



# Le programme les sentinelles du climat

**Nouvelle-Aquitaine**

Les sentinelles du climat est un programme d'étude des effets du changement climatique sur la biodiversité, décliné en Nouvelle-Aquitaine puis en Occitanie et en Normandie. Il s'appuie sur le suivi d'espèces indicatrices (ou espèces sentinelles).

## — Qu'est ce qu'une espèce sentinelle ? —

Les espèces ou les cortèges qui sont suivis constituent des **indicateurs** des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine.

La **mesure de paramètres précis** liés à ces espèces, permettra sur le long terme d'envisager un phénomène complexe : la réponse de la biodiversité à l'évolution rapide des conditions climatiques dans leurs milieux de vie.

Présentes naturellement dans la zone qu'on étudie, elles **ont une réponse mesurable dans l'espace et dans le temps aux modifications de leur environnement physique**. Ces réponses peuvent être des changements dans leur répartition, leur écophysiologie, ou leur phénologie (voir la fiche sur les effets du changement climatique sur la biodiversité).

### > Le choix des espèces sentinelles

Les espèces ont été choisies en fonction des paramètres suivants :

- > Elles ont **des capacités de déplacements limités**. Ces espèces ne pourront pas migrer assez pour retrouver des conditions climatiques leur convenant. Au fur et à mesure que leurs habitats sont exposés à de plus grands changements, leur risque d'extinction augmente.
- > Elles sont **en limite de leurs aires de répartition** : elles sont dans des secteurs où les conditions

environnementales sont moins favorables qu'au cœur de leur aire de présence.

- > Elles sont **faciles à étudier** : observables, reconnaissables et identifiables. Les protocoles de suivis de ces espèces sont par ailleurs matériellement et humainement possibles à mettre en œuvre.
- > On **maîtrise les autres paramètres humains pouvant impacter ces espèces** sur les sites étudiés : le changement climatique est le principal facteur pouvant les affecter.



## > Les suivis annuels dans les sites d'étude

Les suivis scientifiques sont réalisés sur des sites répartis dans toute la région, couplés à la mise en place de stations météorologiques locales.

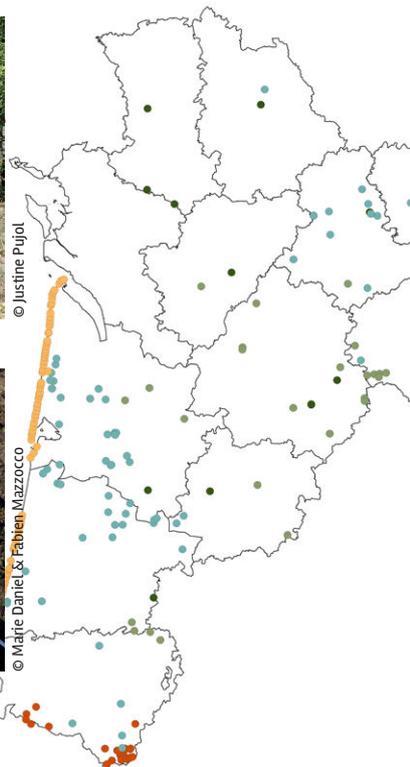
La **mise en œuvre répétée dans le temps** de protocoles établis pour chaque espèce sentinelle permet de suivre l'évolution des effectifs des populations selon des gradients altitudinaux (en montagne) ou latitudinaux (en plaine). Elle permet aussi de suivre le succès reproducteur de certaines espèces sentinelles ou de travailler sur l'évolution de la composition de cortèges d'espèces.

Voici quelques exemples des protocoles mis en œuvre en vidéo :

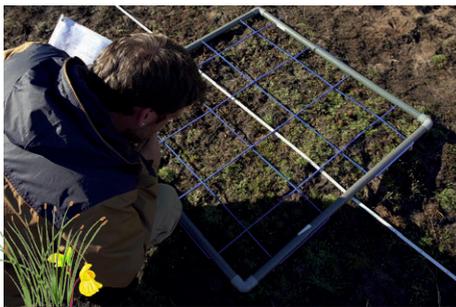
- > [Protocole d'écoute des chants des mâles de rainette ibérique et rainette verte.](#)
- > [Protocole de suivi des papillons le long de transects.](#)
- > [Protocole de suivi de la flore.](#)
- > [Protocole de suivi de la flore en forêt.](#)



Suivi le long de transects



Suivi depuis des points d'observation



Suivi par quadrats



Mise en place des stations météorologiques

En parallèle, les **données climatiques des sites\*** sont systématiquement relevés : les sites sont équipés de **stations météorologiques**. Elles relèvent toutes les heures la température de l'air, la luminosité et l'humidité de l'air.

Ces stations sont **posées à environ 1 m du sol** et permettent

de prendre en compte l'effet de la végétation sur les conditions réelles de vie de la plupart des espèces. Pour celles qui vivent au sol, les stations sont **installées au sol**.

Ces données climatiques locales sont mises en relation avec les données sur les espèces obtenues sur le terrain.

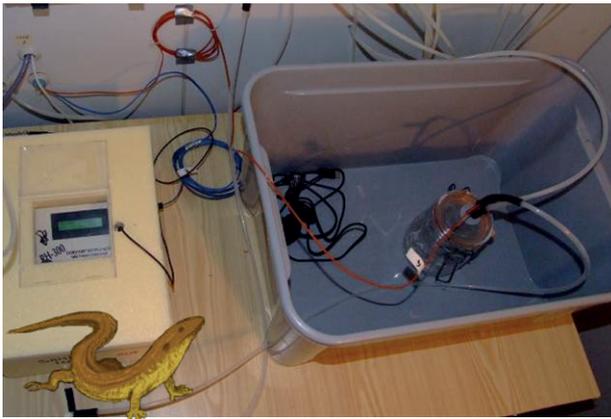


\* les données de Météo France, issues de stations situées à 10 m du sol et disposées tous les 30 km, permettent d'obtenir des données générales sur les conditions météorologiques d'un grand espace, sans influence de la végétation, de la topographie, etc.

## > Les expérimentations scientifiques

Ces suivis sont complétés par l'analyse des effets des conditions environnementales sur la physiologie et le comportement des individus de quelques-unes des espèces sentinelles. On parle alors de **modélisation mécanistique**.

**Des expériences ont été menées en laboratoire** dans des enceintes climatiques, permettant de contrôler la température et l'humidité de l'environnement dans lequel se trouve un individu, mais aussi de lui proposer des éléments lui permettant de moduler son comportement.



Mesures en laboratoire

© Olivier Lourdaïs

**D'autres expériences ont eu lieu *in natura***. Des modèles biomimétiques (imitant le fonctionnement du corps d'un individu), dont la température interne se comporte comme celle du corps d'un individu, ont été disposés dans le milieu naturel de manière à reproduire le choix préférentiel des individus pour certains microhabitats. Ce type d'expérience permet de comprendre l'effet du milieu sur la température corporelle d'espèces ectothermes (dont la température interne dépend des conditions extérieures).



Modèles biomimétiques

© Franck d'Amico

Les chercheurs vous expliquent en vidéo les expérimentations mises en place :

> [Expériences menées sur le lézard vivipare.](#)

> [Expériences menées sur le lézard de Bonnal.](#)

## > La modélisation à partir des données existantes

Enfin, une analyse des données de présence des espèces sur l'ensemble de la région Nouvelle-Aquitaine, corrélées aux données climatiques existantes, est réalisée. Il s'agit ici d'une **modélisation corrélative**.

Les **données de présence des espèces** sont issues des bases de données régionales, liées aux sciences participatives ou au Système d'Information de l'Inventaire du Patrimoine naturel (SINP).

Les **données climatiques** proviennent de la plateforme DRIAS de Météo France, tant pour les données historiques que pour les modélisations projectives de l'évolution des paramètres climatiques selon les scénarios du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) – voir la fiche sur le changement climatique).

Des **données environnementales** ont pu être ajoutées aux modèles afin d'affiner les projections. Certaines sont indépendantes de l'évolution de nos sociétés (topographie, géologie, pédologie en partie), d'autres non (occupation des sols, zones humides par exemple). Pour ces dernières, il n'existe pas de projection de leur évolution future. Ceci constitue une première limite aux projections géographiques effectuées.

Il y en a d'autres. Par exemple :

- > Les continuités ou discontinuités écologiques nécessaires au déplacement des espèces ne sont pas intégrées.
- > Les capacités de dispersion des espèces ne sont pas prises en compte.
- > Les interactions entre espèces peuvent aussi limiter leur capacité à s'implanter ailleurs. Ce paramètre n'est pas modélisé ici.
- > Les données climatiques disponibles ont une résolution bien moins fine que celle des données de présence.



# — La démarche scientifique —

## > Qu'est ce qu'une démarche scientifique ?

Des **OBSERVATIONS** qui engendrent **QUESTIONNEMENT**



Recherche des **INFORMATIONS** dans la **BIBLIOGRAPHIE**



Émergence d'**HYPOTHÈSES** puis d'**OBJECTIFS**



Choix, construction et mise en œuvre des **MÉTHODES**

## > Et pour les sentinelles du climat, ça se traduit comment ?

### LES PHÉNOMÈNES OBSERVABLES

Changement climatique

- +1°C depuis 1900.
- De plus en plus de canicules...



Érosion de la biodiversité

- Disparition des milieux naturels.
- Moins de chants d'oiseaux.
- Moins de papillons...

ET LOCALEMENT ?

COMMENT MESURER CE QUI SE PASSE ?



### FAIRE DE LA BIBLIOGRAPHIE

C'est lire, se poser des questions, réfléchir...



REVUE SCIENTIFIQUE (EN 2016)

Environ 3000 articles au niveau mondial sur les effets du changement climatique sur la biodiversité.

### CONSTAT LOCAL

Manque de connaissances sur la biodiversité régionale.  
(D'APRÈS LE RAPPORT ACCLIMATERRA, COMITÉ SCIENTIFIQUE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN NOUVELLE-AQUITAINE)



### EUREKA !

À un endroit donné, les effets du changement climatique s'observeront sur les espèces qui ne se déplacent pas ou peu et qui sont sensibles à leurs conditions de vie extérieures.



### LES OBJECTIFS

- Déterminer les effets du changement climatique sur ces espèces.
- Prédire la réponse de ces espèces.
- Informer et sensibiliser pour agir ensemble et protéger la nature.



### DÉFINIR LES PROTOCOLES

Un travail commun de réflexions et d'essais.



Réflexion autour des différents modèles analysant la répartition des espèces.



Test du protocole de suivi des papillons in situ.

### Des protocoles de suivi en milieu naturel



Observer pendant un temps donné les familles de marmottes depuis un point fixe. Compter les marmottes.



Écouter et compter pendant un temps donné les chants de rainette ibérique et de rainette méridionale depuis un point fixe.



Rechercher et compter les lézards ocellés ou leurs traces dans une "placette" située sur la dune, pendant un temps donné.



Identifier les espèces végétales prédominantes et estimer leur recouvrement dans une "placette" sur une lagune.



Parcourir un transect\* de 100 m dans une prairie calcicole. Noter les espèces de papillons recroisées dans une boîte à vue de 5 x 5 m.



Trouver et compter les lézards de grenouille des Pyrénées dans une vasque correspondant à une "placette".

### Des expériences



Étudier les préférences thermiques du lézard de Bonnat dans un laboratoire à ciel ouvert grâce à des avatars.



Étudier les effets de l'augmentation de la température et de la baisse de l'humidité sur les performances physiques du lézard vivipare.

### OBTENIR DES DONNÉES SUR LE CONTEXTE MÉTÉOROLOGIQUE



Installation d'une station météorologique sur un site de suivi.



Régularisation des données de température et d'humidité enregistrées en continu toutes les heures sur les sites de suivi.

### OBTENIR DES DONNÉES SUR L'OCCUPATION DES SOLS



Obtenir des photographies de haute précision des sites étudiés grâce à un drone.



Un programme scientifique, quel qu'il soit, découle d'un constat et de questionnements.

La démarche engagée par les nombreux partenaires du programme les sentinelles du climat est celle des

chercheurs, des scientifiques qui, tous les jours, montent des sujets de recherche et d'analyse. Elle est aussi celle appliquée et enseignée en milieu scolaire en sciences !

Collecte et mise en forme des **DONNÉES**

Description et analyses pour obtenir des **RÉSULTATS**

**DISCUSSIONS, CONCLUSION**

Vers de **NOUVELLES QUESTIONS**

**PAR LA MISE EN ŒUVRE DES PROTOCOLES, ON OBTIENT :**

- Des données sur les espèces issues des suivis sur le terrain ou des expériences.
- Des données météorologiques (température et humidité), heure par heure, toute l'année.
- Des données sur les habitats et la végétation.

**ON RÉCUPÈRE AUSSI DES DONNÉES DÉJÀ EXISTANTES !**

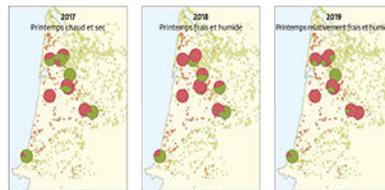
- Bases de données sur la présence des espèces à un endroit précis.
- Bases de données météorologiques et climatologiques passées et à venir (les scénarios).
- Bases de données régionales d'occupation des sols.

**STRUCTURER ET CHOISIR LES DONNÉES ACQUISES POUR LES ANALYSES**

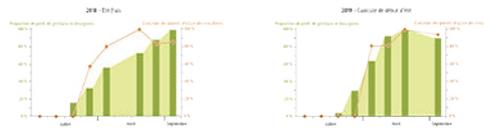
**DE LA DESCRIPTION DES DONNÉES POUR LES RÉSUMER ET LES DÉCRIRE...**

Par exemple, représenter la part des chants de deux espèces de rainettes selon les années.

- Un carabonnet + un site d'équipe
- Part des chants de la rainette méditerranéenne
- Part des chants de la rainette méridionale
- Point de présence de la rainette Belgique
- Point de présence de la rainette méridionale



Ou, représenter en parallèle les données sur le bourgeonnement de la gentiane des marais et sur la ponte de l'azuré des mouillères au cours de la saison.



**... JUSQU'ÀUX ANALYSES STATISTIQUES DES DONNÉES**

**Pour tester les hypothèses, effectuer des corrélations, calibrer des modèles**

Par exemple, calibrer des modèles de répartition des espèces grâce aux données climatiques et aux données de présence des espèces au temps présent.

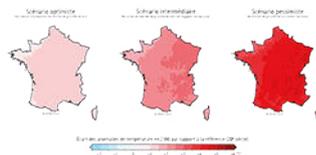
**Pour établir des scénarios prédictifs des conséquences futures du changement climatique**

Intégration des données des scénarios prédictifs du changement climatique pour 2100 (les scénarios diffèrent selon notre capacité à limiter plus ou moins nos émissions de gaz à effet de serre).

Potentialité de présence en 2020 de la Fétuque de Timbal-Lagrave - *Festuca marginata* -



Scénarios prédictifs construits par Météo France



Cartes de prédiction de la répartition de l'espèce en 2100



**INTERPRÉTER ET CONCLURE**

- Interprétation des résultats.
- Confrontation des résultats avec la bibliographie.
- Confirmation ou infirmation des hypothèses.
- Mise en avant des choix dans le traitement des données et leur analyse.
- En tirer des conclusions, même non définitives.



**RESTITUER**

- Diffuser ces nouvelles informations aux décideurs pour agir en faveur de la protection de la nature.
- Diffuser ces nouvelles informations à chacun, responsable de ses choix et de ses prises de décisions.

