tortue d'Hermann antérieures aux incendies n'ont pas été supprimées de l'analyse en raison de la sensibilité accrue de l'espèce dans ces zones fragilisant ses populations. Ces espaces doivent mobiliser une attention particulière car elles peuvent bénéficier de restaurations naturelles spontanées (Lecq *et al.* 2014) ou expérimentales (Le Peigneul *et al.* 2014 ; Pille *et al.* 2018, Ballouard *et al.* 2021).

#### 4.1.4. Hétérogénéité de l'information disponible utilisée

La précision de certaines données/informations utilisées dans l'élaboration de cette carte (comme la couche SIG des constructions et routes ainsi que celle du parcellaire agricole) entraîne plusieurs limites :

- ces couches SIG ont été élaborées avant 2025 et peuvent ne pas parfaitement correspondre à la réalité aujourd'hui,
- les informations sur les routes et bâtis n'intègrent pas l'ensemble des sols artificialisés (parking et routes notamment),
- le fait d'identifier des zones grises précises (constructions) ne signifie pas que les autres zones de sensibilité (dont celles attenantes) le sont aussi. De fait, la matérialisation des constructions sur l'ensemble de l'aire de la carte entraîne l'apparition de petites zones autour (et parfois même à l'intérieur) de certaines constructions dont la sensibilité nécessiterait d'être précisée/revue. Cela concerne des enclaves et petites zones vertes et bleues en zone urbanisée (donc sans enjeux majeur pour l'espèce).

Il est donc important de souligner que les informations disponibles utilisées dans l'élaboration de cette carte ne sont pas toutes de la même finesse, induisant une hétérogénéité de précision des zones de sensibilité, surtout visible au contact direct des constructions (zones grises).

### 4.2. Aire de répartition de l'espèce

La révision de cette carte de sensibilité a permis de préciser l'emprise de l'aire de répartition de la Tortue d'Hermann dans le Var, revue à la hausse par rapport à 2010, notamment sur des communes de l'ouest et est Var. Cette augmentation de surface ne résulte pas d'une augmentation réelle de l'aire de répartition de l'espèce entre 2010 et 2025 mais bien d'une amélioration des connaissances de la présence de l'espèce dans le Var basée sur les données recueillies depuis 2010.

### 4.3. Evolution des zonages de sensibilité

La réactualisation des niveaux de sensibilité de l'espèce occasionne des variations de surfaces de chacune des classes de sensibilité. Là encore, l'augmentation des surfaces des zones de sensibilité majeure (limites des noyaux connus mais aussi nouveaux noyaux) est le fait d'une meilleure connaissance et de l'utilisation de l'outils statistique permettant de mieux prendre en compte la mauvaise détectabilité de l'espèce. Cette augmentation de surface se fait essentiellement sur 1) les



anciennes zones de sensibilité majeure et notable et 2) sur les zones de sensibilité faible à modérée et très faibles dont les surfaces augmentent surtout en raison de l'augmentation globale de l'aire de répartition de l'espèce. L'augmentation de l'aire de répartition de l'espèce concerne effectivement essentiellement des zones de sensibilité faible à modérée mais aussi très faible et nulle. Quelques nouveaux noyaux de population ont aussi parfois été identifiés au sein de cette aire, comme par exemple au niveau des Brasques (commune du Val), où l'on retrouve un petit noyau de sensibilité majeure encerclé d'une zone de sensibilité notable.

Le tableau ci-dessous précise les évolutions de surfaces par niveau de sensibilité.

**Tableau 1. Evolutions des surfaces par niveau de sensibilité entre 2010 et 2025**

| Sensibilité             | CS 2010        |            | CS 2025        |            | Δ ha           | Δ %      |
|-------------------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|----------|
|                         | ha             | %          | ha             | %          |                |          |
| <b>Majeure</b>          | 8 568          | 3,7        | 26 502         | 6,9        | 17 934         | 3,2      |
| <b>Notable</b>          | 33 417         | 14,4       | 41 286         | 10,8       | 7 869          | -3,6     |
| <b>Faible à modérée</b> | 125 401        | 54,0       | 181 736        | 47,4       | 56 335         | -6,5     |
| <b>Très faible</b>      | 64 967         | 28,0       | 123 554        | 32,3       | 58 587         | 4,3      |
| <b>Nulle</b>            | -              | -          | 9 373          | 2,4        | 9 373          | 2,4      |
| <b>TOTAL</b>            | <b>232 353</b> | <b>100</b> | <b>383 010</b> | <b>100</b> | <b>150 657</b> | <b>0</b> |

L'étendue des noyaux de populations majeurs (et surtout leurs limites) a pu être précisée grâce à l'amélioration des connaissances mais aussi de la méthode de modélisation elle-même. Parmi les secteurs concernés figurent le celui de la plaine des Maures autour des Mayons et du lac des Escarcets, de la plaine au sud-est de Vidauban, et autour de Grimaud, Cogolin et Gassin, où d'importantes zones de sensibilité majeure sont aujourd'hui connues et apparaissent désormais dans la mise à jour 2025 de la carte de sensibilité. Il existait déjà des petits noyaux de population identifiés en 2010 sur ces secteurs mais aujourd'hui, leur surface est plus étendue, prenant principalement la place de secteurs de sensibilité notable. Des zones de sensibilité notable en 2010 se sont également avérées être des noyaux de population majeurs, comme au niveau des communes des Arcs et de Trans-en-Provence, et au nord de Saint-Raphaël et Fréjus, dans le massif de l'Estérel. Au niveau de ce dernier massif, qui était identifié en majorité en sensibilité très faible en 2010, de nouvelles zones de sensibilité notable, et surtout faible à modérée, ont été identifiées en 2025. Suite à l'augmentation de la précision de la définition des zonages de sensibilité permise par la modélisation, certains secteurs sont identifiés en 2025 comme présentant une sensibilité moindre par rapport à celle supposée en 2010. C'est le cas par exemple du secteur des Bertrands, à l'est de la vallée de Sauvebonne (communes de Hyères et de la Londe-les-Maures), qui est passé d'une sensibilité faible à modérée à une sensibilité très faible. Le traitement individuel des parcelles agricoles a également permis de gagner en précision sur la détermination de la sensibilité de ces milieux, et a conduit à des changements de catégorie. C'est notamment le cas dans la plaine des Maures, où de grandes parcelles viticoles identifiées comme étant peu favorables à la Tortue d'Hermann, se sont vu attribuer une sensibilité très faible dans la mise à jour de 2025, alors qu'elles appartenaient à un secteur global de sensibilité majeure en 2010. On retrouve également ce cas de figure au sud de Roquebrune-sur-Argens et Puget-sur-Argens, avec le passage de grandes parcelles agricoles identifiées en faible à modérée en 2010, à très faible en 2025.



#### 4.4. Perspectives d'améliorations et mises à jour

L'utilisation de cette nouvelle carte de sensibilité permettra vraisemblablement d'identifier des améliorations nécessaires comme cela a été le cas avec la première version de la carte. Il est ainsi important que les écologues effectuant des inventaires ciblés sur l'espèce fassent connaître toute incohérence de sensibilité constatée. Au regard de la mise en œuvre de cette nouvelle méthode de modélisation, des mises à jour plus fréquentes de la carte pourront être envisagées au fur et à mesure que de nouvelles données de Tortue d'Hermann seront disponibles sur les bases de données utilisables.

Parmi les améliorations qui pourront être effectuées par la suite, figurent notamment celles liées à la mise à jour de la couche SIG des sols artificialisés (constructions, bâtiments, routes, parkings, *etc.*) qui est loin d'être exhaustive dans la version actuelle de la carte.





## Bibliographie

- Ballouard J.-M., Deleuze S., Andreo L., Rozec F., Thomas N., Laffargue P., Aferiat M., Bonnet X., Catard A. & Caron S. 2020. — What is the real home range of the Hermann's Tortoises (*Testudo hermanni* Gmelin, 1789)? Implication for conservation. *Naturae*, 6: 101-111. <https://doi.org/10.5852/naturae2020a6>
- Couturier, T., Besnard, A., Bertolero, A., Bosc, V., Astruc, G. & Cheylan, M. (2014) Factors determining the abundance and occurrence of Hermann's tortoise *Testudo hermanni* in France and Spain: fire regime and landscape changes as the main drivers. *Biological Conservation*, 170: 177-187.
- Lecq, S., Ballouard, J. M., Caron, S., Livoreil, B., Seynaeve, V., Matthieu, L. A., & Bonnet, X. (2014). Body condition and habitat use by Hermann's tortoises in burnt and intact habitats. *Conservation Physiology*, 2(1), cou019.
- Lepeigneul, O., Ballouard, J. M., Bonnet, X., Beck, E., Barbier, M., Ekor, A., ... & Caron, S. (2014). Immediate response to translocation without acclimation from captivity to the wild in Hermann's tortoise. *European journal of wildlife research*, 60, 897-907.
- Pearson, R. G. (2007). Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners. *Synthesis*. American Museum of Natural History, 50, 54-89.
- Pille, F., Caron, S., Bonnet, X., Deleuze, S., Busson, D., Etien, T., ... & Ballouard, J. M. (2018). Settlement pattern of tortoises translocated into the wild: a key to evaluate population reinforcement success. *Biodiversity and conservation*, 27, 437-457.
- Smith, A.B., Santos, M.J., 2020. Testing the ability of species distribution models to infer variable importance. *Ecography* 43, 1801–1813. <https://doi.org/10.1111/ecog.05317>
- Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., Araújo, M.B., 2009. BIOMOD - a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography* 32, 369–373. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x>



Siège :

4, avenue Marcel Pagnol  
Immeuble Atrium Bât B.  
13 100 Aix-en-Provence  
Tél : 04 42 20 03 83  
Fax : 04 42 20 05 98  
Email : [contact@cen-paca.org](mailto:contact@cen-paca.org)  
[www.cen-paca.org](http://www.cen-paca.org)

Pôle Var

L'Astragale  
888 chemin des Costettes  
83340 LE CANNET DES MAURES  
Tél : 04 94 50 38 39

Le Conservatoire d'espaces naturels  
de Provence-Alpes-Côte d'Azur  
est membre de la Fédération  
des Conservatoires d'espaces naturels



Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier des partenaires suivants :

