



les sentinelles du climat

Etude des effets spatio-temporels du changement climatique sur les lépidoptères en région Nouvelle-Aquitaine



© F. Mallard



© F. Mallard



© F. Mallard



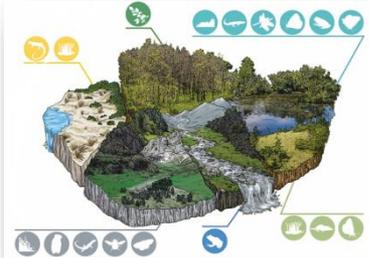
© M. Molières

Fanny Mallard et Sandy Bulté
Association Cistude Nature
Chemin du Moulinat - 33185 Le Haillan
Email : fanny.mallard@cistude.org
Sandy.bulte@cistude.org

Plan Régional d'Actions en faveur des Lépidoptères patrimoniaux d'Aquitaine, 3 avril 2019 - Sabres



Plan de l'exposé



- **1.** Démarche de recherche du programme « les sentinelles du climat »



- **2.** Suivis du cortège de lépidoptères de pelouses calcicoles, de landes humides et de montagne

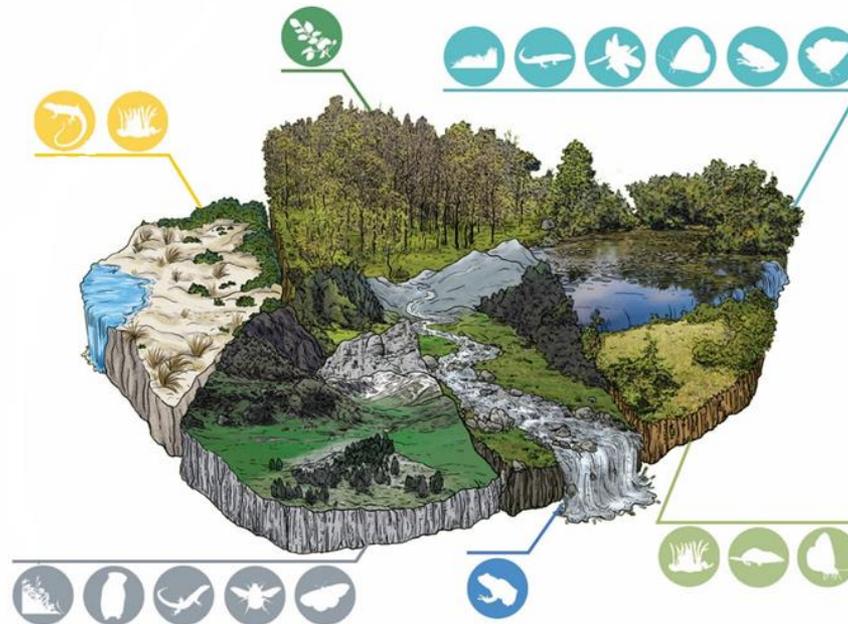


- **3.** Suivis phénologiques de *Gentiana pneumonanthe* et des pontes de *Phengaris alcon* écotype « *alcon* »

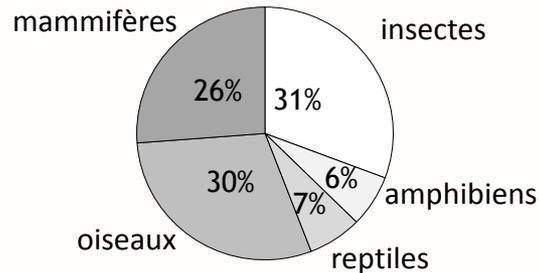


les sentinelles du climat

Démarche de recherche du programme



Démarche de recherche



Contexte

Limites de la connaissance actuelle...
La compréhension des effets locaux essentielle pour guider les actions de conservation



Problématique

Comment évaluer et prédire la réponse de la biodiversité face au changement climatique à l'échelle régionale?



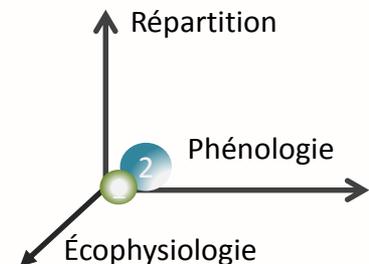
Hypothèse

Mesurer par des indicateurs d'espèces ou groupes d'espèces sentinelles : capacités de déplacements faibles, habitat spécifique, sensibilité climatique, connaissance sur la biologie, protocole simple, objectifs de conservation

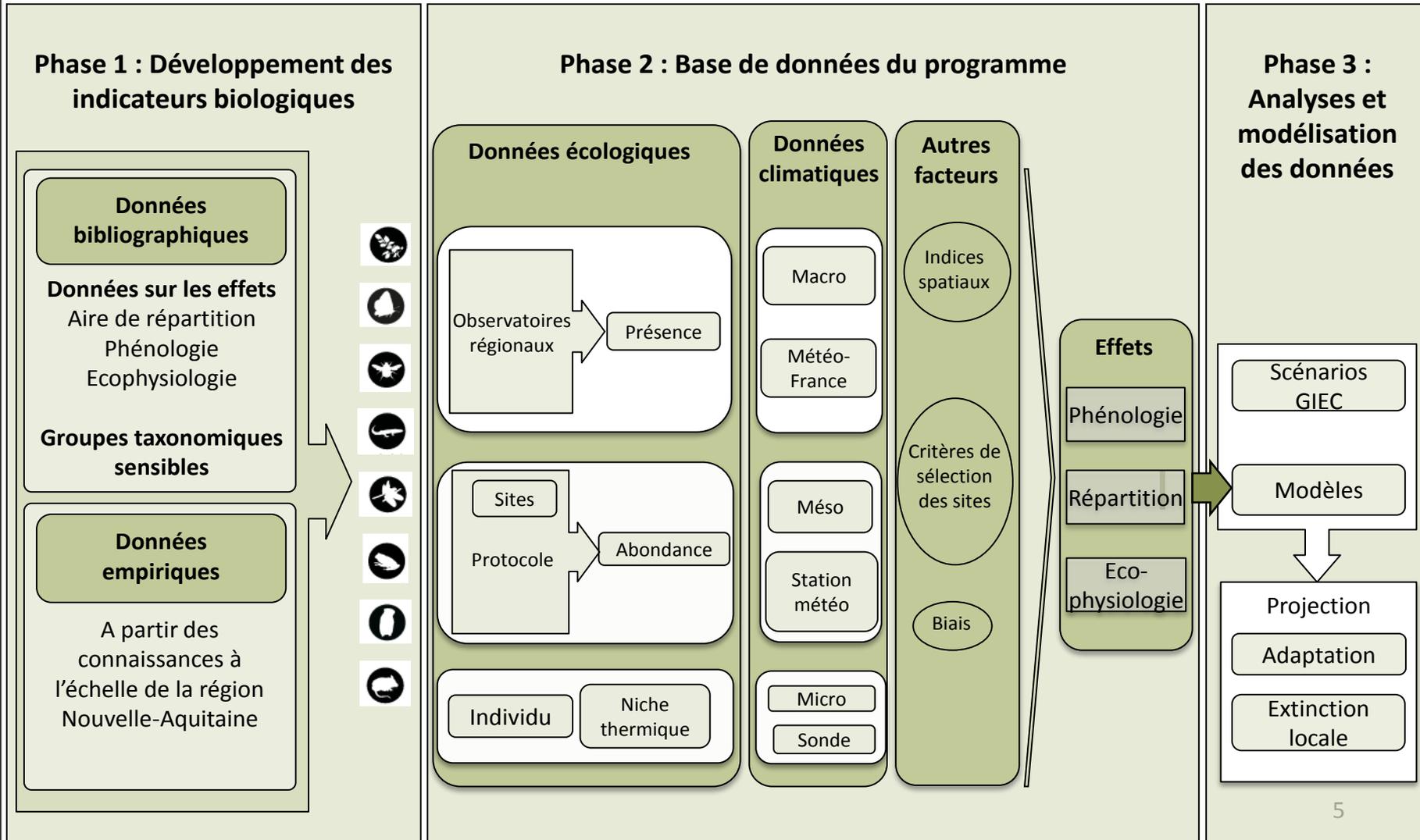


Objectifs

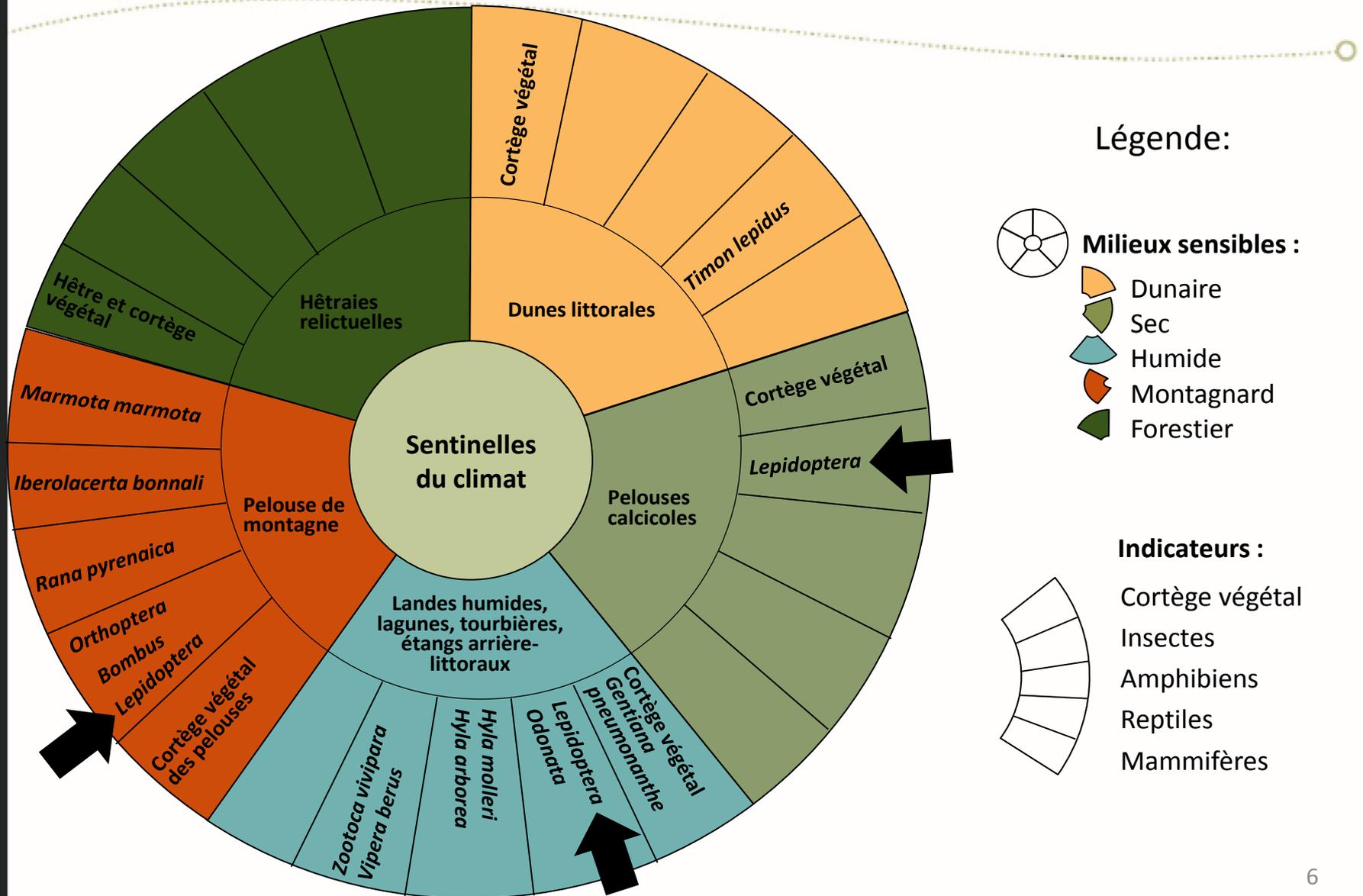
- **1^{er} écologique** : déterminer les effets spécifiques
- **2^{ème} biogéographique** : évaluer la réponse prévisionnelle



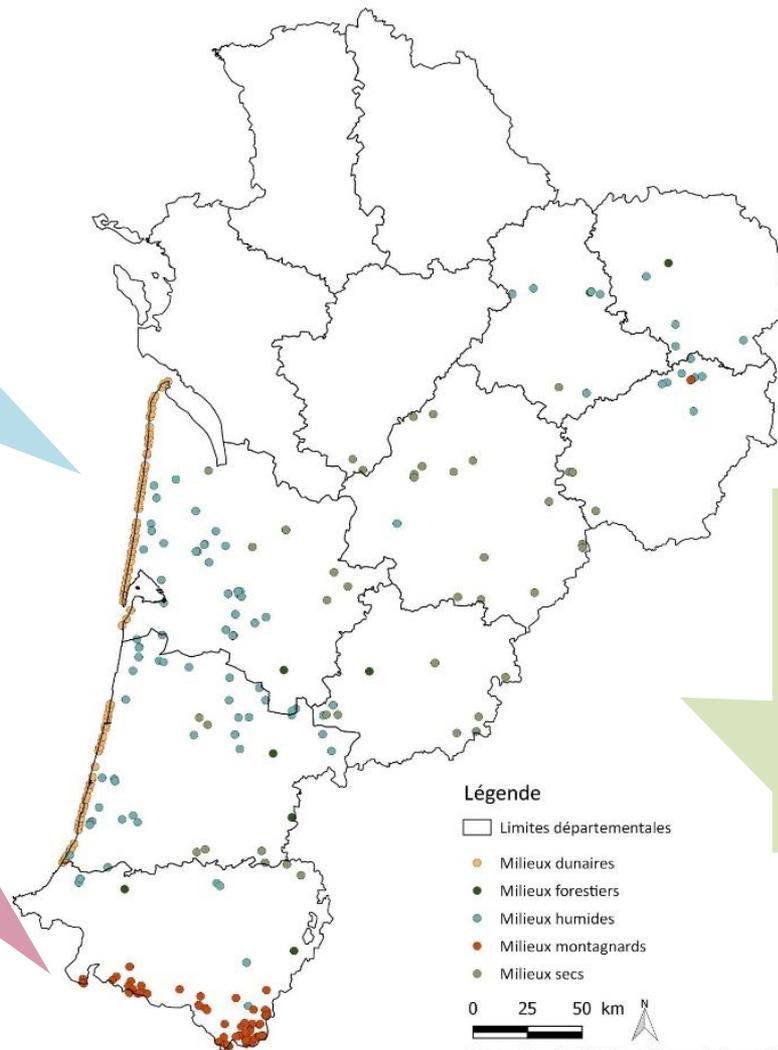
Cadre de la modélisation



Espèces sentinelles du climat



Sélection des sites d'étude



Critères :

- Type d'habitat
- Bon état écologique
- Surface
- Gestion constante
- Maîtrise foncière
- Répartition spatiale



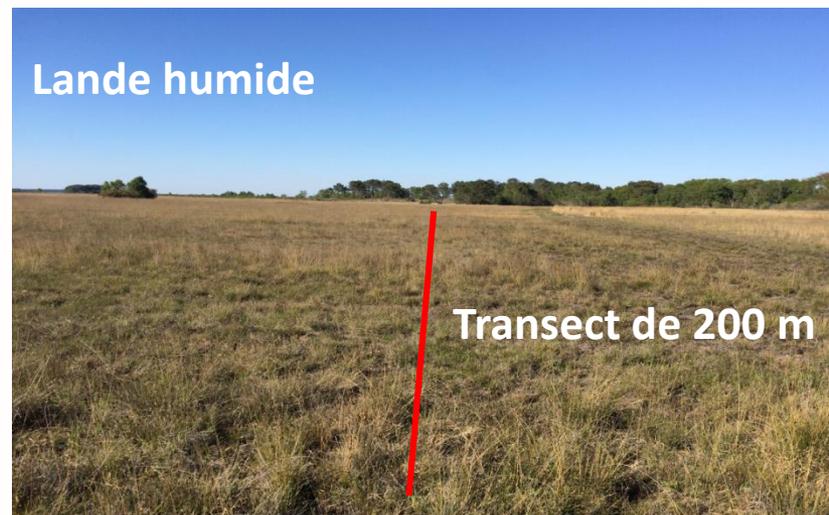
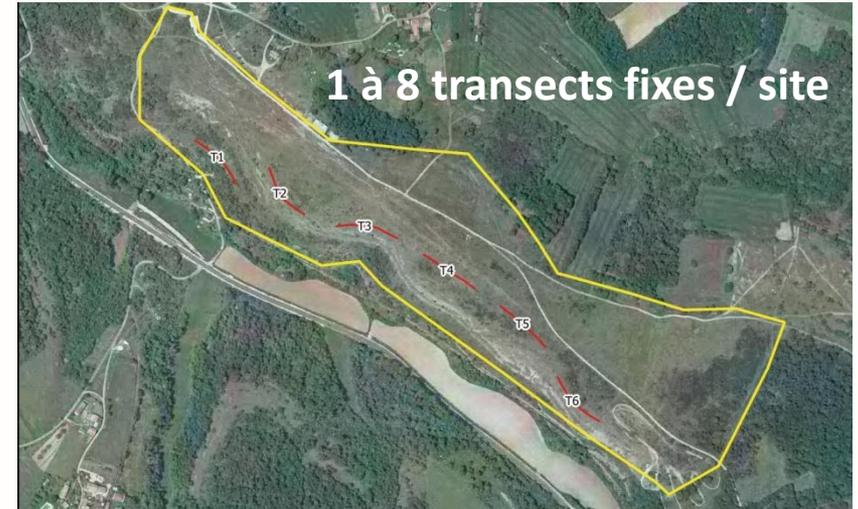
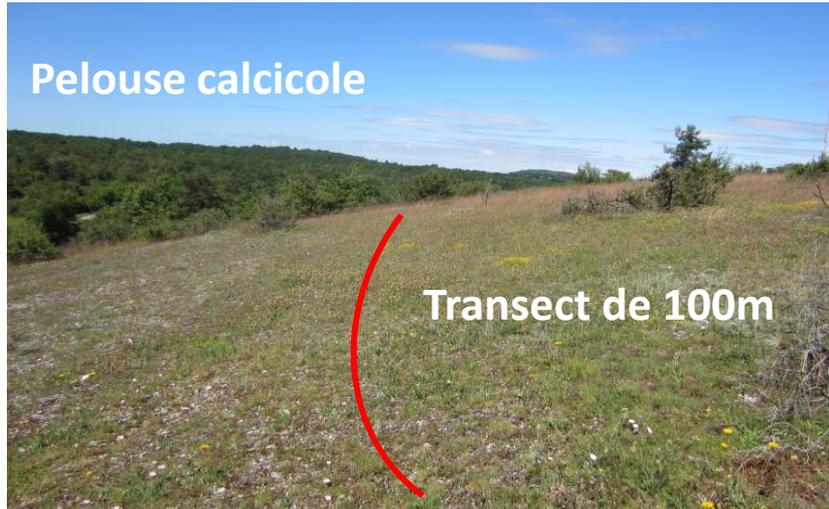


les sentinelles du climat

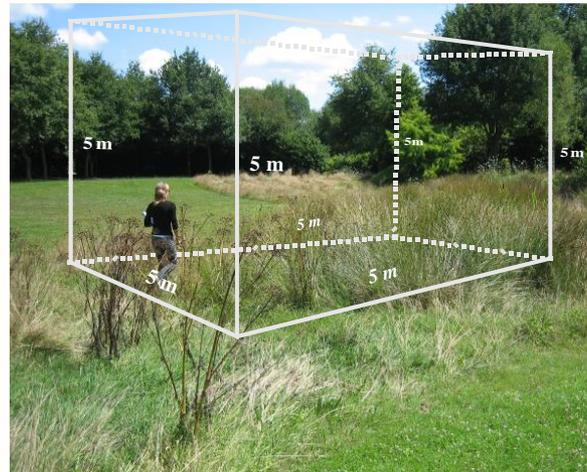
**Suivis du cortège de lépidoptères
de pelouses calcicoles, de landes humides
et de montagne**



Positionnement des transects



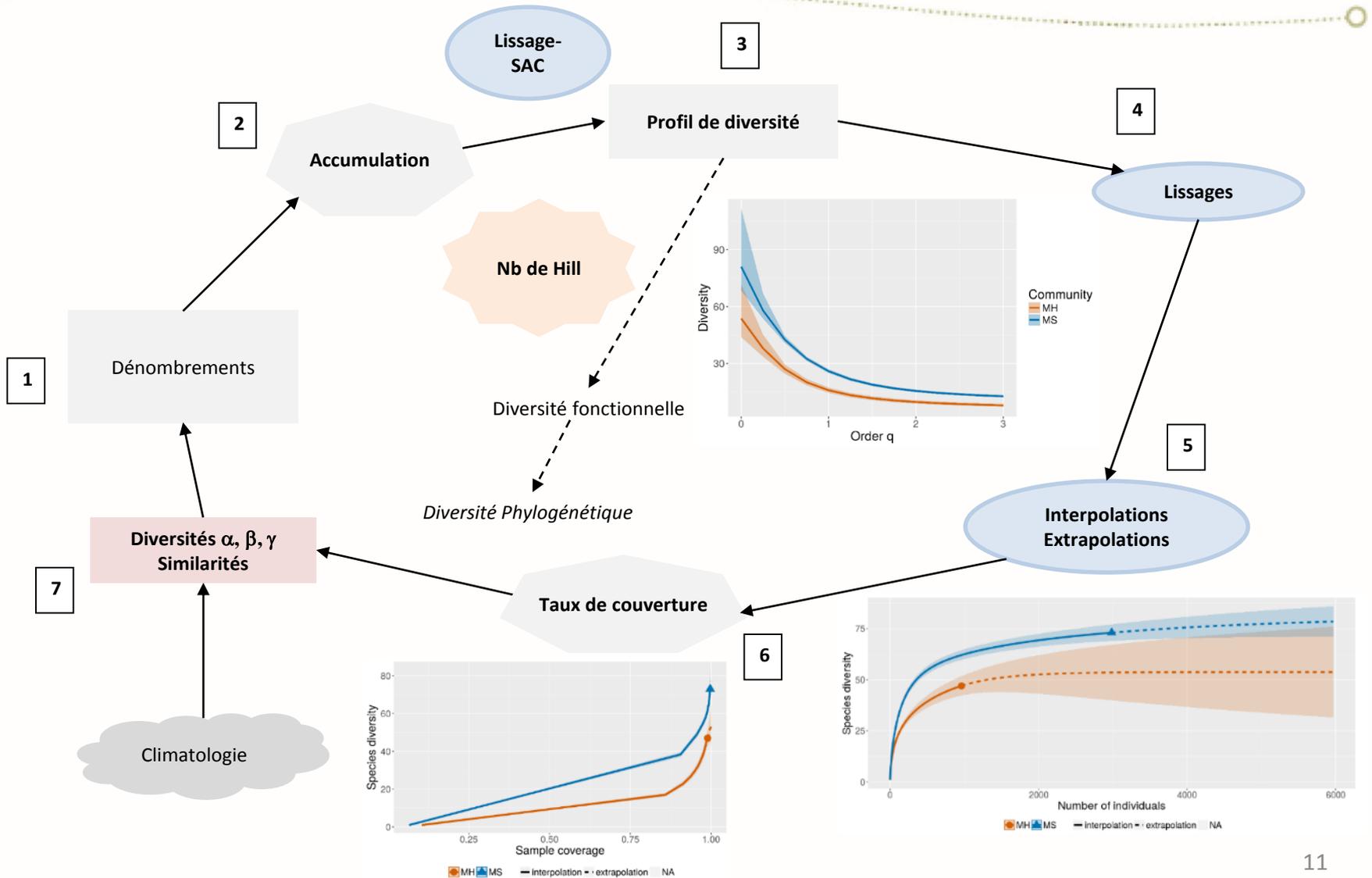
Méthode de relevés standardisée



- Durée 10 ± 1 min
- Détermination
 - > 2 min : mise en bocal
 - 26 espèces à détermination délicate
 - Prélèvement espèces non déterminables : analyse des genitalia
 - Groupes d'indétermination niveau 1 et 2
- 4 à 8 relevés / an
- Entre 10h-17h
- Bonnes conditions météo.



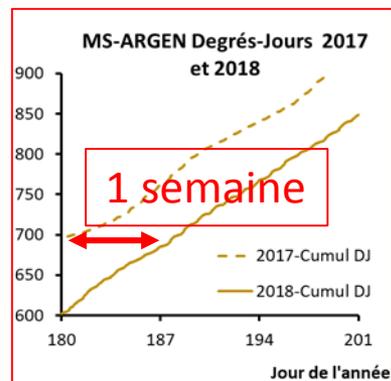
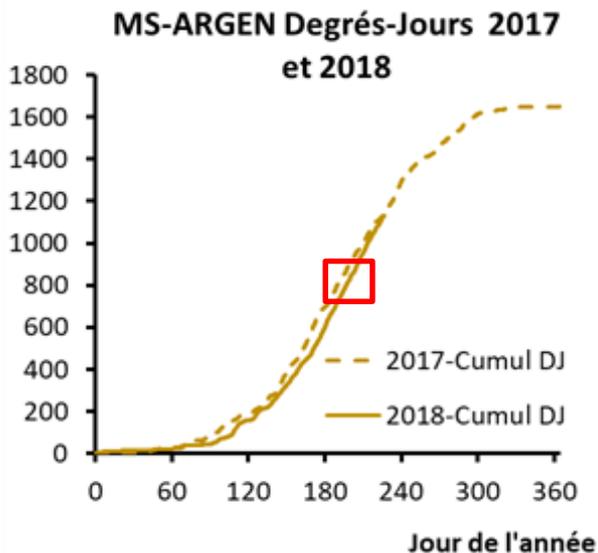
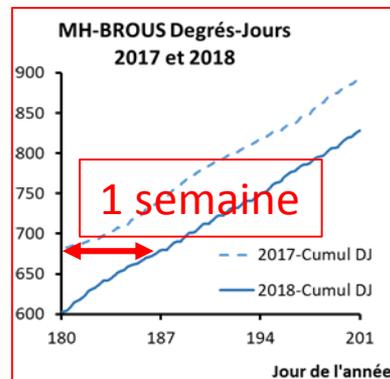
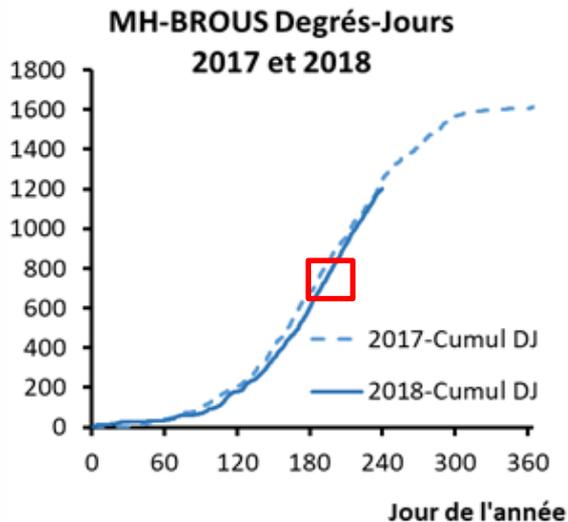
Plan d'analyse



Evaluation effort d'échantillonnage

	2018	Effort		2018	Effort		2018	Effort
			Pelouse du Puy Pialat	70	3→8			
			Pelouse du Puy d'Ayen	83	3→6			
			Pech de Pastur	85				
			Coteau de Mounicou	87	4→6			
Tourbière des Dauges	50	3→8	Coteau de Milauvieux	87		Peyrenère	72	(4→5)
Tourbière de l'Estiraux	78	sup.	Terre de Thouil	89		Somport	72	(4→5)
Tourbière de Buzy	86		Coteau d'Eybènes	91		Soques	76	4→5
Lande de Pouchau	86	4→6	Vallée de la Vézère	91		Pombie	78	4→5
Lande de la Flotte	87		Parc Panoramis	92		Sagette	79	4→5
Vallon de Clamondé	91		Plateau d'Argentine	92		Bizkarzé	85	
Etang de Biscarosse	91		Coteau de Cadillon	93		Séous	90	
Aérodrome Saucats	92		Coteau de Pujols	94		Soussouéou	90	
Ellorimendi	92		Vallée du Boudouyssou	94		Arrious	92	
Grandes Landes	92		Coteau de Trémolat	94		Lagouare	92	
Etang de Lacanau	93		Coteau de la Panche	95				
Barthes de l'Adour	96		Coteau de Grousset	95				
Lande de Brousteyrot	97		Coteau de Payros-Cazautet	95				
Marais du Pouch	97		Coteau du Moulin	95				
Tourbière de Maoucout	100		Causses de Daglan	95				
			Coteau des Fontenelles	96				
			Lande de St-Laurent	96				
			Coteau de Borrèze	96				
			Coteau du Breuilh	97				

Météo milieu humide et sec 2017/2018

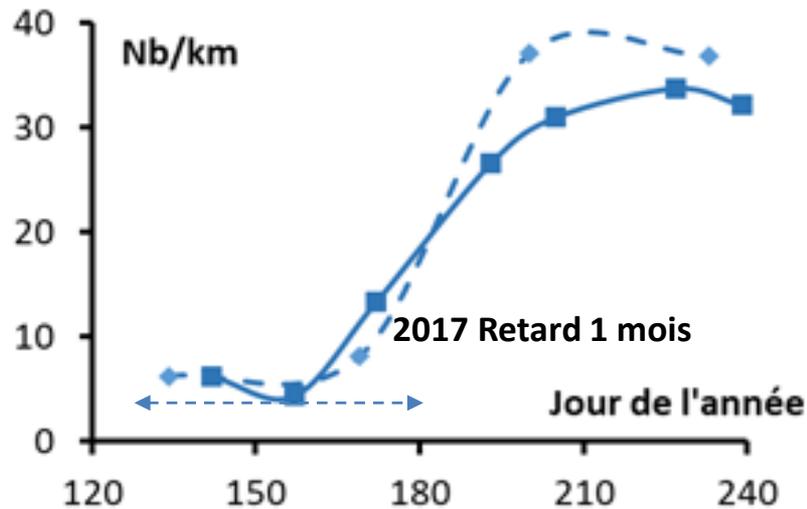


 Saisons printemps/été
 2017 = « représentative » du réchauffement
 2018 = « représentative » d'une année « référence »

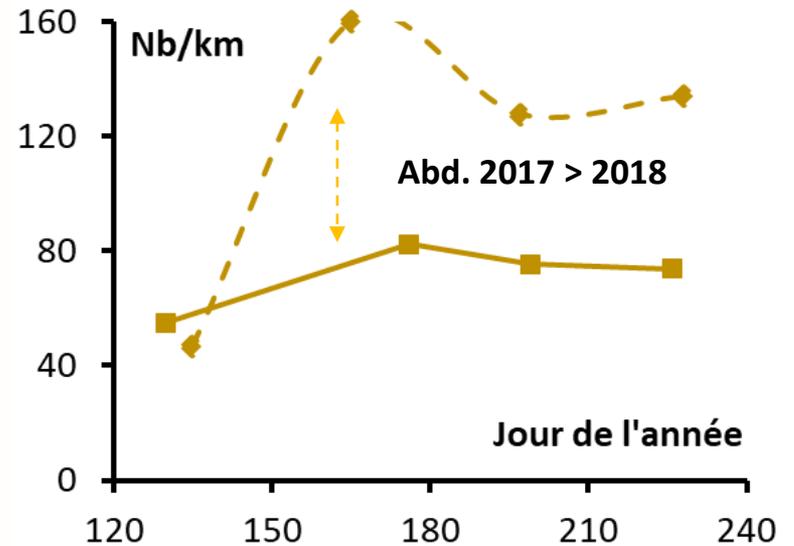
Test de Wilcoxon signé ($\alpha=05$) :
 $V=14749702$, $p < 0001$;
 $V=13335853$, $p < 0001$

Abondance

- 2017_Brou_Hu_4 d._4 t. de 0.200 km = 3.200 km
- 2018_BROUS_7 d._4 t. de 0.200 km = 5.600 km

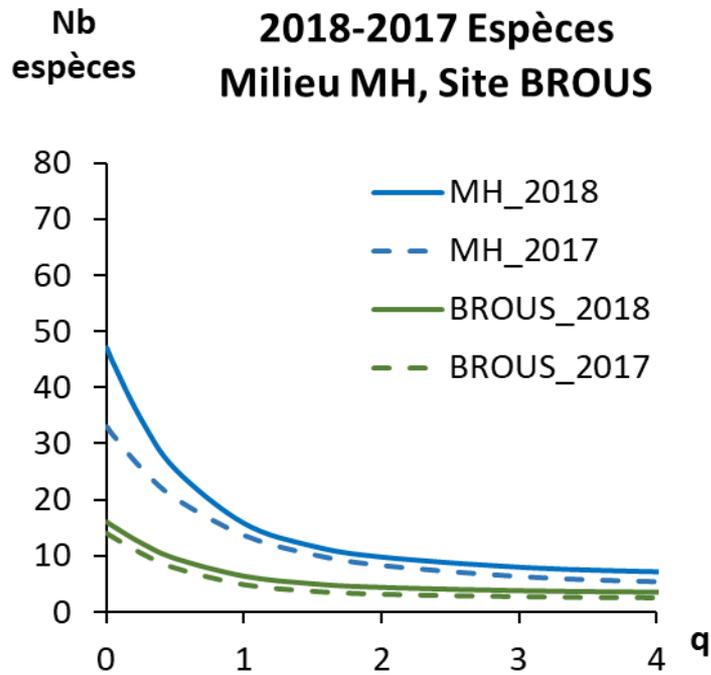


- 2017_Arge_Ps_4 d._6 t. de 0.100 km = 2.400 km
- 2018_ARGEN_4 d._6 t. de 0.100 km = 2.400 km

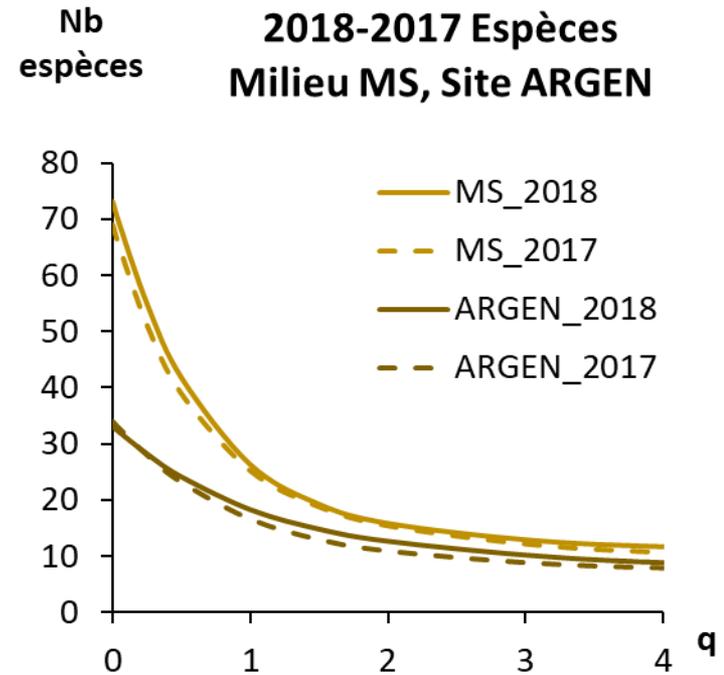


Test de Wilcoxon signé ($\alpha=05$) : $V=131$, $p < 0001$; $V=561$, $p < 0001$

Profil de diversité spécifique

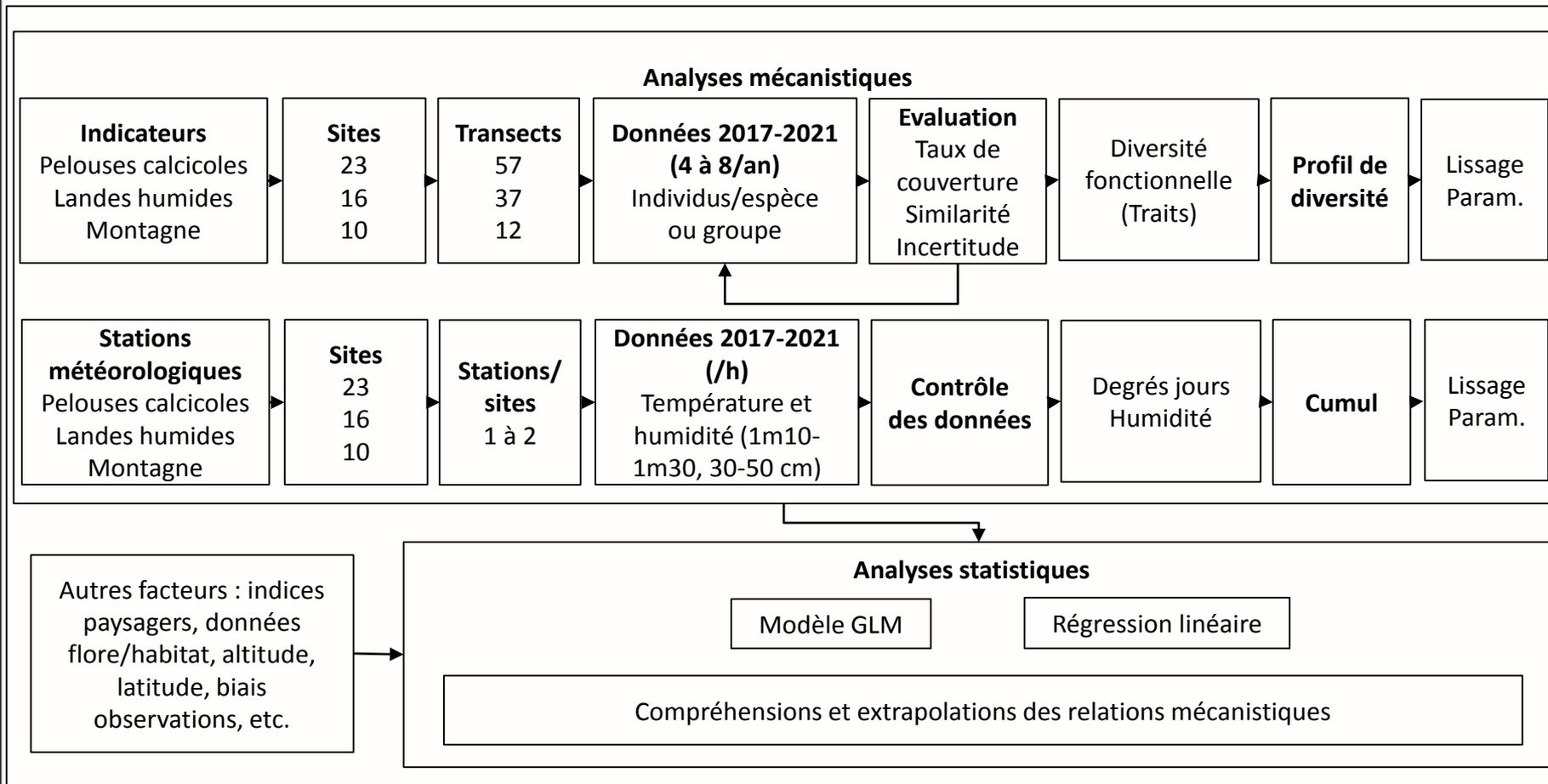


2017 diminution diversité

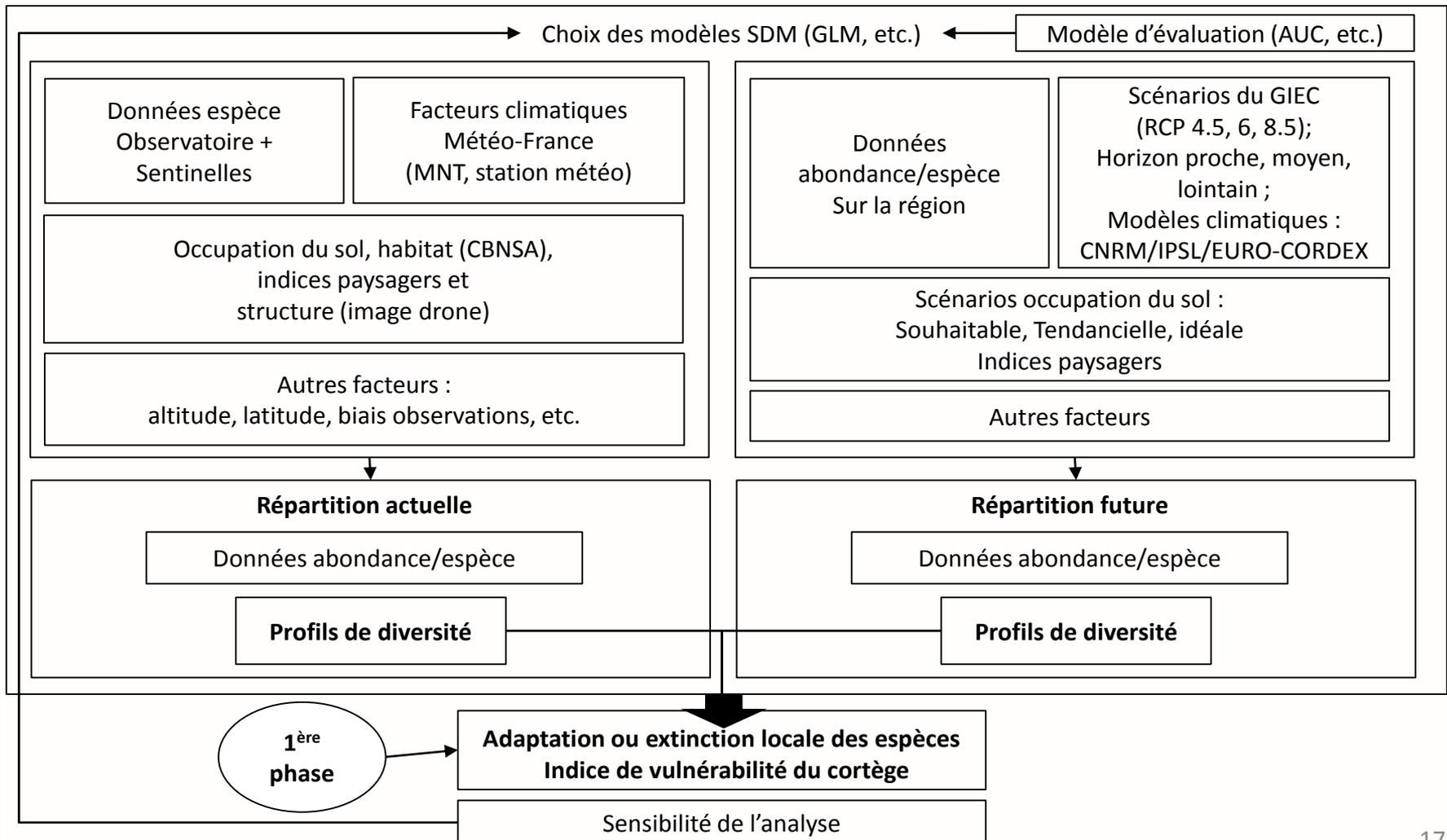


2017 = 2018

1^{ère} phase modélisation mécanistique



2^{ème} phase modélisation corrélative



Discussion

Apports 2016 - 2018	Limites	Perspectives
<ul style="list-style-type: none">● Evaluation du protocole- Données sur 49 sites (envi. 13858 ind., 114 espèces)	<p>Pas de site en Poitou-Charentes</p>	<p>Accès aux données OAFS</p>
<ul style="list-style-type: none">- Comptage standardisé	<p>Groupes indéterminés pris en compte</p>	<p>Incertitude <5% des indéterminations</p>
<ul style="list-style-type: none">- Effort d'échantillonnage	<p>8 sites à augmenter (seuil stat >95%)</p>	<p>Analyse à l'échelle régionale et site Evaluation de l'effort + sur 8 sites</p>
<ul style="list-style-type: none">● Analyse climat-lépidoptères- Profil de diversité estimé + Dispersion Bootstraps- Lissage du profil de diversité (paramètres)- Similarités des sites	<p>Pas de prise en compte de l'histoire évolutive, de traits, des données de présence/absence</p>	<p>Intégration d'une méthode d'analyse de la diversité spécifique, phylogénétique et d'autres traits Extension à des données de présence-absence</p>
<ul style="list-style-type: none">- Météo: relation avec degrés jours – profil – intégration du métabolisme	<p>Temps de gestion des bases de données</p>	<p>Mise en place de macro VBA Associer T°C et H° aux profils</p>
<ul style="list-style-type: none">- Modélisation et projection	<p>Accès à une masse de données présence</p>	<p>Modélisation répartitions futures des espèces</p>



les sentinelles du climat



Suivis phénologiques de *Gentiana pneumonanthe*
(L., 1753) et des pontes de *Phengaris alcon*
écotype « alcon » (D & S., 1775)



Rappel : cycle biologique de *Phengaris alcon*



Plante hôte : *Gentiana pneumonanthe*

Dépend de deux hôtes



Fourmis hôtes du genre *Myrmica*

Types d'habitats :

- Landes humides ouvertes à molinie.
- Landes humides à Bruyère ciliée et Bruyère à quatre angles.
- Landes mésophiles à Fougère aigle.



Les sentinelles du climat

Suivis de *G. pneumonanthe* et *P. alcon*

- **Problématique**

- Quelle est la réponse prévisionnelle des populations de *Phengaris alcon* « *alcon* » au décalage de la floraison de sa plante hôte, *Gentiana pneumonanthe*, liée à un changement climatique ?

- **Hypothèses**

- Retard de floraison de *Gentiana pneumonanthe* variable selon la zone géographique et le contexte (montagne / plaine, etc.).
- Impacts sur les pontes de *Phengaris alcon*.

- **Objectifs**

- Déterminer les impacts du changement climatique sur la phénologie de *Gentiana pneumonanthe*.
- Evaluer les conséquences des modifications phénologiques de *Gentiana pneumonanthe* sur les populations de *Phengaris alcon*.

Sélection des sites de suivis

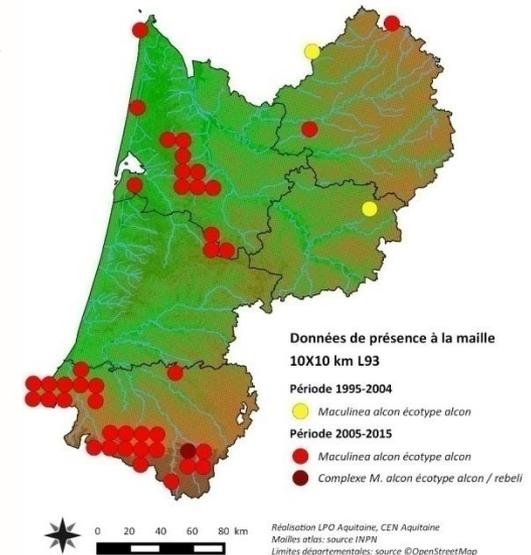
La sélection des sites en fonction de :

- la répartition de *Phengaris alcon* en Nouvelle-Aquitaine ;
- la présence de populations importantes sur des habitat à forte densité de gentianes ;
- une sécurisation foncière suffisante ;
- une autorisation d'accès.



Carte de localisation des sites pour les suivis *G. pneumonanthe* & *P. alcon*.

Au total : 5 sites suivis et 4 sites équipés d'une station météorologique



Carte issue du pré-Atlas des rhopalocères et zygènes d'Aquitaine. 22

Méthodologie d'inventaire

Démarche de mise en place du protocole

- **Constat** : pas de protocole standardisé à l'échelle nationale => nécessité d'établir un protocole qui réponde aux objectifs : échantillonner un maximum de gentianes avec un maximum d'œufs.
- **Etape 1** : après consultation de la bibliographie et plusieurs échanges, construction de deux protocoles d'échantillonnage et test de ces deux méthodes en 2017.



**Méthode des quadrats permanents de
100m²**



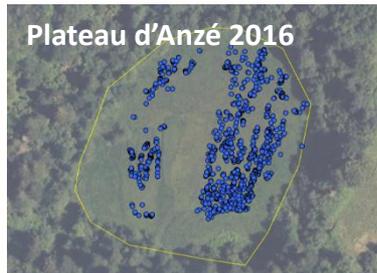
**Méthode des transects (~ 100m de
long et 2m de large)**

Méthodologie d'inventaire

Démarche de mise en place du protocole



Lande de Pouchau 2017



Plateau d'Anzé 2016



Plateau d'Anzé 2018

Etape 2 : Comptage des pieds de *Gentiana pneumonanthe* sur chaque site.

• **Objectifs** : connaître et évaluer l'évolution de la répartition spatiale de *Gentiana pneumonanthe* sur chaque site.

• **Méthode** :

- Parcours de l'ensemble de la zone favorable à *Gentiana pneumonanthe* par bande de 2 mètres à faible vitesse.
- Pointage au GPS de tous les **pieds détectables** de *Gentiana pneumonanthe*.

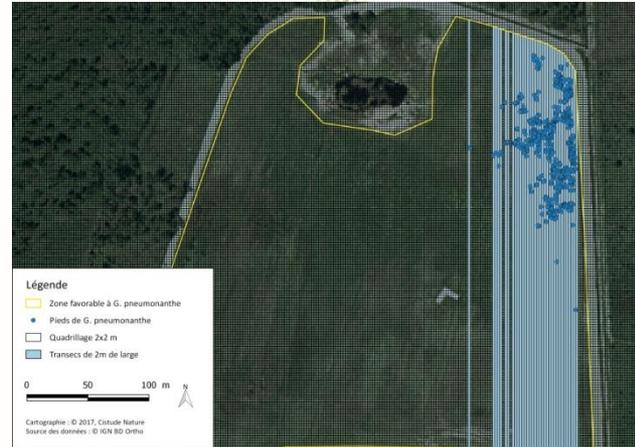
• **Fréquence** : tous les deux ans.

Méthodologie d'inventaire

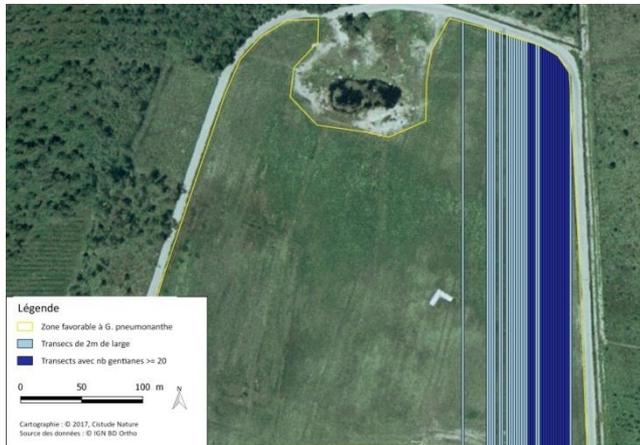
Démarche de mise en place du protocole



1. Quadrillage par quadrats de 2x2 m



2. Transects de 2m de large par fusion des quadrats + dénombrement des gentianes/transect



3. Sélection des transects dont nb gentiane > ou = à 20 (15 transects)



4. Tirage aléatoire parmi les 15 transects pour atteindre 20%

• **Etape 3** : localisation et sélection du nombre de transects à suivre pour chaque site.

• **Objectifs** : suivre **20% des effectifs** de gentianes recensés.

⇒ **Tirage au sort** d'un nombre X de transects parmi ceux à plus forte densité de gentianes (paramètre variable selon les sites) pour suivre **20% de la population** de gentianes.

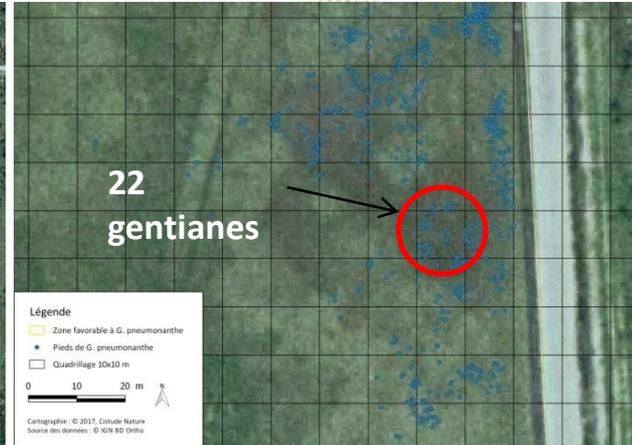
⇒ **Nombre de transects à suivre variable** selon les sites : 4 à 6 par site.

Méthodologie d'inventaire

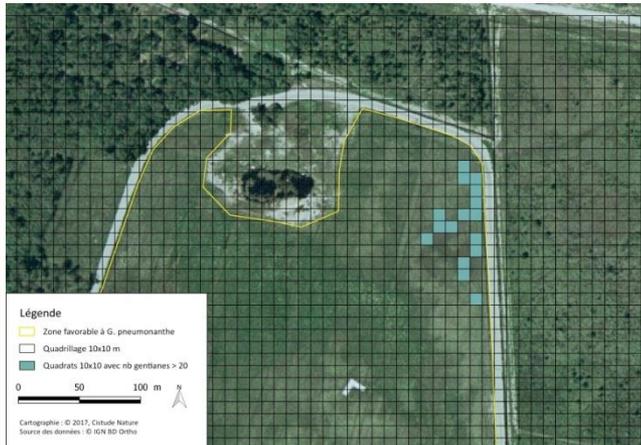
Démarche de mise en place du protocole



1. Quadrillage par quadrats de 10x10 m



2. Dénombrement des gentianes/quadrat



3. Sélection des quadrats dont nb gentiane > ou = à 20 (16 quadrats)



4. Tirage aléatoire parmi les 16 quadrats pour atteindre 20%

• **Etape 3** : localisation et sélection du nombre de quadrats à suivre pour chaque site.

• **Objectifs** : suivre **20% des effectifs** de gentianes recensés.

⇒ **Tirage au sort** d'un nombre X de quadrats parmi ceux à plus forte densité de gentianes (paramètre variable selon les sites) pour **suivre 20% de la population** de gentianes.

⇒ **Nombre de quadrats à suivre variable selon les sites** : 4 à 6 par site.

Méthodologie d'inventaire

Démarche de mise en place du protocole

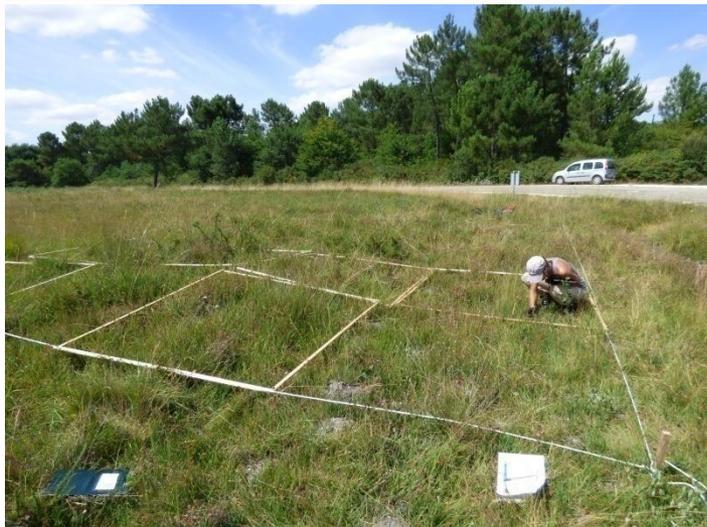
- **Etape 4** : mise en application des deux protocoles et choix de la meilleure méthode.

	Quadrats	Transects
Mise en œuvre sur le terrain	Pas de difficultés particulières.	Difficultés de mise en place sur végétation un peu haute + risque de décalage du transect entre chaque suivi.
Surface inventoriée	Fixe pour tous les sites : 100m ² .	Variable selon les sites.
Localisation sur les zones les plus denses en gentianes	Peut être difficile si répartition diffuse des gentianes.	Difficulté surtout liée à la précision du positionnement du transect.
Impacts sur le milieu	Piétinement important.	Piétinement.

=> **Méthode des quadrats de 100m² : meilleur compromis** entre effort d'échantillonnage, facilité de mise en place et nombre de gentianes contactées mais **suivis lourds en termes de temps** et piétinement important => **réduction du nombre de quadrats** à suivre par site.

Méthodologie d'inventaire

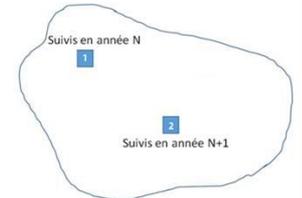
Protocole de suivis de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*



- **Méthode** : quadrats permanents de 100m².

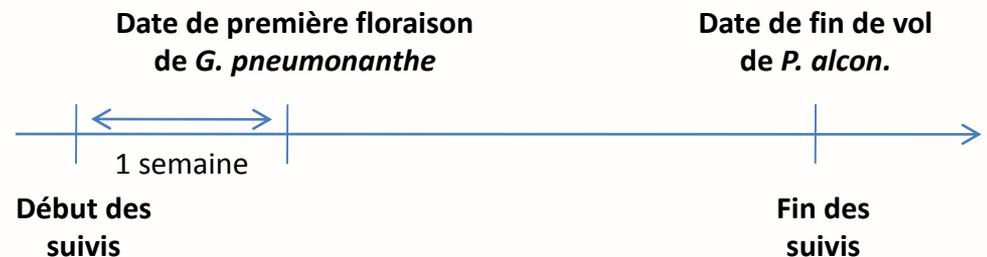
- **Nombre de quadrats suivis** :

- 2 quadrats par site ;
- 1 quadrat suivi par an,
- suivis du même quadrat tous les deux ans.



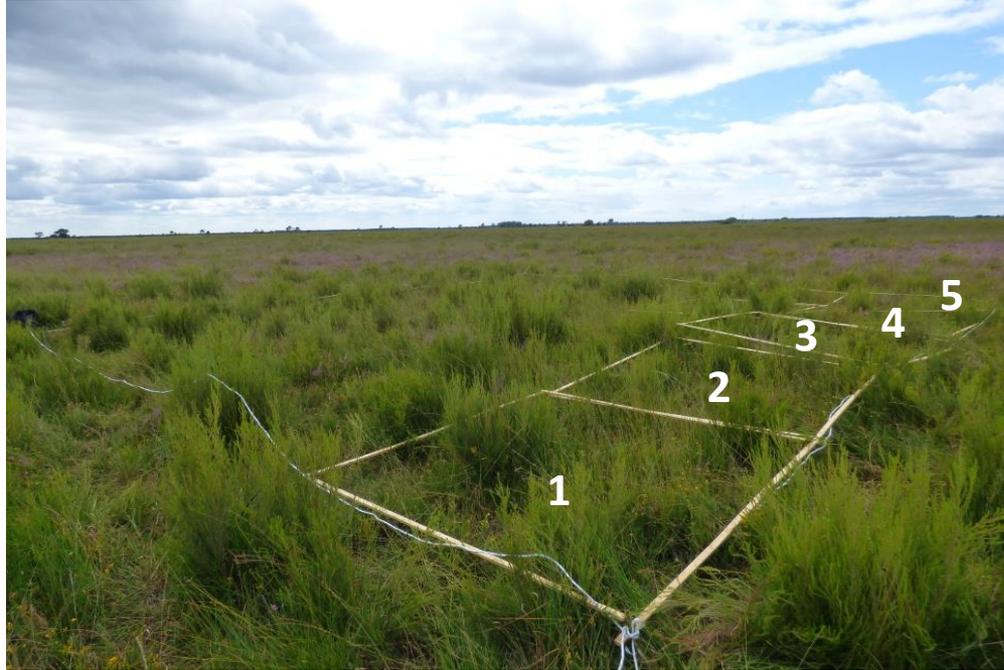
- **Fréquence des suivis** : 1 passage par semaine.

- **Période des suivis** : nombre de passages variable selon les sites.



Méthodologie d'inventaire

Protocole de suivis de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*

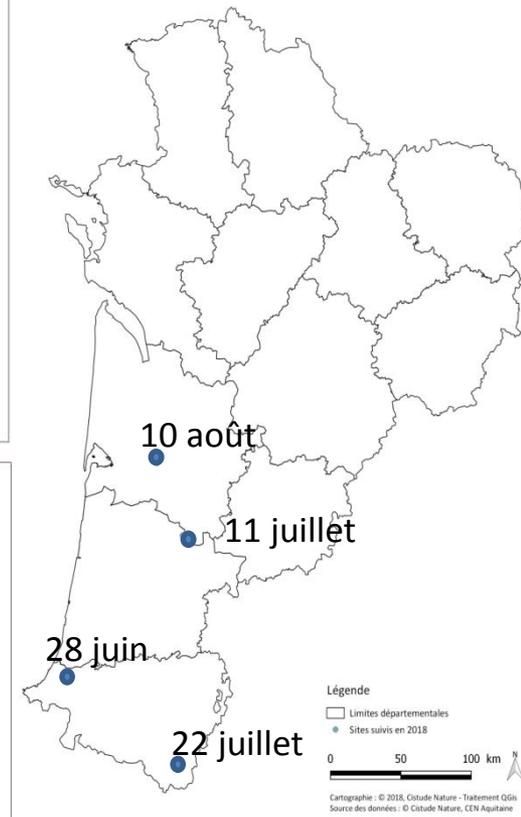
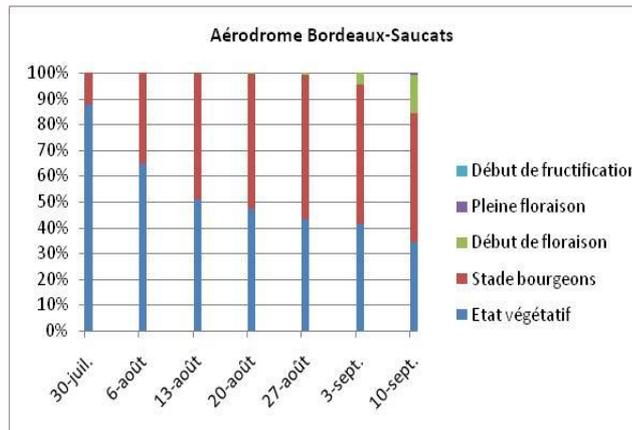
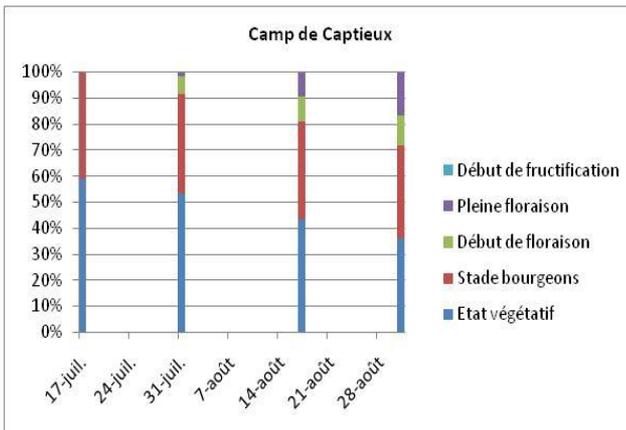
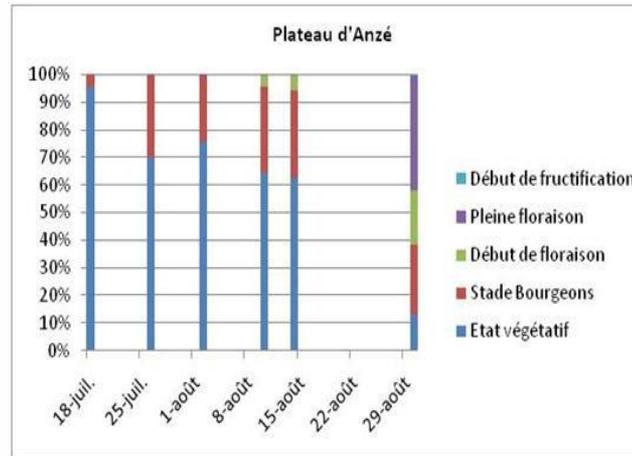
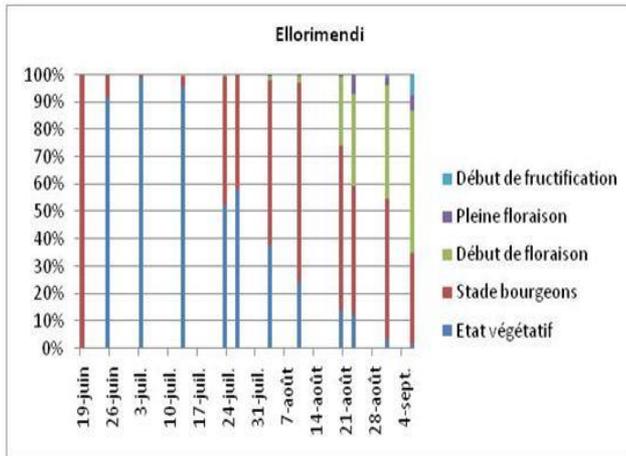


- Numérotation des **pieds de gentianes** + numérotation des **hampes associées**.
- Pour **chaque hampe**, notation :
 - du nombre de **bourgeons**, de **fleurs épanouies** et de **fruits** ;
 - du nombre **d'œufs pondus** sur les **fleurs et/ou bourgeons**, sur les **tiges** et sur les **feuilles**.

Premiers résultats et analyses

Phénologie de *Gentiana pneumonanthe*

Débuts de floraison de *Gentiana pneumonanthe* différents selon les sites.
 ⇒ Floraison plus précoce sur les sites situés plus au sud.

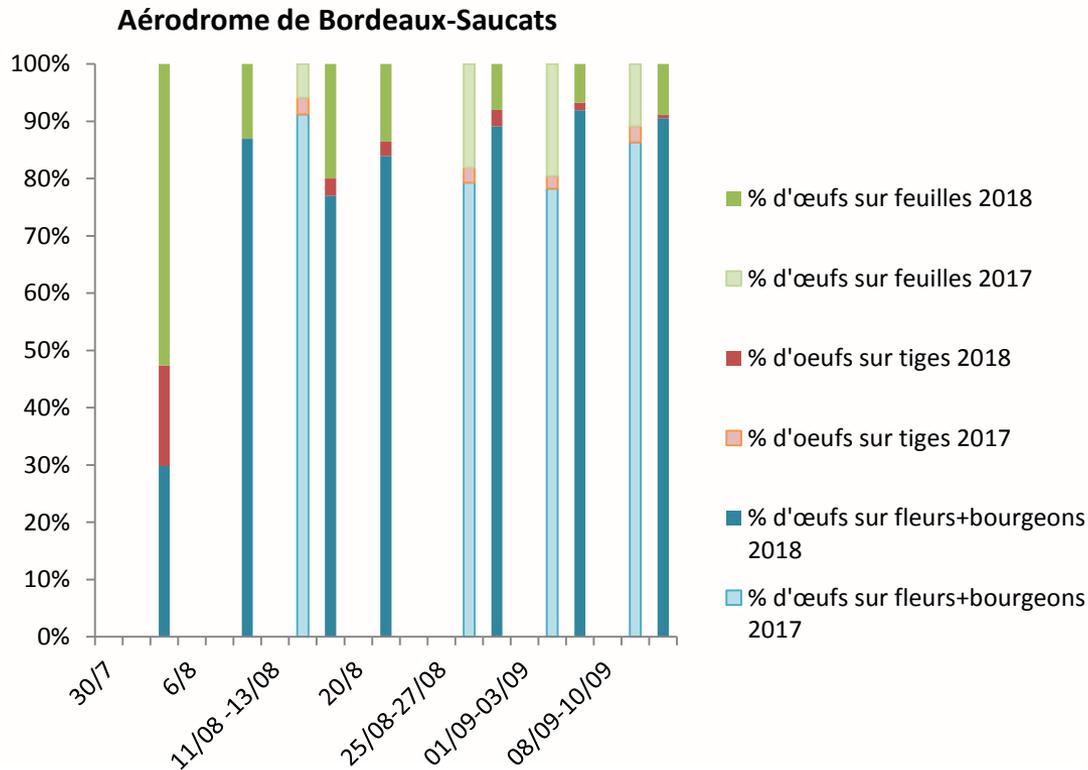


Evolution des stades phénologiques des pieds de gentianes au cours du temps, en 2018

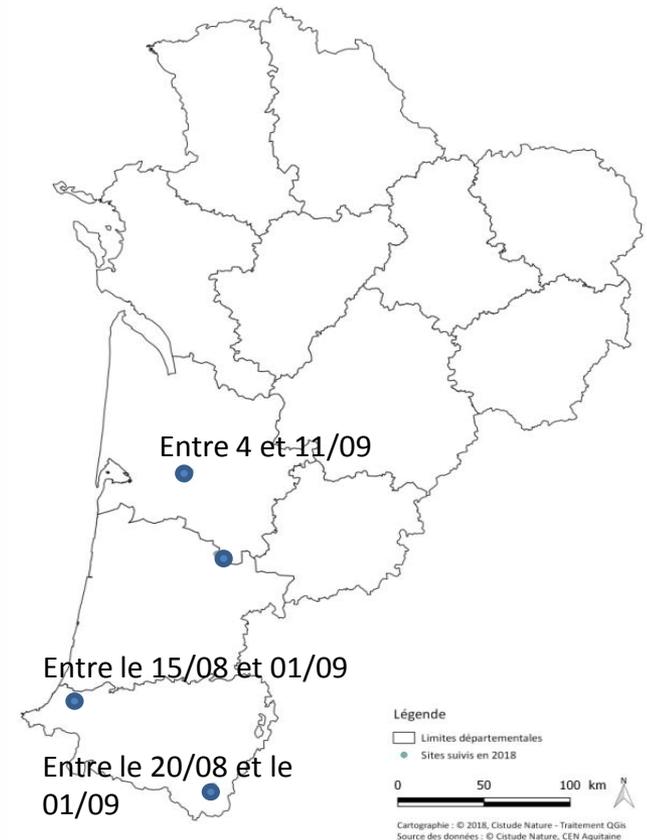
Premiers résultats et analyses

Relation *Phengaris alcon* et *Gentiana pneumonanthe*

Comparaisons annuelles des proportions d'œufs pondus selon leur positionnement sur les gentianes et dates de fin de vol de *P. alcon*.



Evolution des proportions d'œufs pondus sur les différentes parties de la gentiane au cours des suivis en 2017 et 2018

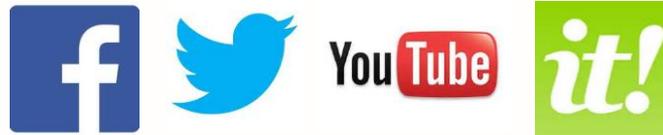


Conclusion et perspectives

- Construction d'un protocole pour le suivi de la phénologie de *Gentiana pneumonanthe* et des pontes de *Phengaris alcon*.
- Comparaisons annuelles des données récoltées :
 - proportions des différents stades phénologiques des pieds de gentiane ;
 - proportions d'œufs pondus sur les différentes parties des gentianes ;
 - date de fin de vol de *Phengaris alcon*.
- Par la suite, mise en relation avec les données météorologiques.

Merci de votre attention...

www.sentinelles-climat.org



Avec le soutien de :

