

5.4 Azuré des mouillères (*Phengaris alcon*)

Auteurs : Sandy Bulté, Fanny Mallard, Contributeurs : Pierre-Yves Gourvil, David Soulet

Face au changement climatique, les espèces de lépidoptères associées aux landes humides, comme l'Azuré des mouillères (*Phengaris alcon* écotype « *alcon* »), peuvent être sujettes à des disparitions locales.

Phengaris alcon possède un cycle de vie complexe qui dépend à la fois de la présence d'une plante-hôte spécifique, *Gentiana pneumonanthe*, et de fourmis-hôtes spécifiques *Myrmica scabrinodis*, *M. ruginodis* ou *M. rubra*, qui sont nécessaires au développement de la chenille. L'été, les femelles pondent 50 à 100 œufs répartis sur les boutons floraux de *G. pneumonanthe*. Il s'agit d'une plante hémicryptophyte, vivace, inféodée aux zones humides : prairies humides et zones marécageuses (MAES *et al.*, 2004). Sa floraison est plutôt tardive et s'étale de juillet à octobre (selon sa répartition géographique). Après quelques jours d'incubation, les chenilles sortent de l'œuf et s'enfoncent dans la fleur où elles subissent plusieurs mues. Elles se laissent ensuite tomber au sol où elles sont rapidement adoptées par des fourmis du genre *Myrmica*. Ainsi, la survie de *P. alcon* dépend d'un équilibre entre l'évolution de la végétation et de la présence de ses deux hôtes, *G. pneumonanthe* et fourmis du genre *Myrmica*.

A travers la modélisation de différents scénarios, Cormont *et al.* (2013) ont étudié les effets du changement climatique sur les populations de *G. pneumonanthe* et leurs répercussions sur les populations de *P. alcon*. Ils ont montré que des températures plus élevées, entraînant une détérioration des populations de gentianes, affectaient négativement les populations de *P. alcon* (CORMONT *et al.*, 2013). Ceci témoigne de l'importance des relations qu'il peut exister entre une espèce de lépidoptère et sa plante hôte. Ainsi, une désynchronisation entre la période de vol des imagos et la période de floraison de *G. pneumonanthe* pourrait également entraîner des impacts sur les populations de *P. alcon*.

L'hypothèse est que, face à un réchauffement climatique (températures plus élevées au printemps, sécheresses précoces), la floraison de *G. pneumonanthe* pourrait être décalée et devenir plus précoce d'année en année. Ce décalage serait variable selon la zone géographique et le contexte (montagne/plaine) et entraînerait ainsi des impacts qualitatifs (date de ponte, positionnement des œufs sur la plante hôte) et quantitatifs (nombre d'œufs pondus par les femelles) sur les populations de *Phengaris alcon* écotype « *alcon* ».

L'objectif de l'étude est de déterminer les impacts potentiels du changement climatique sur la phénologie de *G. pneumonanthe* et d'en évaluer les conséquences sur les populations de *P. alcon*.

5.4.1 Matériel et méthodes

- *Sélection des sites*

La sélection des sites est réalisée en fonction de la répartition de *Phengaris alcon*, de la présence de populations importantes sur des habitats à forte densité de *G. pneumonanthe* et d'une répartition spatialement équilibrée en ex-Aquitaine. La maîtrise foncière est également un élément fondamental à prendre en compte afin d'assurer la pérennité des suivis dans le temps.

La répartition spatiale de *P. alcon* est limitée à quelques zones en ex-Aquitaine (Fig. 136). La sélection porte sur les sites qui présentent les plus grandes surfaces, qui sont les moins impactés par la fragmentation et qui ont les plus fortes densités de population de *P. alcon*. Avec l'extension à la région Nouvelle-Aquitaine, des sites sélectionnés en ex-Limousin viendront par la suite compléter le réseau de sites existants pour les analyses.

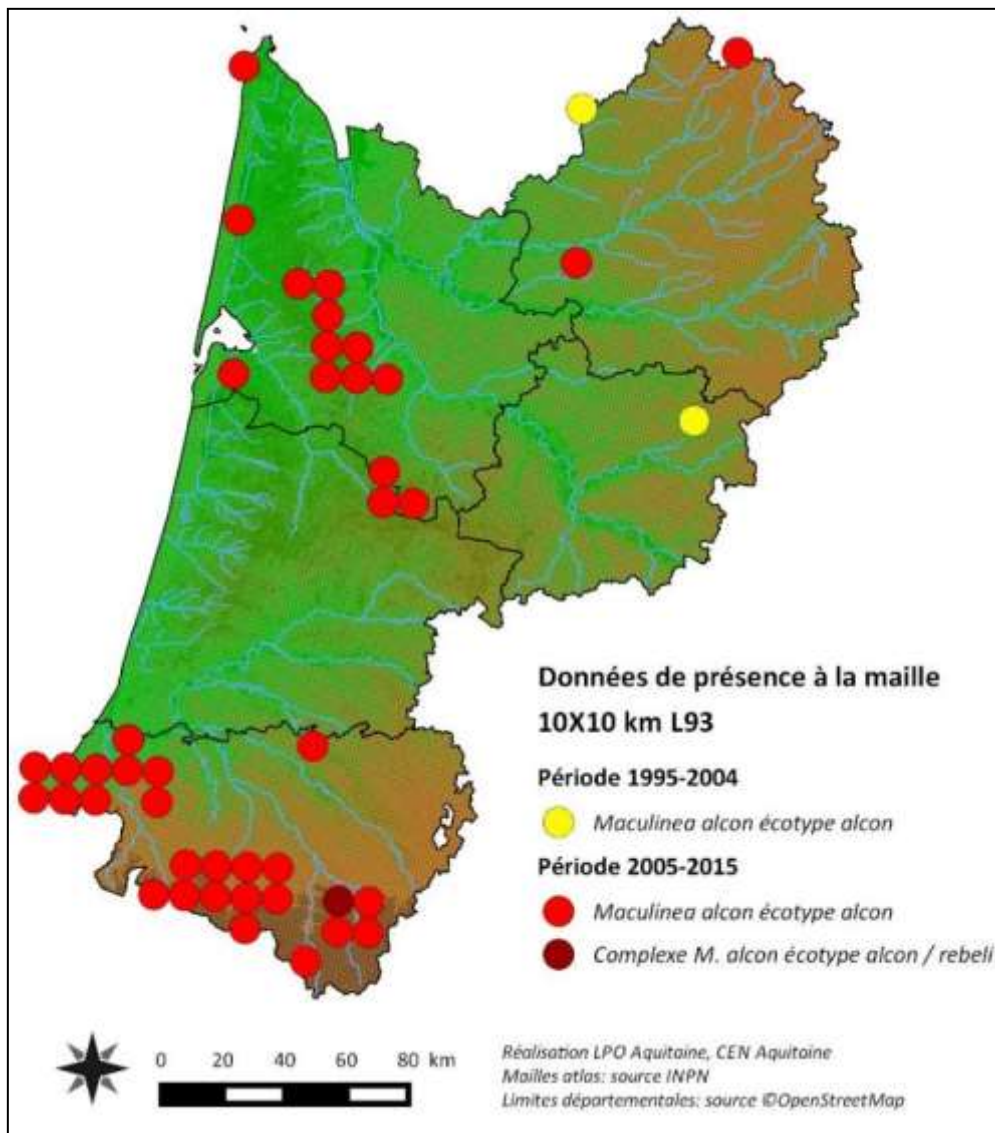


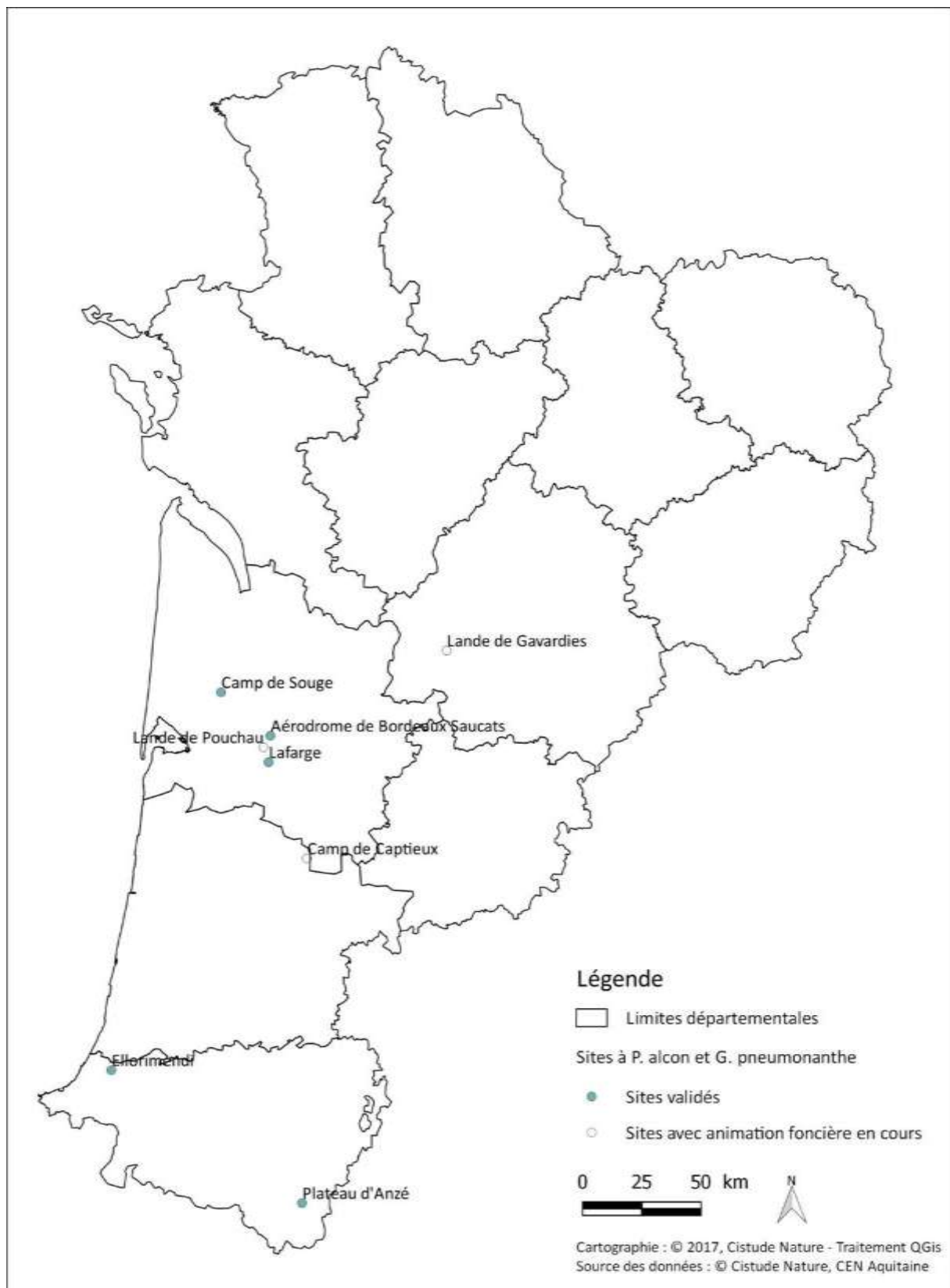
Fig. 136. Données de présence de *Phengaris alcon* en Aquitaine (Gourvil et al., 2015).

- *Description des sites choisis*

En 2016, six sites, répondant aux critères énoncés précédemment, ont été sélectionnés (Fig. 137, Tab. LXXI). Une présentation des suivis et une demande d'autorisation d'accès ont été faites auprès des propriétaires et des gestionnaires des sites suivants : Camp militaire de Souge, Aéroport de Bordeaux-Léognan-Saucats et le camp militaire de Captieux, sites reconnus pour leur importante population de *P. alcon*.

En 2017, des difficultés d'accès ont été rencontrées sur le camp de Captieux, empêchant la réalisation des suivis. Suite à des échanges avec les acteurs du territoire dont la Réserve Naturelle Nationale géologique de Saucats-La Brède, ce site a été remplacé par la carrière de Lafarge. Cependant les populations connues de *P. alcon* et de *G. pneumonanthé* sont nettement moins importantes que sur le site du camp de Captieux.

En 2017, une animation foncière a également été réalisée sur les sites dont l'accord n'avait pas encore été obtenu en 2016. Suite à des refus de propriétaires pour la réalisation des suivis ou bien à des populations trop dégradées, deux sites ont été remplacés : lande de Limenut à Léognan et la tourbière de Pédestarrés à Louvie-Juzon. Des animations foncières sont actuellement en cours sur les sites de remplacement et vont être réalisées sur des sites favorables découverts en 2017 (Brisous/Hélette, Tardet-Sorholus). Les sites en ex-Limousin viendront également compléter le réseau des sites afin d'augmenter les données recueillies pour les analyses.



Sites validés et en cours de validation pour les suivis de *Phengaris alcon* et *Gentiana pneumonanthe*.

Fig. 137. Situation géographique des sites d'études pour le suivi de *P. alcon* et de la *G. pneumonanthe*.

Tab. LXXI. Caractéristiques des sites étudiés dans le cadre du suivi de P. alcon.

| Dé p. | Commune | Dénomination | Superficie | Statut | Code statut | Propriétaire/Gestionnaire | Accord | Statut de validation | Station météo | Structure 2016 | Observateur 2016 | Observateur 2017 |
|-------|--------------------|-------------------------------|------------|--|-------------|---|---|----------------------|--|----------------|---------------------|------------------------|
| 33 | Léognan/Martil lac | Aérodrome de Bordeaux Saucats | 15 ha | ENS | / | Aérodrome/Communauté de communes de Montesquieu | Oui | Validé | Oui | Cistude Nature | Galland Dominique | Bulté Sandy |
| 33 | Saucats | Carrière de Lafarge | 4.4 ha | / | / | RN de Saucats La Brède | Oui | Validé | Oui | Cistude Nature | / | Bulté Sandy |
| 33 | Martignas | Champ de tir de Souge | 15.3 ha | ZNIEFF | 720002379 | Armée de Terre. Gestion ONF + CEN Aquitaine | Oui | Validé | Station du suivi rhopalocère pour le moment. | CEN Aquitaine | Bertolini Amélie | Bertolini Amélie |
| 64 | Laruns | Plateau d'Anzé | 1 ha | / | / | Commune de Laruns | En cours. Attente du retour de la convention. Ok sur principe | Validé | Oui | CEN Aquitaine | Gourvil Pierre-Yves | Gourvil Pierre-Yves |
| 64 | Mouguerre | Ellorimendi | 0.8 ha | Site CEN | / | Privé géré par le CEN Aquitaine | Oui | Validé | oui | CEN Aquitaine | Dejean Nicolas | Dejean Nicolas |
| 24 | Mussidan | Landes de Gavidies | | Privé. Futur site CEN ? (proposition d'achat en cours) | / | Privé | / | En cours | / | / | / | / |
| 33 | Saucats | Lande de Pouchau | 1.67 ha | / | / | Privé/RTE - CEN Aquitaine | En cours | En cours | Non | Cistude Nature | / | Bulté Sandy |
| 40 | Callen | Camp de Captieux | 20 ha | Natura 2000 | FR7200723 | Camp militaire/ONF | Ok sur principe mais difficulté d'accès au site en 2017, à voir pour les années suivantes | En cours | Non | Cistude Nature | Galland Dominique | /non prospecté en 2017 |
| 33 | Léognan | Lande de Limenut | 1.3 ha | / | / | Privé/RTE - CEN Aquitaine | Non, refus du propriétaire | Abandonné | Non | Cistude Nature | Galland Dominique | / Site non retenu. |
| 64 | Louvie-Juzon | Tourbière de Pédestarrès | 5.9 ha | / | / | Commune de Louvie-Juzon | Non | Abandonné | Non | CEN Aquitaine | Gourvil Pierre-Yves | / Site non retenu. |

- **Définition et positionnement des points d'échantillonnage**

- Comptage de *G. pneumonanthe*

En 2016, un relevé des hampes florales de *G. pneumonanthe* a été réalisé sur les sites suivants : aérodrome de Bordeaux-Léognan-Saucats, Plateau d'Anzé, Ellorimendi. En 2017, ce relevé a été réalisé sur les sites restants : camp militaire de Souge, lande de Pouchau (site potentiel dont l'animation foncière est en cours) (Annexe 24).

La méthode de recensement des gentianes a consisté à pointer au GPS, avec une précision de 3 m (précision maximale des GPS standard), les hampes florales en parcourant l'ensemble des zones favorables aux gentianes par bande de deux mètres (Fig. 138). Afin de réévaluer l'évolution de la répartition spatiale de la gentiane, un recensement est effectué tous les deux ans sur chaque site.



Fig. 138. Illustration de la méthode de recensement de *Gentiana pneumonanthe* sur la lande de Pouchau.

- *Suivis de *G. pneumonanthe* et des pontes de *P. alcon**

Par rapport au suivi des cortèges de lépidoptères, il n'existe pas actuellement de protocole standardisé au niveau national. Plusieurs études ont utilisé la méthode des quadrats dans le cadre du suivi des pontes sur les pieds de *G. pneumonanthe*. Cette méthode détermine une surface délimitée dans laquelle les comptages des populations sont réalisés.

Deux méthodes de quadrats se dégagent dans la littérature pour étudier le succès de la ponte de *P. alcon* et le changement de phénologie de *G. pneumonanthe* (KESEL & URBAN, 1999 ; VAN DYCK & REGNIERS, 2010). En 2017, ces deux méthodes ont été testées et comparées afin d'établir la méthode la plus adéquate pour continuer les relevés jusqu'en 2021.

- *Méthode des quadrats permanents*

La première méthode utilise des quadrats permanents. Des carrés de 100 m² (10 m x 10 m) (VAN DYCK & REGNIERS, 2010) sont disposés sur des zones à forte densité de *G. pneumonanthe*. Le nombre de quadrats à suivre est défini de sorte qu'au moins 20% des gentianes recensées soient échantillonnées. La méthode de sélection des quadrats est la suivante (Fig. 139) :

- 20% de la totalité des gentianes recensées sur la surface favorable (données de recensement des gentianes) sont calculés ;
- sous SIG, la zone favorable à *G. pneumonanthe* est quadrillée selon un maillage de 10x10 m orienté nord-sud (maillage généré automatiquement par le logiciel SIG) ;
- pour chaque quadrat de 10x10 m, les gentianes sont dénombrées (d'après les pointages GPS réalisés sur le terrain et retranscrit sous SIG) ;
- une sélection des quadrats où la densité de gentianes est assez élevée (seuil variable selon les sites, Fig. 139) est réalisée ;
- un tirage aléatoire est effectué parmi les quadrats présélectionnés jusqu'à ce que les 20% de la totalité des gentianes recensées soient atteints.

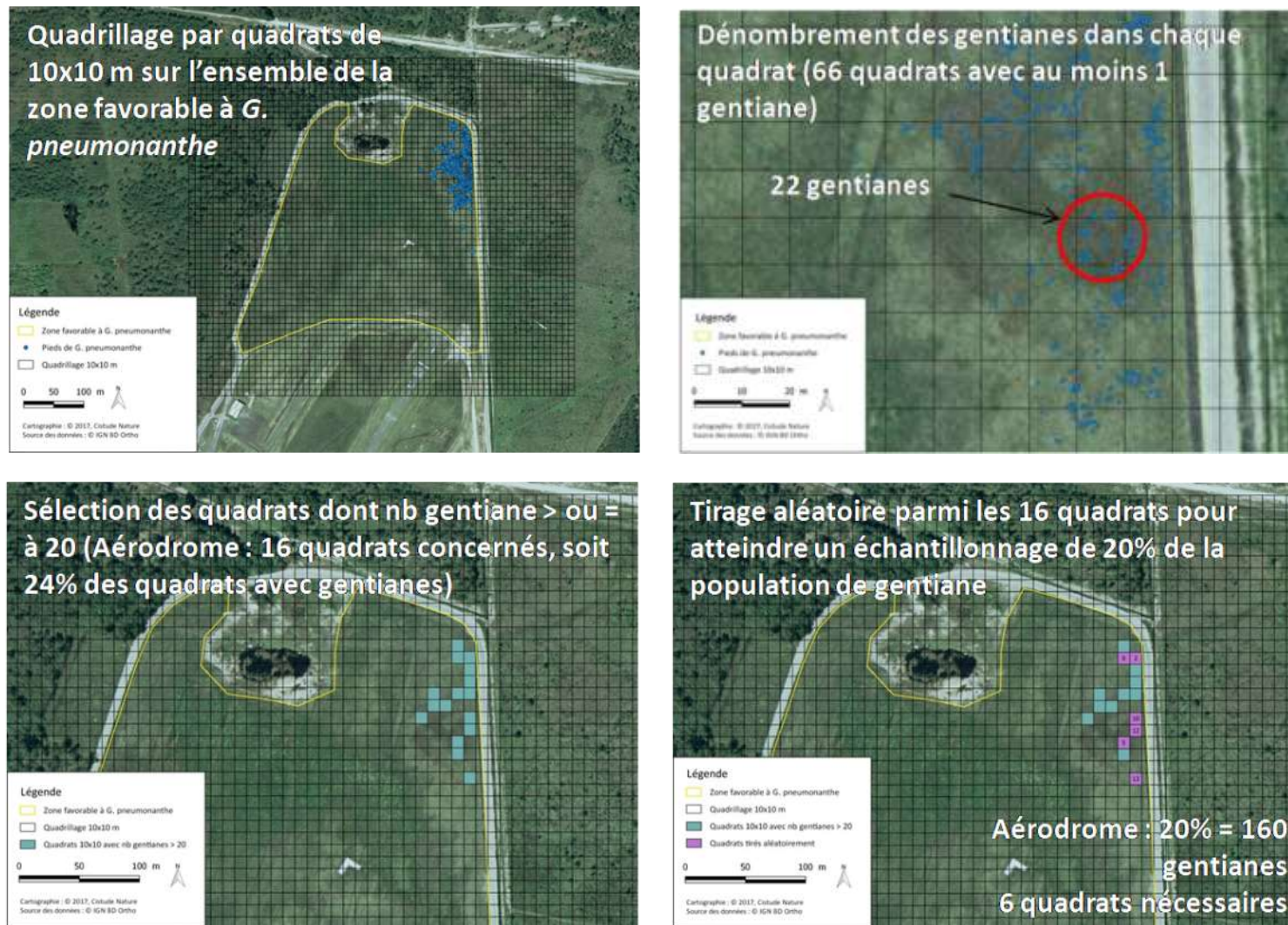


Fig. 139. Les différentes étapes de la méthode de sélection des quadrats pour le suivi de *P. alcon* et *G. pneumonanthe*.

Cette méthode des quadrats permanents a été testée de façon régulière (plusieurs passages) sur 4 sites en 2017. Pour chacun des sites, les valeurs, correspondantes aux différentes étapes pour la sélection des quadrats, sont indiquées dans le Tab. LXXII.

Tab. LXXII. Valeurs des différents critères de sélection des quadrats pour le suivi de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*.

| Sites | Ellorimendi | Plateau d'Anzé | Aérodrome | Lafarge |
|--|-------------|----------------|-----------|---------|
| NB de gentianes pointées | 280 | 1195 | 799 | 137 |
| Nombre seuil de gentianes pour la sélection des quadrats | 10 | 30 | 20 | 4 |
| NB de quadrats à densité élevée | 10 | 18 | 16 | 10 |
| NB de gentianes à échantillonner (20% du NB de gentianes pointées) | 56 | 239 | 160 | 28 |
| NB de quadrats à échantillonner | 4 | 6 | 6 | 6 |

Selon l'évolution spatiale des gentianes, c'est-à-dire la diminution des pieds dans un quadrat en dessous du seuil établi, l'emplacement des carrés pourra être ajusté dans la limite des conditions microclimatiques similaires.

– *Méthode des transects*

La deuxième méthode utilise plusieurs transects disposés sur chaque site d'étude. Les transects sont composés de quadrats continus de 4m² (2m x 2m) (KESEL & URBAN, 1999) sur un transect d'environ 100m (soit 200 m²). Les transects sont orientés nord-sud. De la même manière que la première méthode, le nombre de transects à suivre est défini de sorte qu'au moins 20% des gentianes recensées soient échantillonnées (Fig. 140). La méthode de sélection des quadrats est la suivante :

- 20% de la totalité des gentianes recensées sur la surface favorable sont calculés ;
- sous SIG, la zone favorable à *G. pneumonanthe* est quadrillée selon un maillage de 2x2 m orienté nord-sud (maillage généré automatiquement par le logiciel SIG) ;
- les quadrats 2x2 m sont ensuite fusionnés de sorte à former des transects orientés nord-sud de 2 m de large ;
- pour chaque transect, les gentianes sont dénombrées;
- une sélection des transects où la densité de gentianes est assez élevée (seuil variable selon les sites, Tab. LXXII) est ensuite réalisée ;
- un tirage aléatoire est effectué parmi les transects présélectionnés jusqu'à ce que les 20% de la totalité des gentianes recensées soient atteints.

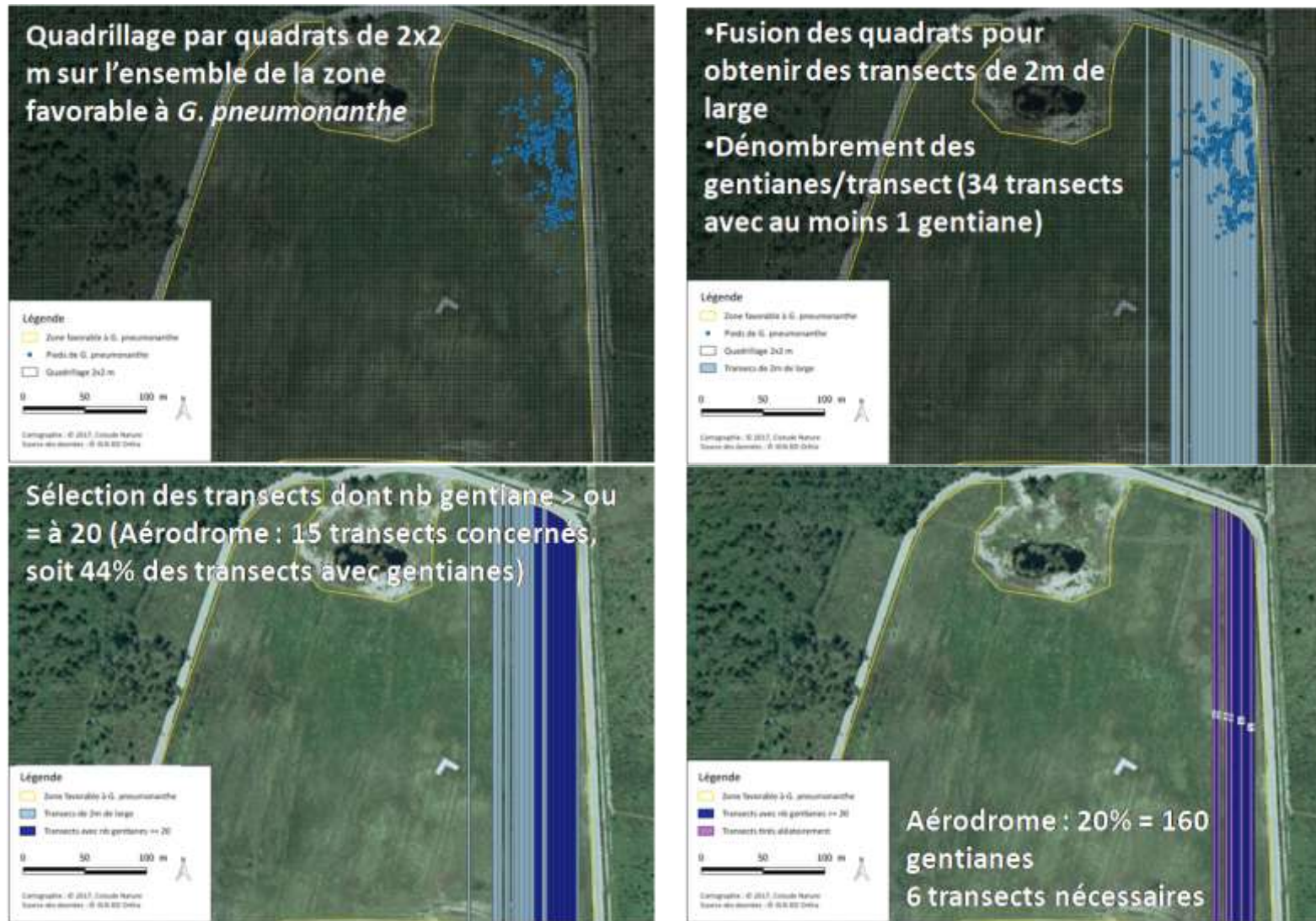


Fig. 140. Les différentes étapes de la méthode de sélection des transects pour le suivi de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*.

Cette méthode des transects a été testée au moins une fois sur 4 sites en 2017. Pour chacun des sites, les valeurs correspondantes aux différentes étapes pour la sélection des transects sont indiquées dans le Tab. LXXIII.

Tab. LXXIII. Valeur des différents critères de sélection des transects pour le suivi de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*.

| Sites | Ellorimendi | Plateau d'Anzé | Aérodrome | Lafarge |
|--|-------------|----------------|-----------|---------|
| NB de gentianes pointées | 280 | 1195 | 799 | 137 |
| Nombre seuil de gentianes pour la sélection des transects | 10 | 20 | 20 | 5 |
| NB de transects à densité élevée | 9 | 26 | 15 | 9 |
| NB de gentianes à échantillonner (20% du NB de gentianes pointées) | 56 | 239 | 160 | 28 |
| NB de transects à échantillonner | 4 | 6 | 5 | 5 |

Selon l'évolution spatiale des gentianes, c'est-à-dire la diminution des pieds dans un quadrat en dessous du seuil établi, l'emplacement des transects pourra être ajusté dans la limite des conditions microclimatiques similaires.

- **Méthodes de relevés testées**

En 2016, le recensement des gentianes, réalisé sur quatre sites, a permis de localiser les zones à forte et faible densité de gentianes permettant de sélectionner les zones à suivre sur chaque site. En 2017, les deux méthodes ont été testées sur les quatre sites.

Pour chaque quadrat et chaque transect, la phénologie de chaque gentiane est notée ainsi que le nombre d'œufs de *P. alcon* associé en fonction de leur positionnement sur la plante (bourgeons ou fleurs sans distinction du calice et de la corolle, tige, feuilles).

Chaque quadrat de 100 m² est divisé en quadrats de 4 m² afin de faciliter le comptage des gentianes (Fig. 141). L'utilisation de plusieurs quadrats de 4 m² permet d'éviter un éventuel décalage et donc le comptage à plusieurs reprises d'une même gentiane. Pour les transects, un ou plusieurs quadrats de 4 m² sont positionnés au fur et à mesure d'un même côté, le long du transect (Fig. 142).

Les quadrats de 100 m² et les transects sont matérialisés à l'aide de piquets et de cordes. Les quadrats de 4 m² sont matérialisés à l'aide de cordes, de tasseaux en bois ou de tuyaux en pvc.

Afin d'éviter au maximum la perturbation du milieu, le piétinement est évité le plus possible sur le site en optimisant les relevés sur le terrain.



Fig. 141. Exemple de quadrat 10x10 m matérialisé sur le site de l'aérodrome de Bordeaux-Saucats pour le suivi de *P. alcon* et *G. pneumonanthe*.



Fig. 142. Exemple de transect matérialisé sur le site de l'aérodrome de Bordeaux-Saucats pour le suivi de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*.

Le Tab. LXXIV indique pour chaque site et chaque méthode, le nombre de quadrats et transects à échantillonner théoriquement, le nombre de quadrats et transects échantillonnés réellement, le nombre de quadrats et transects échantillonnés régulièrement ainsi que le nombre de gentianes attendu.

Tab. LXXIV. Nombre de quadrats et transects à échantillonner théoriquement et échantillonnés réellement en 2017.

| Sites | Ellorimendi | | Plateau d'Anzé | | Aérodrome | | Lafarge | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| NB gentiane total | 280 | | 1195 | | 799 | | 137 | |
| 20% du nb de gentianes | 56 | | 239 | | 160 | | 28 | |
| Type de méthode | Quadrat | Transect | Quadrat | Transect | Quadrat | Transect | Quadrat | Transect |
| NB de quadrats/transect à échantillonner théoriquement | 4 | 5 | 6 | ? | 6 | 5 | 6 | 5 |
| NB de quadrats/transects échantillonnés réellement | 4 | 5 | 2 | | 5 | 1 | 3 | 1 |
| NB de quadrats/transects échantillonnés régulièrement (plus de deux passages) | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| NB gentianes estimé par quadrat/transect | Entre 10 et 21 | Entre 12 et 20 | Entre 33 et 56 | Entre 26 et 65 | Entre 22 et 51 | Entre 21 et 67 | Entre 4 et 14 | Entre 5 et 10 |

Le nombre de quadrats et transects à échantillonner théoriquement (20% de la population) est fonction du nombre de gentianes qui ont été recensées sur chaque site. Ce nombre est très variable selon les sites. Plus il est élevé, plus le nombre de quadrats ou de transects à échantillonner sera a priori élevé. De plus, selon la répartition des gentianes sur les sites, le nombre de quadrats et transects sera plus ou moins élevé. Par exemple pour un site où la répartition de gentianes est diffuse, il faudra un plus grand nombre de quadrats ou transects pour atteindre un échantillonnage de 20% de la population par rapport à un site où les gentianes sont réparties de manière agrégée. Ces deux critères conditionnent ainsi le nombre de quadrats ou transects à échantillonner pour chaque site.

Tous les quadrats et transects sélectionnés n'ont pas été échantillonnés pour chaque site par contrainte de temps. En effet, une des principales raisons a été le nombre important de gentianes observées par rapport au nombre prévu, notamment pour les quadrats, ce qui a considérablement augmenté le temps d'échantillonnage. Par exemple, sur le Plateau d'Anzé, le suivi d'un quadrat a duré jusqu'à 7h. Ainsi, il n'a pas été possible de réaliser les deux méthodes le même jour, ni même de réaliser l'échantillonnage de tous les quadrats ou tous les transects.

- *Conditions météorologiques requises*

Ce suivi ne nécessite pas de conditions météorologiques spécifiques.

- *Nombre de campagne de relevés*

Le suivi de la phénologie de *G. pneumonanthe* associée au nombre de pontes de *P. alcon* peut être chronophage. La fréquence de suivi est d'une fois par semaine pendant toute la durée de la campagne allant de la semaine avant la date de première floraison de *G. pneumonanthe* jusqu'à la fin de vol de

l'imago. Cette fréquence est établie selon le suivi phénologique de *G. pneumonanthe* et avec les autorisations d'accès sur les différents sites, notamment les camps militaires.

Afin de déterminer le début des suivis, il est nécessaire de connaître la date de première floraison de *G. pneumonanthe*. Pour chaque site, elle a été estimée à partir des connaissances disponibles et par des passages réguliers sur le terrain. Si la date de première floraison évolue au fil des ans, la date de début des suivis pourra être réajustée.

La détermination de la fin de vol de l'imago est également basée sur les connaissances de l'espèce – *Phengaris alcon* est connu pour voler principalement de juillet à fin août-début septembre (selon les secteurs) (LAFRANCHIS *et al.*, 2015 ; GOURVIL *et al.*, 2016) – ainsi que sur des observations de terrain.

En 2017, les dates de première floraison et de fin de vol ont été soit estimées soit affinées selon les sites. Le nombre de passages est variable selon les sites (Tab. LXXV). Pour les sites Ellorimendi et Plateau d'Anzé, la date de première floraison a été déterminée en 2016, les passages ont donc commencé une semaine avant cette date contrairement aux sites Aérodrome et Lafarge pour lesquels cette date a été déterminée en 2017, c'est-à-dire en même temps qu'ont débuté les premiers suivis, ce qui a réduit le nombre de passages. Ces dates seront déterminées pour les nouveaux sites en 2018.

Tab. LXXV. Données sur la phénologie de *G. pneumonanthe* et *P. alcon* et nombre de passages par site de suivis.

| Sites | Ellorimendi | | Plateau d'Anzé | | Aérodrome Léognan | | Carrière Lafarge | | Camp de Captieux |
|---|------------------------------|----------|------------------------------|----------|-----------------------------|----------|-----------------------------|----------|------------------|
| Date de début de floraison <i>G. pneumonanthe</i> | 28-juin | | 22-juil | | 10-août | | 16-août | | 11-juil |
| Date de fin de vol de <i>M. alcon</i> | Estimée entre 15/08 et 01/09 | | Estimée entre 20/08 et 01/09 | | Estimée entre 4/09 et 11/09 | | Estimée entre 4/09 et 11/09 | | NC |
| Méthode | Quadrat | Transect | Quadrat | Transect | Quadrat | TRansect | Quadrat | Transect | / |
| Date de premier suivi | 23-juin | 30-juin | 22-juil | 03-août | 11-août | 18-août | 24-août | 24-août | / |
| Date de dernier suivi | 23-août | / | 01-sept | / | 08-sept | / | 07-sept | / | / |
| Nombre de passages en 2017 | 10 | | 7 | | 5 | | 2 | | / |

• **Fiche de relevés**

Le couple site-observateur sera indissociable, c'est-à-dire que le même niveau professionnel d'observation est maintenu jusqu'en 2021. Les relevés sont réalisés par des professionnels expérimentés.

Chaque observateur note à l'intérieur de chaque quadrat de 4 m² et pour chaque hampe florale de gentiane les éléments suivants (Annexe 25) :

- le nombre de bourgeons floraux, de fleurs épanouies et de fruits pour chaque hampe florale de gentiane ainsi que la hauteur ;
- le nombre d'œufs de *Phengaris alcon* par bourgeons/fleurs (pas de distinction du calice et de la corolle), par tiges et par feuilles.

• *Analyses et statistiques*

Dans un premier temps, les deux méthodes de suivis de la phénologie de *G. pneumonanthe* et du nombre de pontes de *P. alcon* sont comparées pour chaque site en termes de temps d'échantillonnage et de nombre de gentianes observées. Il est à noter que les deux méthodes n'ont pas bénéficié toutes les deux du même nombre de suivi par faute de temps de mise en œuvre sur le terrain. Ainsi, les comparaisons sont effectuées uniquement sur les valeurs des suivis réalisés lors des dates indiquées dans le Tab. LXXVI.

Tab. LXXVI. Dates des suivis pour lesquels les valeurs entrent en compte dans la comparaison des deux méthodes de suivis.

| | Ellorimendi | Plateau d'Anzé | Aérodrome | Lafarge |
|-------------------------|-------------|----------------|-----------|---------|
| Dates de suivi quadrats | 30-juin | 03-août | 11-août | 24-août |
| Dates de suivi transect | 30-juin | 03-août | 18-août | 31-août |

Des analyses descriptives ont ensuite été réalisées sur la phénologie de *G. pneumonanthe* et de *P. alcon* ainsi que sur le nombre de gentianes et de pontes observées sur les quadrats 10x10 qui ont bénéficié de suivis réguliers tout au long de la campagne de relevé. Les quadrats concernés par les analyses sont les suivants (Annexe 26) :

- Aérodrome de Bordeaux-Saucats : quadrats n°2 et 10
- Ellorimendi : quadrat n°2
- Plateau d'Anzé : quadrat n°1

Le nombre de passages sur le site de la carrière de Lafarge étant trop peu nombreux, il a été décidé d'écarter les données de ce site.

Ainsi, pour les trois sites mentionnés ci-dessus, les éléments suivants ont été analysés :

- l'évolution du nombre de gentianes au cours du temps ;
- l'évolution au cours du temps de la phénologie de la gentiane : 4 stades phénologiques sont pris en compte : le stade végétatif, le stade début de floraison (une minorité de fleurs épanouies), le stade pleine floraison (plus de 50% de fleurs épanouies), le stade fructification (présence d'au moins un fruit développé sur une tige) (d'après la notice méthodologique « protocole suivi phénologique de la flore » du CBNSA) ;
- l'évolution au cours du temps de la proportion de gentianes ayant des œufs de *P. alcon* ;
- l'évolution au cours du temps des pontes d'azuré selon leur positionnement sur les gentianes.

5.4.2 Résultats exploratoires

- *Comparaison des deux méthodes testées*

Les tests des deux méthodes menées sur 4 sites en 2017 ont permis de faire un bilan sur les avantages et limites de chaque méthode et de les comparer en termes de temps d'application sur le terrain et de gentianes comptabilisées (Tab. LXXVII).

Tab. LXXVII. Nombre de gentianes attendu et observé en 2017 par quadrat et transect et valeurs comparatives du temps d'échantillonnage et du nombre de gentianes observées selon les deux méthodes pour chaque site.

| Sites | Ellorimendi | | Plateau d'Anzé | | Aérodrome | | Lafarge | |
|---|----------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| NB gentiane total | 280 | | 1195 | | 799 | | 137 | |
| 20% du nb de gentianes | 56 | | 239 | | 160 | | 28 | |
| Type de méthode | Quadrat | Transect | Quadrat | Transect | Quadrat | Transect | Quadrat | Transect |
| NB gentianes estimé par quadrat/transect | Entre 10 et 21 | Entre 12 et 20 | Entre 33 et 56 | Entre 26 et 65 | Entre 22 et 51 | Entre 21 et 67 | Entre 4 et 14 | Entre 5 et 10 |
| NB gentianes observées* | Entre 1 et 120 | Entre 2 et 54 | Entre 481 et 493 | 342 | Entre 49 et 238 | 279 | Entre 0 et 43 | 8 |
| Date du suivi concernée par les valeurs | 30/06 | 30/06 | 03/08 | 03/08 | 11/08 | 18/08 | 24/08 | 31/08 |
| Nombre de Quadrat/transect échantillonné | 4 | 5 | 2 | 1 | 5 | 1 | 2 | 1 |
| Surface (en m ²) | 100 | 176 ** | 100 | 200 | 100 | 256 | 100 | 272 |
| Temps moyen d'échantillonnage d'un quadrat de 4m ² (en min) | 1,5 | 0,68 | 10,2 | 2,4*** | 3,68 | 3,59 | 2,12 | 2,5 |
| Temps moyen d'échantillonnage par m ² (en min) | 0,375 | 0,17 | 2,55 | 0,6*** | 0,92 | 0,90 | 0,55 | 0,63 |
| Nombre moyen de gentianes observées par quadrat/transect | 241 | 23 | 490 | 342 | 105 | 279 | 22 | 8 |
| Nombre de gentianes/m ² | 2,41 | 0,13 | 4,9 | 1,71 | 1,05 | 1,08 | 0,22 | 0,03 |
| Rentabilité de la méthode (Tps moyen par m ² /nb gentiane par m ²) | 0,16 | 1,31 | 0,52 | 0,35*** | 0,88 | 0,83 | 2,50 | 21 |

* Plage de valeurs pour plusieurs quadrats ou transects suivis ou valeur unique pour un seul transect.

** Moyenne entre la longueur maximale et la longueur minimale parmi les 5 transects.

*** Valeurs faussées car sur le transect seul le nombre de gentianes a été noté, sans information sur la phénologie pour chaque gentiane.

Globalement, le temps d'échantillonnage d'un quadrat de 4 m² est semblable pour les deux méthodes (comparaisons entre les valeurs des deux méthodes pour chaque site, Tab. LXXVII), excepté pour le Plateau d'Anzé où le temps est plus élevé par la méthode des quadrats que par la méthode des transects. Cependant, la valeur de temps correspondant au suivi par la méthode des transects sur ce site est faussée car tous les paramètres n'ont pas été relevés. En effet, seul le nombre de gentianes a été noté sans donnée phénologique associée à chaque hampe florale, réduisant fortement le temps d'échantillonnage.

Par contre, le nombre de gentianes observées est globalement supérieur par la méthode des quadrats de 100 m². Par exemple, respectivement, pour les sites d'Ellorimendi et Plateau d'Anzé, 241 et 490 hampes florales ont été comptées par la méthode des quadrats contre 23 et 342 respectivement par la méthode des transects (Tab. LXXVII). Ainsi, en comparant les deux méthodes, la méthode des

quadrats de 100 m² est plus rentable en termes de temps d'échantillonnage et nombre de gentianes comptées.

- *Evolution du nombre de gentianes au cours du temps*

Les figures suivantes (Fig. 143 – Fig. 145) montrent la dynamique des populations de gentianes au cours du temps pour les trois sites suivant : Aéroport de Bordeaux-Saucats, Ellorimendi et Plateau d'Anzé. Pour ces trois sites, une augmentation du nombre de gentianes est constatée au cours du temps avec un effectif maximal au dernier suivi pour chacun des sites (Aéroport de Bordeaux-Saucats : 107 et 79 hampes florales le 11 août à 316 et 269 hampes le 8 septembre ; Ellorimendi : de 116 hampes florales le 30 juin à 937 hampes florales le 23 août ; Plateau d'Anzé : 475 hampes florales le 22 juillet à 1031 hampes florales le 1^{er} septembre).

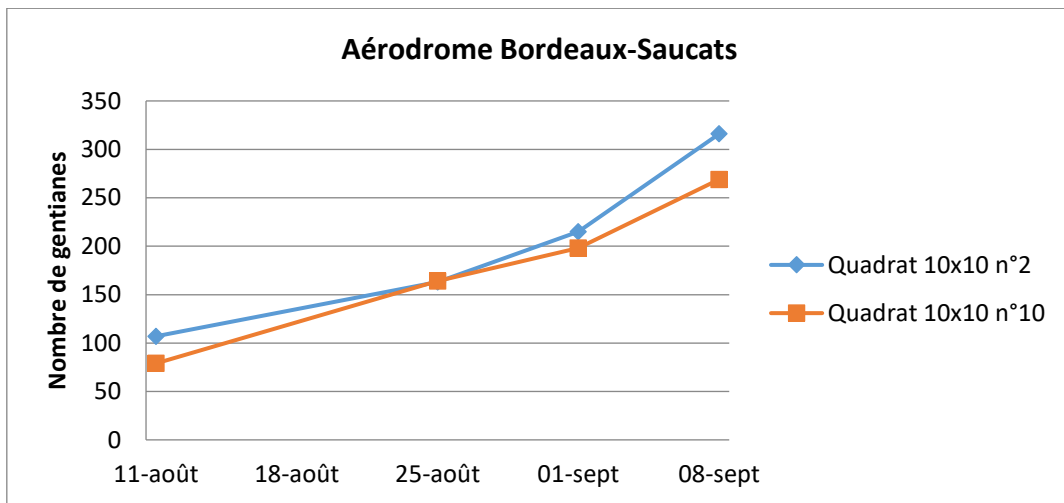


Fig. 143. Evolution du nombre de gentianes au cours du temps dans les deux quadrats de 100 m² suivis sur le site de l'Aéroport de Bordeaux-Saucats.

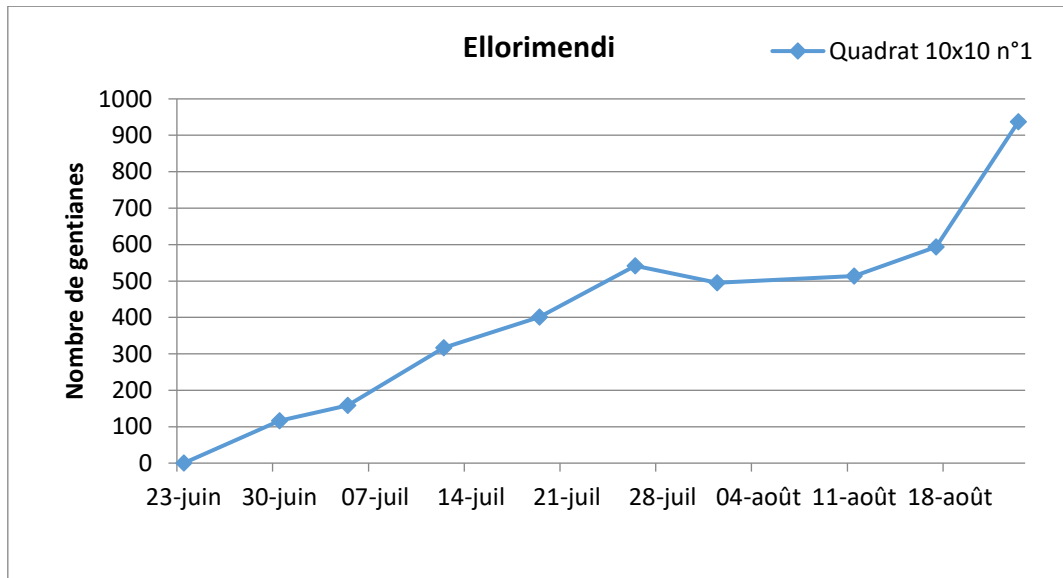


Fig. 144. Evolution du nombre de gentianes au cours du temps dans le quadrat n°2 de 100m² suivi sur le site Ellorimendi.

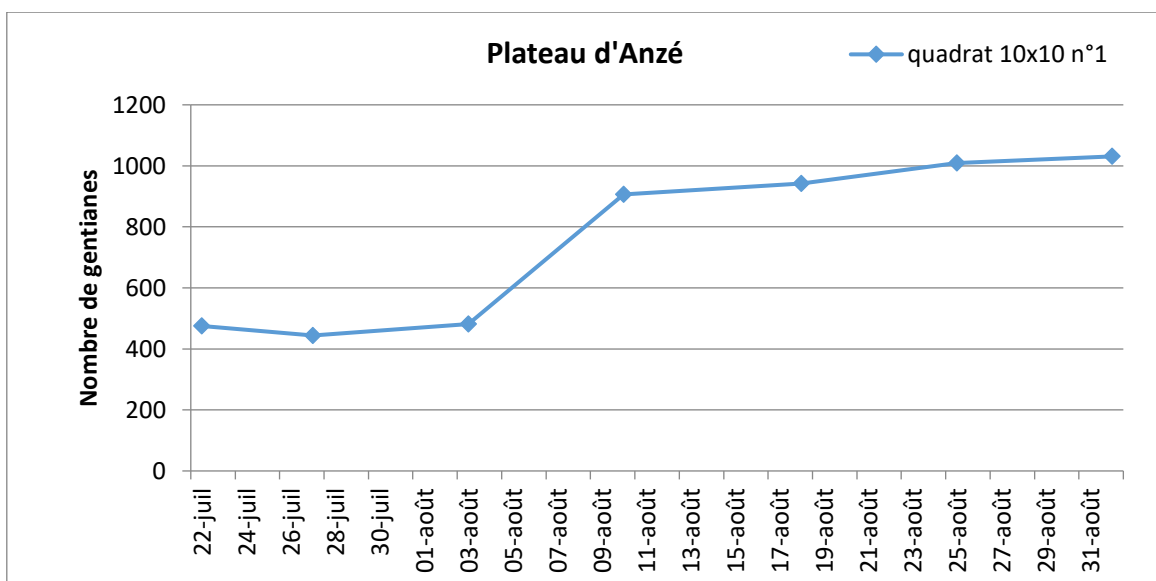
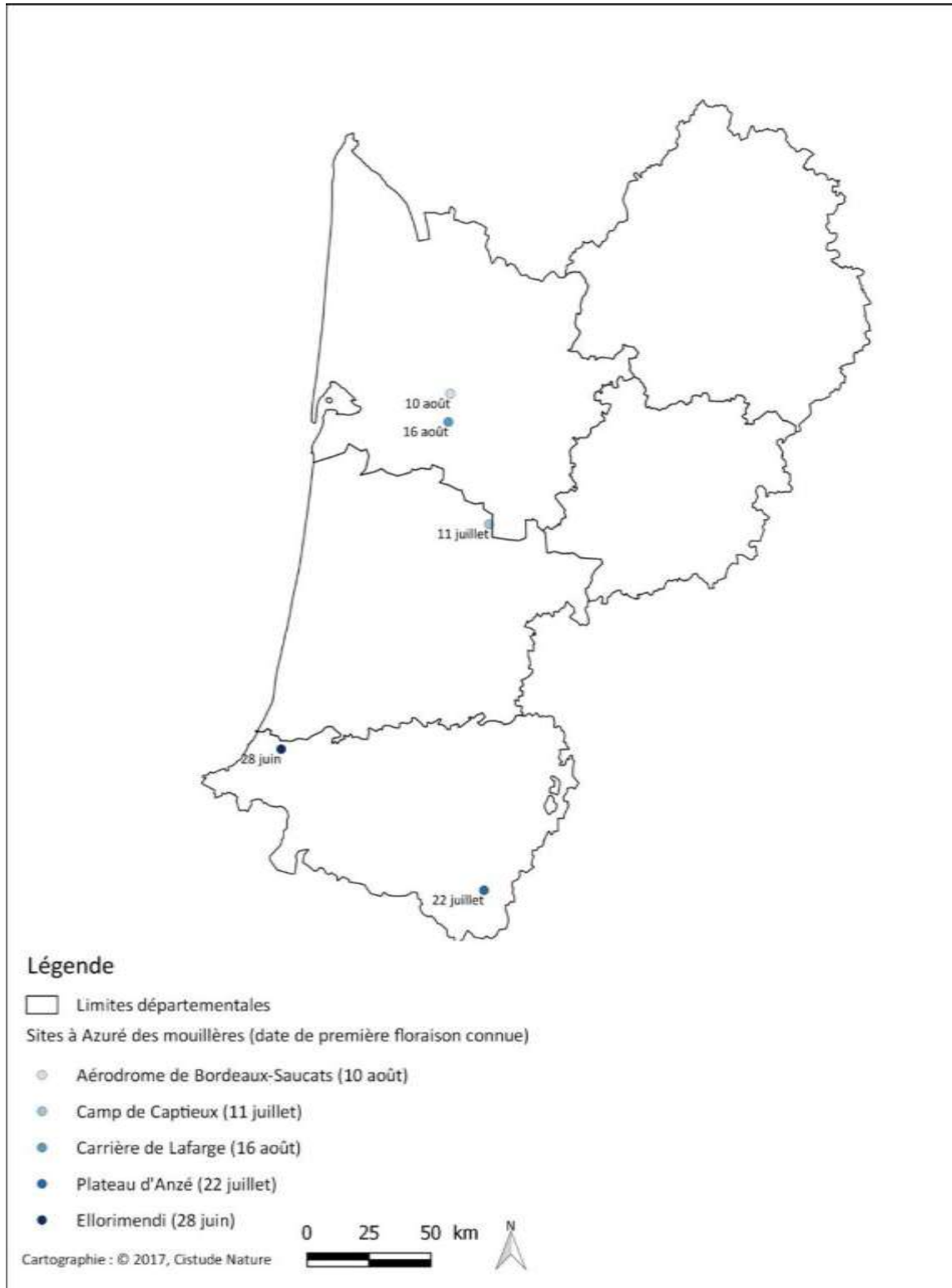


Fig. 145. Evolution du nombre de gentianes au cours du temps dans le quadrat n°1 de 100 m² suivi sur le site Plateau d'Anzé.

• *Phénologie de Gentiana pneumonanthe*

La date de première floraison de la Gentiane des marais varie selon la latitude. D'après la figure suivante (Fig. 146), elle semble augmenter avec la latitude. Sa floraison est plus tardive au nord (jusqu'à 50 jours de différence entre Ellorimendi, site à floraison la plus précoce au sud, et Lafarge, site à floraison la plus tardive au nord). Situé à une altitude de 800 m, le site Plateau d'Anzé présente une floraison plus tardive que le site Ellorimendi mais plus précoce que les sites situés en plaine en Gironde.



Phénologie de la Gentiane des marais sur les sites à Azuré des mouillères : date de première floraison.

Fig. 146. Date de première floraison de *G. pneumonanthe* en fonction des sites à *P. alcon*.

Les figures suivantes (Fig. 147 – Fig. 150) montrent l'évolution de la phénologie des gentianes au cours du temps.

Sur le site de l'Aérodrome de Bordeaux–Saucats, une majorité de gentianes a été observée à l'état végétatif lors du premier suivi puis au fur et à mesure des semaines, la proportion de gentianes en début de floraison augmente. Peu de gentianes ont été observées en pleine floraison ou en début de fructification sur ce site (quadrat n°2 : 2% en fructification et 3% en pleine floraison le 8 septembre, Fig. 147, quadrat n°10 : 6% en pleine floraison le 8 septembre, Fig. 148). Il n'y a pas de suivi par méthode des quadrats le 18/08 car cette journée a été consacrée au suivi par la méthode des transects ce jour-là.

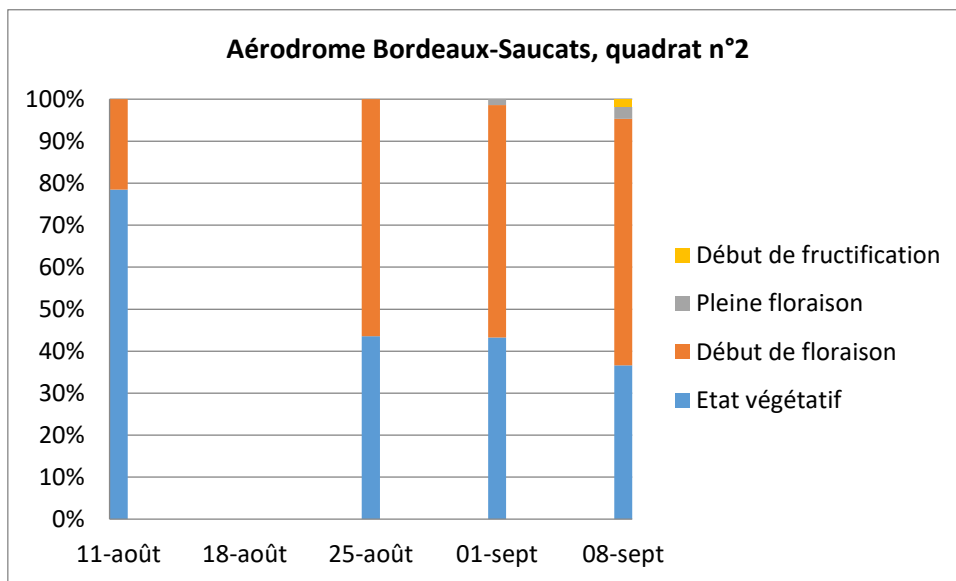


Fig. 147. Evolution au cours du temps de la proportion de chaque stade phénologique des gentianes au niveau du quadrat de 100 m² n°2 sur le site de l'Aérodrome de Bordeaux–Saucats.

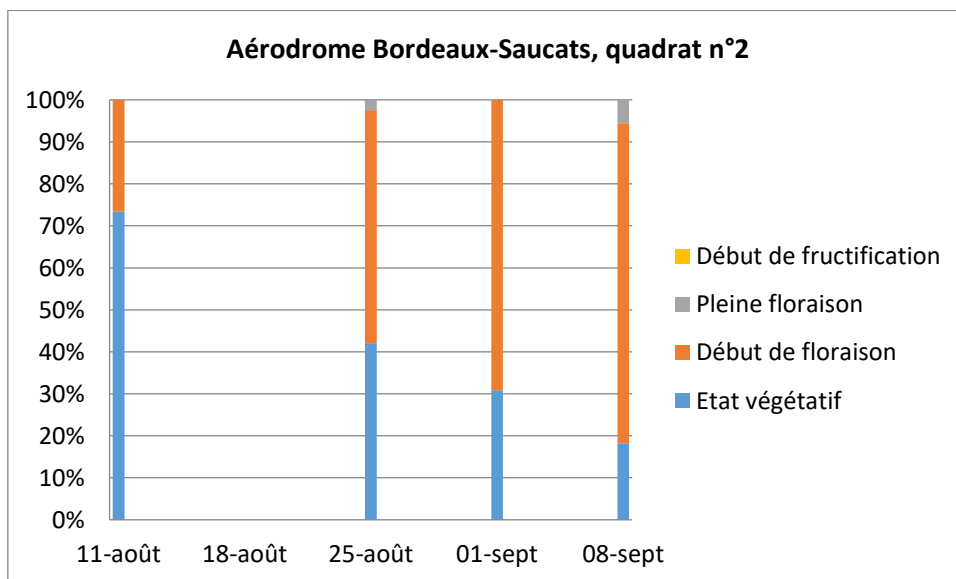


Fig. 148. Evolution au cours du temps de la proportion de chaque stade phénologique des gentianes au niveau du quadrat de 100 m² n°10 sur le site de l'Aérodrome de Bordeaux–Saucats.

Sur le site Ellorimendi, une majorité de gentianes a été observée à l'état végétatif pour les 4 premiers suivis (jusqu'au 21 juillet), puis la proportion de gentianes en début de floraison augmente au fur et à mesure des suivis. Peu de gentianes ont été observées en pleine floraison ou en début de fructification sur ce site (0,4% en début de fructification et 11% en pleine floraison le 23 août) (Fig. 149).

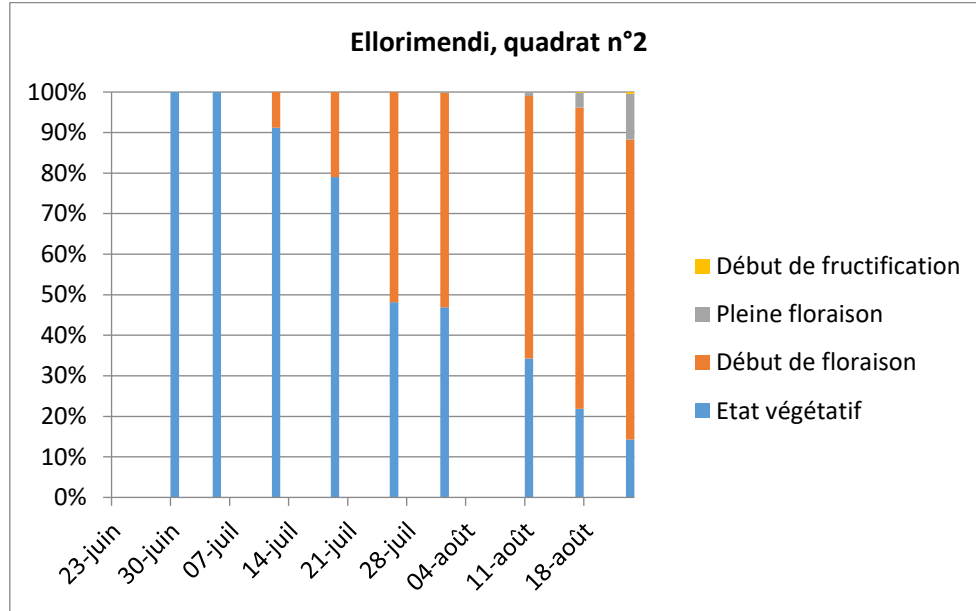


Fig. 149. Evolution au cours du temps de la proportion de chaque stade phénologique des gentianes au niveau du quadrat de 100 m² n°2 sur le site Ellorimendi.

Contrairement aux autres sites, sur le site Plateau d'Anzé, une majorité de gentianes en début de floraison a été observée lors des premiers suivis et très peu de gentianes à l'état végétatif. Comme pour les autres sites, la proportion de gentianes en pleine floraison et en début de fructification reste faible (1% en début de fructification et 19% en pleine floraison le 25 août) (Fig. 150).

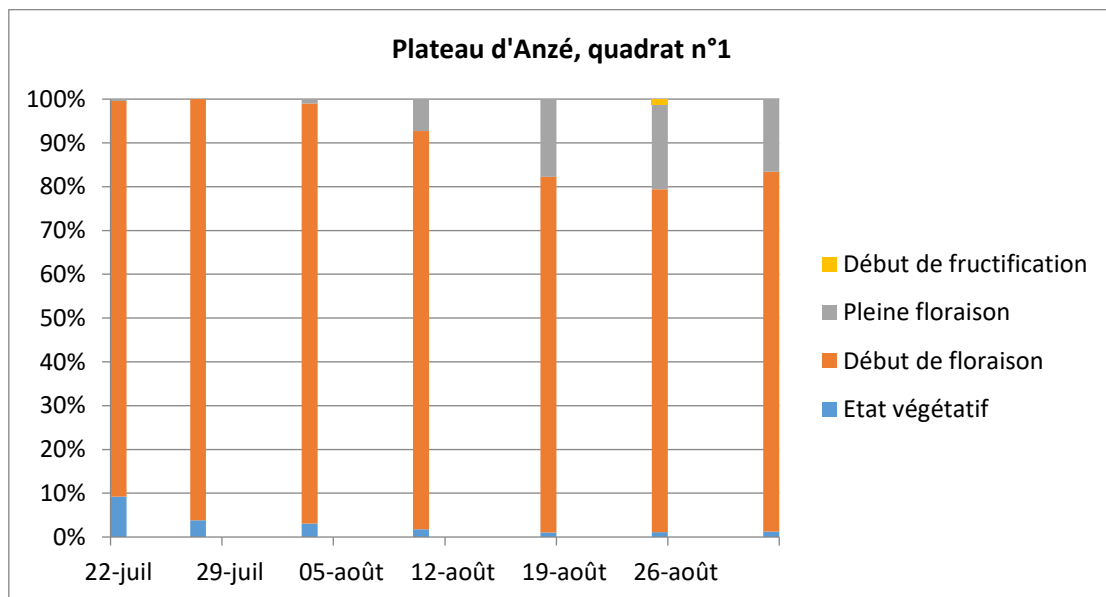
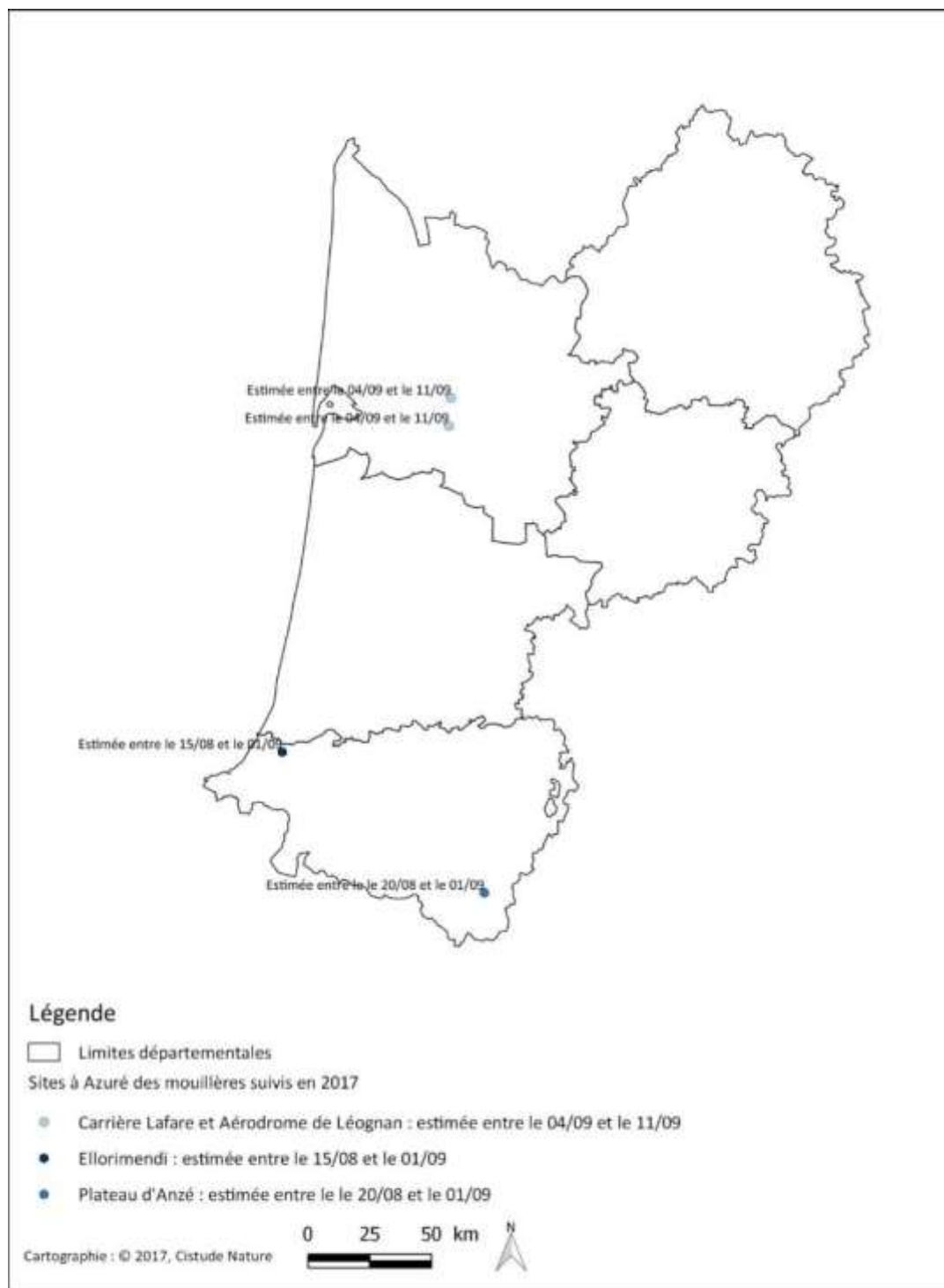


Fig. 150. Evolution au cours du temps de la proportion de chaque stade phénologique des gentianes au niveau du quadrat de 100 m² n°2 sur le site Plateau d'Anzé.

• *Phénologie de Phengaris alcon*

Un décalage dans la période de fin de vol est observable entre les différents sites (Fig. 151), avec une fin de vol plus précoce sur les sites dans les Pyrénées-Atlantiques par rapport aux sites en Gironde (jusqu'à 28 jours de décalage) (Fig. 151).



Phénologie de l'Azuré des mouillères sur les site suivis en 2017 : période estimée pour la fin de vol des imagos.

Fig. 151. Période estimée pour la fin de vol des imagos de *P. alcon* pour chaque site de suivis.

• *Pontes de Phengaris alcon*

Les figures suivantes (Fig. 152 – Fig. 157) présentent, à l'échelle du quadrat de 100 m² et pour chacun des trois sites, l'évolution au cours du temps de la proportion de hampes florales de gentiane avec des œufs de *P. alcon* par rapport au nombre total de hampes florales de gentiane.

Sur le site de l'Aérodrome de Bordeaux–Saucats, sur l'ensemble de la période de suivi, en moyenne 189 hampes florales de gentiane ont été comptées par jour de suivi et ce sur une surface de 100 m². En moyenne, ce sont moins de 30% des hampes florales qui ont des œufs de *P. alcon* (20,5% ± 5% en moyenne) (Fig. 152–Fig. 153).

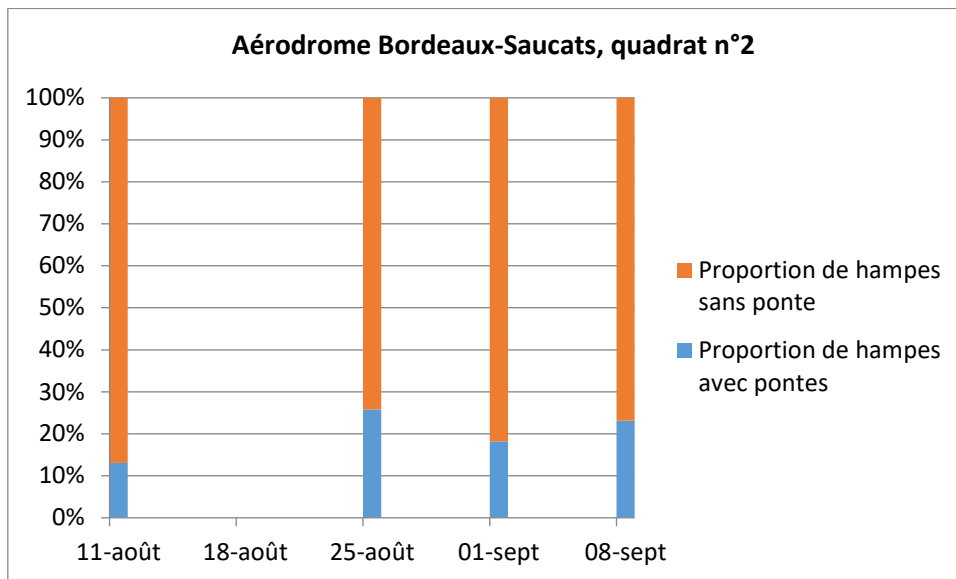


Fig. 152. Evolution, au cours du temps, de la proportion de hampes florales de gentiane avec des pontes par rapport au nombre total de hampes, sur le quadrat n°2 du site de l'Aérodrome de Bordeaux–Saucats.

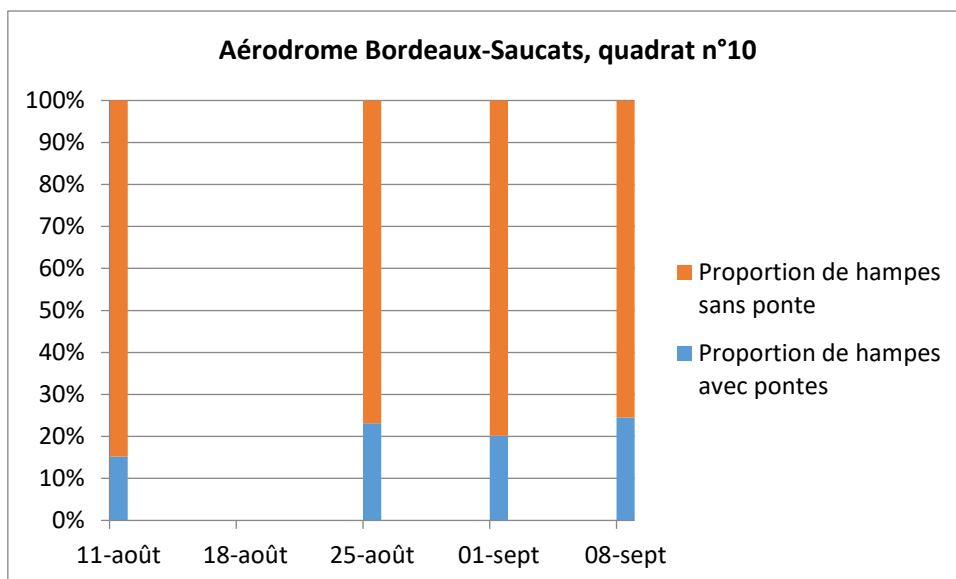


Fig. 153. Evolution, au cours du temps, de la proportion de hampes florales de gentiane avec des pontes par rapport au nombre total de hampes, sur le quadrat n°10 du site de l'Aérodrome de Bordeaux–Saucats.

Sur le site d'Ellorimendi, sur l'ensemble de la période de suivi, ce sont en moyenne 453 hampes florales de gentiane qui ont été comptées par jour de suivi sur une surface de 100 m². Moins de 1% des gentianes avaient la présence d'œufs de *P. alcon* (11 août : 1 hampe florale avec 5 œufs sur 514 hampes comptées ; 23 août : 1 hampe florale avec 5 œufs sur 937 hampes comptées).

Concernant le site du Plateau d'Anzé, ce sont en moyenne 755 hampes florales de gentiane qui ont été comptées par jour de suivi sur une surface de 100 m². En moyenne, 42% des gentianes ont des œufs de *P. alcon*. Toutefois, pour les suivis du 27 juillet et du 3 août, les proportions de gentianes ayant des œufs de *P. alcon* sont nettement supérieures par rapport aux autres dates de suivis (respectivement 79% et 78% de hampes florales avec œufs de *P. alcon*) (Fig. 154).

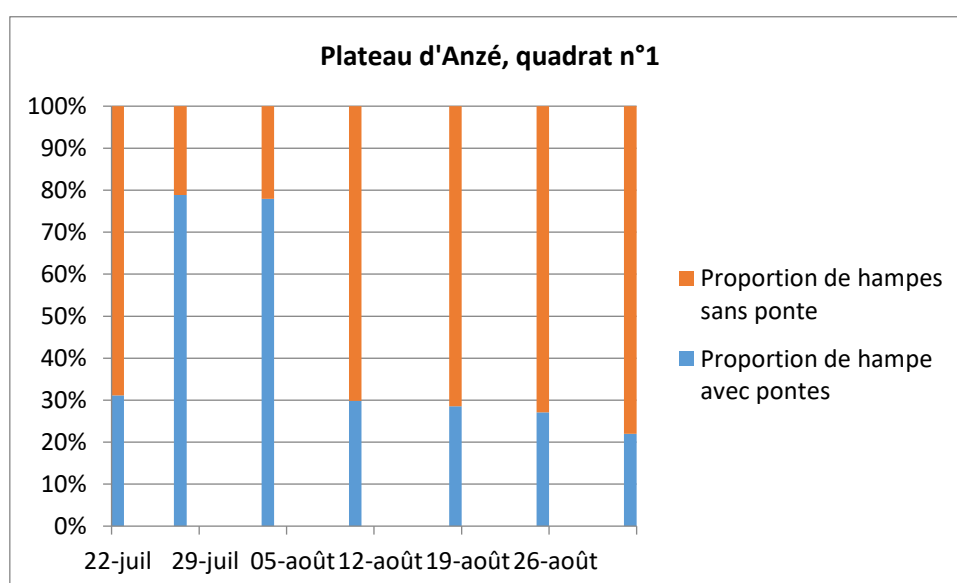


Fig. 154. Evolution, au cours du temps, de la proportion de hampes florales de gentiane avec des pontes par rapport au nombre total de hampes, sur le quadrat n°1 du site Plateau d'Anzé.

Les figures suivantes (Fig. 155 – Fig. 156) montrent, à l'échelle du quadrat de 100 m² et pour chacun des trois sites, l'évolution de la proportion d'œufs de *P. alcon* selon leur positionnement sur les gentianes au cours du temps. Globalement, les œufs de *P. alcon* sont pondus par les femelles principalement au niveau des bourgeons et des fleurs pour les trois sites.

Sur le site de l'Aérodrome de Bordeaux–Saucats, ce sont en moyenne 87,5% ± 5% des œufs qui sont pondus sur les bourgeons/fleurs, 2,5% ± 1% sur les tiges et 10,5% ± 4,5% sur les feuilles (Fig. 155–Fig. 156).

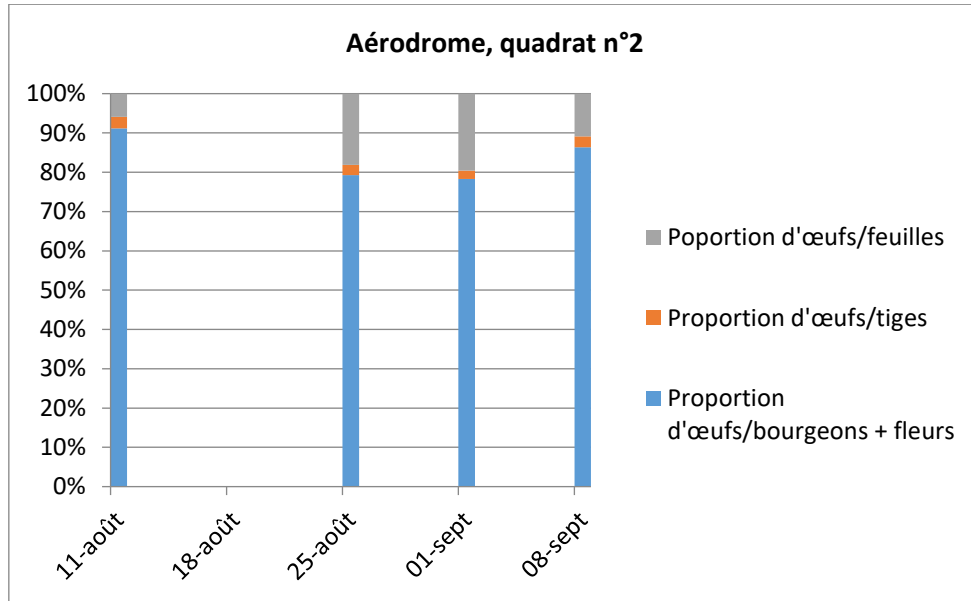


Fig. 155. Evolution au cours du temps de la proportion d'œufs selon leur positionnement sur les gentianes, sur le quadrat n°2 du site Aérodrome de Bordeaux-Saucats.

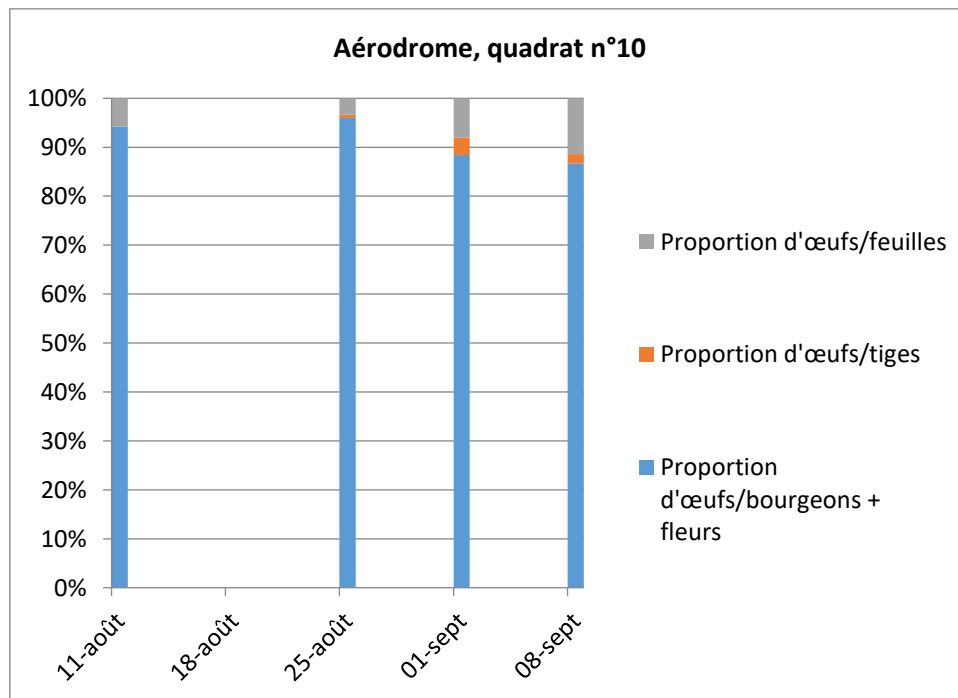


Fig. 156. Evolution au cours du temps de la proportion d'œufs selon leur positionnement sur les gentianes, sur le quadrat n°10 du site Aérodrome de Bordeaux-Saucats.

Sur le site d'Ellorimendi ce sont 100% des œufs qui sont pondus par les femelles sur les bourgeons/fleurs.

Enfin sur le Plateau d'Anzé, ce sont en moyenne $92\% \pm 3\%$ des œufs qui sont pondus sur les bourgeons/fleurs, $2\% \pm 2\%$ sur les tiges et $6\% \pm 2\%$ sur les feuilles, la proportion d'œufs pondus sur des parties dites non viables (tiges et feuilles) étant plus élevée au début de la période de suivi (22 juillet :

15% d'œufs pondus sur les parties non viables ; 27 juillet : 11% d'œufs pondus sur les parties non viables) (Fig. 157).

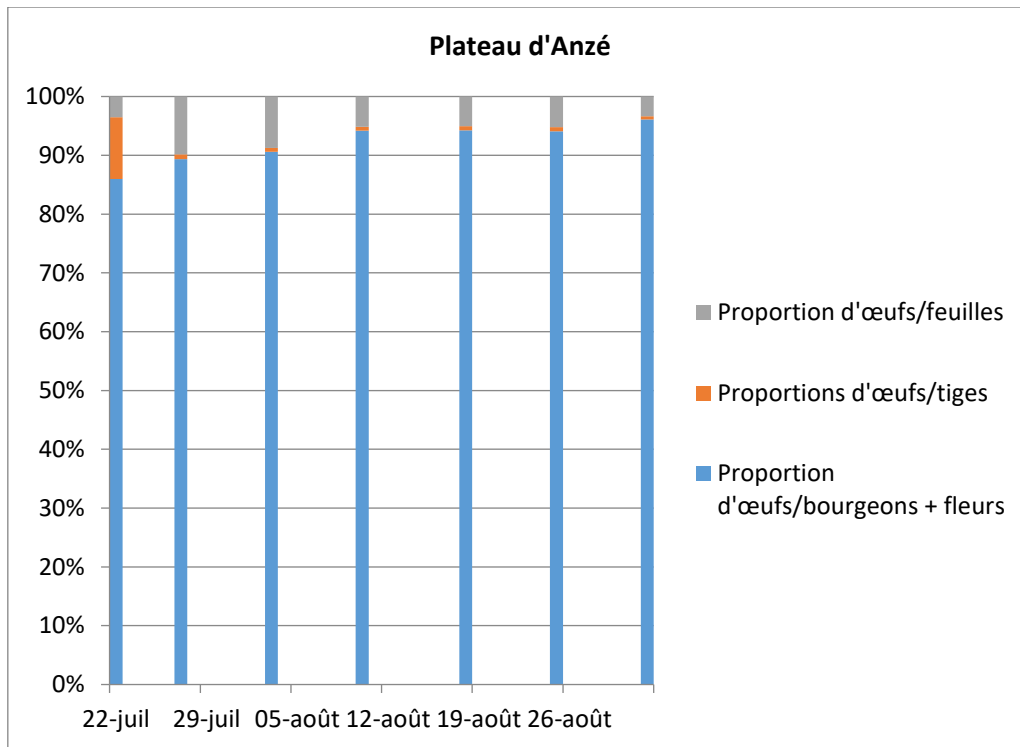


Fig. 157. Evolution au cours du temps de la proportion d'œufs selon leur positionnement sur les gentianes, sur le site Plateau d'Anzé.

5.4.3 Discussion

L'Azuré des mouillères (*Phengaris alcon*) est un lépidoptère qui possède un cycle de vie complexe qui dépend en partie de la présence de sa plante-hôte, *Gentiana pneumonanthe* (LAFRANCHIS *et al.*, 2015). L'objectif de ce suivi est d'étudier la réponse de la période de ponte de *P. alcon* à un décalage de la floraison de la *G. pneumonanthe* dû au changement climatique.

- *Sélection des sites*

En 2016, six sites d'étude, connus pour leurs importantes populations de *P. alcon*, ont été sélectionnés. Cependant, suite à une animation foncière infructueuse ou à des difficultés d'accès pour certains sites, il a été nécessaire de sélectionner d'autres sites, en vue de tester les deux méthodes de suivis proposées sur un nombre suffisant de sites. Or, il faut noter que les sites abritant des populations importantes de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe* sont peu nombreux en ex-Aquitaine (GOURVIL *et al.*, 2016). De plus, la sécurisation foncière et l'autorisation d'accès aux sites sont deux critères essentiels à prendre en compte dans la sélection des sites afin d'assurer la pérennité des suivis dans le temps. Ainsi, une grande difficulté réside dans la sélection des sites réunissant l'ensemble de ces critères. Par exemple, le site « Carrière Lafarge » (33) est un site sécurisé foncièrement, avec une autorisation d'accès. Il a été sélectionné pour remplacer le camp de Captieux (33) dont l'accès n'a pas été possible en 2017. Or, les suivis réalisés en 2017 ont révélé des populations de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe* beaucoup trop faibles. Il a, par conséquent, été décidé d'abandonner ce site. La découverte récente de nouveaux sites dans les Pyrénées-Atlantiques, la poursuite d'une animation foncière sur des sites plus favorables en Gironde ainsi que l'extension du programme à la Nouvelle-Aquitaine permettra

d'augmenter le nombre de sites. Pour le moment, un nouveau site, « lande de la Flotte et du Cluzeau » à Meuzac (19) vient compléter la liste existante de sites (Fig. 158).



Sites validés pour les suivis de *Phengaris alcon* et *Gentiana pneumonanthe*, en ex-Limousin.

Fig. 158. Situation des sites validés pour les suivis de *G. pneumonanthe* et *P. alcon* en ex-Limousin.

- **Bilan des tests des deux méthodes**

A notre connaissance, il n'existe pas actuellement de méthode standardisée pour le suivi de la phénologie de *G. pneumonanthe* et de la ponte de *P. alcon*. Après des échanges entre les partenaires et le conseil scientifique du programme « les sentinelles du climat » et une recherche bibliographique, deux types de méthodes des quadrats ont été proposées en 2016 : la première méthode dite des quadrats et la deuxième méthode dite des transects.

En 2017, afin d'établir le protocole le plus adéquat pour suivre la phénologie de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*, les deux méthodes de suivis ont été testées sur 4 sites : 2 sites en Gironde, 1 site au Pays-Basque et 1 site dans le Béarn. Lors de ces suivis, le nombre de gentianes comptabilisées était supérieur au nombre de gentianes attendu (nombre basé sur les pointages GPS des gentianes et retranscrit sous SIG). La méthode de comptage des gentianes peut expliquer cette différence car elle est différente pour le recensement préalable des gentianes. En effet, lors des suivis, la végétation est inspectée très finement afin de recenser de façon la plus exhaustive possible les gentianes, ce qui n'a pas été le cas au moment du recensement, la surface à couvrir étant trop importante. Ainsi, face à des contraintes de temps, seules les gentianes facilement détectables ont été pointées au GPS lors du recensement, ne permettant pas d'obtenir une vision réelle des populations de gentianes. Par conséquent, il est impossible d'échantillonner avec certitude 20% de la population de gentianes (échantillon statistique pertinent admis dans la littérature).

Les tests effectués sur le terrain ont permis de mettre en exergue les avantages et inconvénients pour chacune des deux méthodes.

La méthode des quadrats permanents 10 m x 10 m (VAN DYCK & REGNIERS, 2010), dite méthode des quadrats, est pratique à mettre en place sur le terrain. Les quadrats sont faciles à retrouver à chaque suivi grâce à des repères permanents. La localisation étant réalisée sur les zones les plus denses en gentianes, le nombre de quadrats à disposer pour atteindre le seuil minimum de 20% de pieds est alors réduit ce qui permet d'optimiser l'effort d'échantillonnage. Cependant, ce nombre peut augmenter pour les sites où la répartition de *G. pneumonanthe* est grande et diffuse. La surface inventoriée est identique pour chaque quadrat mais le temps de suivis peut varier selon la densité de gentianes présente, il sera d'autant plus élevé que la densité sera forte, augmentant le temps du suivi pour certains sites comme le Plateau d'Anzé. Sept heures de comptage ont été parfois nécessaires pour réaliser le suivi. De plus, le quadrat concerne une zone qui peut être impactée par des conditions environnementales particulières avec des phénologies spécifiques de *G. pneumonanthe* ou des pertes de pieds par assèchement de la zone. Cet échantillonnage peut ne pas être représentatif de l'évolution de l'ensemble du site. L'adaptation de l'emplacement du quadrat en fonction de l'évolution spatiale des pieds de *G. pneumonanthe* permettrait d'éviter la prise en compte de réponses particulières de la flore et de la faune, qui seraient non représentatives de la réponse globale. Enfin, un inconvénient de cette méthode est le piétinement important sur la zone de suivi, dû aux nombreux passages à répétition à l'intérieur du quadrat ce qui pourrait avoir un impact à la fois sur les gentianes et les pontes de *P. alcon* et sur l'état de conservation de l'habitat à long terme. En effet, d'une part, avec le piétinement et la pose à répétition de quadrats de 4 m² (quadrats en tasseau de bois, en tuyau en pvc), il y a un risque important de destruction des gentianes (tiges cassées, sectionnées) et des pontes avec. D'autre part, un piétinement répété risque de provoquer des ouvertures dans la végétation permettant l'apparition d'espèces floristiques non caractéristiques des landes humides.

La méthode des quadrats de 4m² (KESEL & URBAN, 1999), dite méthode des transects, a l'avantage d'échantillonner le site sur une plus grande zone et permet de traverser des zones à forte et faible densité de gentianes. Comme les quadrats, les transects peuvent être facilement retrouvés grâce à la mise en place de repères permanents positionnés le long du transect. Par contre la mise en place sur le terrain peut s'avérer difficile sur les sites où la végétation est haute avec présence d'arbustes, d'autant plus lorsque le transect est long d'une centaine de mètres. De plus, il existe un risque important de décalage du transect lors de son positionnement, dû à la précision du GPS (précision maximale de 3 m). Cela peut avoir des conséquences sur le nombre de gentianes comptabilisés lors du suivis qui peut être réduit si le transect est positionné hors des zones à forte densité, ce qui fut notamment le cas sur le site d'Ellorimendi. Aussi, la surface inventoriée est variable selon la longueur des transects qui dépend de la taille et de la forme du site, ce qui conditionne également le temps de suivis : il sera d'autant plus long que la longueur du transect sera élevée. Enfin, en ce qui concerne le piétinement, cette méthode semble moins préjudiciable sans le confirmer puisqu'elle n'a été testée qu'une seule fois sur chacun des sites.

En comparant les deux méthodes (Tab. LXXVIII), celle des quadrats 10 x 10m est la méthode qui semble offrir le meilleur compromis entre effort d'échantillonnage et nombre de gentianes contactées. En effet, les résultats des tests réalisés en 2017 ont montré un nombre de gentianes échantillonnées plus important avec la méthode des quadrats 10 x 10 m. Le choix s'est donc orienté vers cette méthode. Cependant, afin d'éviter les difficultés et inconvénients rencontrés en 2017, des modifications d'application de la méthode ont été apportées suite à une réunion technique avec Cistude Nature, le CEN Aquitaine, la Société entomologique du Limousin, le CBN Sud-Atlantique et le CBN Massif Central. Concernant le problème de piétinement, il a été décidé de réaliser les suivis, de façon rotatoire, sur deux quadrats permanents choisis parmi les quadrats de 100 m² sélectionnés et échantillonnés en 2017 qui présentaient les meilleures densités en gentianes et en œufs de *P. alcon*. Cela signifie qu'un quadrat sera suivi une année sur deux (Fig. 159). Quelques changements ont également été apportés au niveau des paramètres à relever. La différenciation des pieds de gentiane étant parfois difficile à réaliser, en 2017 le nombre de bourgeons floraux, de fleurs épanouies et de fruits ainsi que le nombre d'œufs de *P. alcon* selon leur positionnement ont été notés pour chaque hampe florale et non pour chaque pied. Afin de valoriser les données des suivis de 2017, la phénologie de la gentiane et le nombre d'œufs seront notés pour chaque hampe florale. Cependant, le nombre de pieds de gentiane reste un élément important afin d'étudier la dynamique de la population de gentianes sur chaque site. Ce paramètre sera ainsi noté pour les prochains suivis. Enfin, concernant la matérialisation des quadrats, elle pourra se faire à l'aide de tiges métalliques enfouies dans le sol et repérées ensuite à l'aide d'un détecteur à métaux. Cette technique présente l'avantage d'assurer une grande pérennité au dispositif de suivi, tout en limitant les contraintes liées à la gestion comme la fauche.

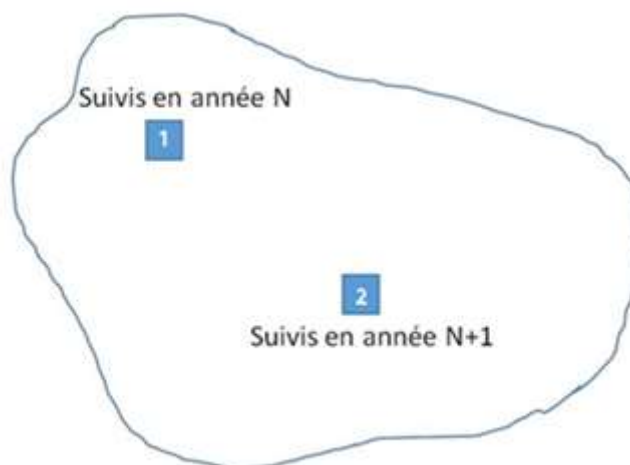


Fig. 159. Illustration du système rotatoire pour les suivis de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*.

Tab. LXXVIII. Eléments de comparaison des deux méthodes de suivis de la phénologie de *G. pneumonanthe* des pontes de *P. alcon*.

| | Quadrat 10x10 | Transect |
|--|---|--|
| Mise en œuvre sur le terrain | Pas de difficultés particulières pour la mise en place. Pas de difficulté pour le repérage des quadrats : repères laissés sur place pour toute la période de suivis. | Difficulté de mise en place du transect sur les sites à végétation haute avec présence d'arbustes. |
| Surface inventoriée | Fixe : 100m ² par quadrat. | Variable selon la longueur du transect. |
| Localisation sur les zones les plus denses | Difficile si répartition diffuse des gentianes. | Difficulté surtout liée à la précision du positionnement du transect (précision de 3m du GPS). |
| NB gentianes comptabilisées | En moyenne : 2,5 gentianes/m ² (pour la première semaine de suivi) | En moyenne : 0,44 gentianes/m ² |
| Nb gentianes estimées/Nb gentiane comptées en 2017 | En moyenne : 2,5 gentianes/m ² (pour la première semaine de suivi) | En moyenne : 0,44 gentianes/m ² |
| Temps d'inventaire | Variable selon la densité de gentianes (30 min à 7h, 2h13 en moyenne pour la première semaine de suivi) | Variable selon la densité de gentianes et la longueur du transect (de 30min à 4h, 2h17 en moyenne) |
| Impact des suivis sur le milieu | Piétinement du milieu très important, risque de détérioration du milieu au fil du temps | Piétinement plus limité mais manque de recul car 1 seul passage pour chaque transect |

• **Phénologie de *G. pneumonanthe* et *P. alcon***

Les suivis réalisés durant l'été 2017 sur quatre sites donnent des premières observations sur la phénologie de *G. pneumonanthe* et de *P. alcon* à différentes latitudes.

Des différences de phénologie sont notées entre les sites situés dans les Pyrénées-Atlantiques et les sites situés plus au nord, en Gironde. Les sites Ellorimendi et Plateau d'Anzé, situés dans les Pyrénées-Atlantiques, se distinguent des sites de Gironde par une fin de vol de *P. alcon* plus précoce ainsi qu'une floraison de *G. pneumonanthe* plus précoce. Des différences de phénologie de la gentiane sont également observables entre les deux sites des Pyrénées-Atlantiques. Sur le plateau d'Anzé, situé à une altitude de 800 m et sous influence montagnarde, la gentiane fleurit plus tardivement que sur

le site Ellorimendi, qui se situe à une altitude de 131 m et sous influence atlantique. *Gentiana pneumonanthe* est une espèce hygrophile qui est particulièrement sensible aux épisodes de sécheresse survenant durant le printemps, ce qui peut avoir des conséquences sur le nombre d'individus en fleurs et le nombre de fleurs par individus (ROSE *et al.*, 1998 ; KESEL & URBAN, 1999 ; CERRATO *et al.*, 2016). De plus, Cerrato *et al.* (2016) ont étudié les effets directs et indirects de différentes variables météorologiques sur *P. alcon* sur deux sites, l'un situé en basse altitude et l'autre en haute altitude. Leurs résultats ont montré que la floraison de *G. pneumonanthe*, tout comme le vol de *P. alcon*, était plus précoce dans des conditions plus humides et plus fraîches. Les suivis réalisés sur plusieurs années ainsi que la confrontation des données météorologiques de chaque site avec les données de phénologie permettront, par la suite, d'analyser les relations existantes et une éventuelle évolution au niveau de la phénologie de *G. pneumonanthe* ainsi que la réponse de *P. alcon* en termes de succès de pontes.

- **Perspectives**

Suite à ces premiers suivis et ces premiers résultats, les perspectives sont les suivantes :

- Continuer l'animation foncière sur les sites identifiés comme favorables mais sans réponse des propriétaires.
- Débuter une animation foncière sur les nouveaux sites identifiés comme favorables, c'est-à-dire répondant aux critères de sélection.
- Affiner la date de la première floraison et la période de fin de vol de *P. alcon* sur les sites pour lesquels elles ne sont pas encore déterminées (ex : camp de Souge).
- Déterminer la date de première ponte de *P. alcon* sur chaque site.
- Appliquer la méthode de suivis sélectionnée sur les sites validés.
- Etablir un plan d'analyse de modèles statistiques pour relier la réponse du décalage de la phénologie de la plante hôte au succès des pontes de *P. alcon*.