Programme de recherche PHOTODIV

PHASE 1 – Résultats Finaux
Étude préalable à l'évaluation du potentiel d'accueil de la biodiversité au sein des centrales photovoltaïques au sol

BRUNOD Paul[1], POISBLEAU Maud[2*] et LELIEVRE Hervé[3*]

Bureau d'études Crexeco, Riom (63200), France*

Résumé : L'implantation d'une centrale photovoltaïque au sol (CPS) peut occasionner des impacts négatifs mais aussi positifs sur la biodiversité. Cependant, les études de ces derniers en exploitation sont peu nombreuses et manquent de suivis standardisés. L'élaboration d'une stratégie d'échantillonnage reposant sur des tests méthodologiques *in situ* semble donc nécessaire. Différentes méthodes d'inventaires de 3 taxons indicateurs du potentiel écologique (flore, rhopalocères et orthoptères) ont été testées sur plusieurs CPS entre 2019 et 2020.
Pour chacun des taxons, le nombre et la proportion des espèces théoriquement présentes détectées augmente avec le nombre de réplicats réalisés. La richesse, l'hétérogénéité et la diversité des espèces diffèrent entre CPS et/ou entre zones (non couvertes par les panneaux versus couvertes pour la flore ; périphérique versus entre les panneaux pour les rhopalocères et orthoptères) au sein de la CPS, Cette hétérogénéité doit être prise en compte dans la réalisation des inventaires. Pour la flore, les différences entre zones ne sont pas constantes entre années et CPS et un échantillonnage avec 10 quadrats de 20 m² par zone est préconisé à la période de floraison dans l'habitat typique des CPS (prairie homogène). Pour les rhopalocères et les orthoptères, richesse, hétérogénéité et diversité des espèces sont généralement supérieures en périphérie par rapport à entre les panneaux quels que soient l'année et le site. L'échantillonnage minimum conseillé pour les rhopalocères est de 6 transects de 300 m par zone, à répartir en au moins 2 passages et à augmenter pour les CPS supérieures à 10 ha. Pour les orthoptères, la méthode au filet fauchoir est préférée à celle au biocénomètre, avec 10 transects de 20 m par zone début août et une identification simultanée complémentaire à l'écoute des chants si possible.

Abstract: Solar park implantation may induce negative but also positive impact on biodiversity. However, this topic is poorly studied, and there is only few standardized monitoring. The development of sampling strategy could be provided by *in situ* methodological tests. We tested different sampling methods for monitoring flora, butterflies and orthoptera on two to four solar parks between 2019 and 2020.
Field tests have shown that spatial stratification influences species number and/or communities' composition, for all Taxa (flora, butterflies, orthoptera), and must be considered in sampling strategy.
The setting up of 20 quadrats of 20 m², stratified between the area uncovered, and covered by solar panels, allows a good floristic sampling, by presenting the same results as those of 2019. The estimation of butterfly diversity can be assessed by conducting 6 transects of 300 meters depending on the surface of the site and stratified between the periphery and the inter-panels area, is also optimal. The results of orthoptera's inventories in 2020 show the interest of the sweeps transect method, stratified between the periphery and the inter-panels, as well as 20 replicates allow representative sampling.
Our results provide an adapted and standardized proposal for monitoring biodiversity within solar parks, which is functional to monitor 3 taxa bioindicators: flora, butterfly and orthoptera.

Citation : Brunod P., Poisbleau M., Lelièvre H. 2022. Étude préalable à l'évaluation du potentiel d'accueil de la biodiversité au sein des centrales photovoltaïques au sol - Phase 1 - Résultats Finaux. Document de synthèse. Crexeco. 14 p. + Annexes.

Mots clés : biodiversité, échantillonnage, indicateurs, photovoltaïque.

[1] paul.brunod@gmail.com
[2] maudpoisbleau@crexeco.fr
[3] hervé.lelièvre@crexeco.fr
* 04 15 47 00 02

Avant-propos

Ce document présente les résultats et les perspectives d'étude pour le démarrage du programme de recherche PHOTODIV. La présentation des analyses statistiques et de leurs résultats est ici simplifiée pour faciliter la compréhension.

Introduction

Cette étude est effectuée dans le cadre du programme PHOTODIV qui vise à améliorer les connaissances sur les capacités d'accueil de la biodiversité au sein des centrales photovoltaïques au sol (CPS), et à les rendre disponibles et utilisables pour les différents intervenants de la filière : développeurs, bureaux d'études et services instructeurs (Crexeco, 2019).

L'énergie solaire est produite à l'échelle industrielle depuis plus de 20 ans en France et présente un fort potentiel d'augmentation dans les années à venir (Loi n° 2015-992, 2015; RTE *et al.*, 2017). Elle peut néanmoins générer des impacts importants sur les milieux naturels et la biodiversité (McKinney, 2002; Hernandez *et al.*, 2014). Il est donc essentiel de maitriser les différentes étapes des projets, du choix du site d'implantation jusqu'à l'exploitation en passant par les travaux de construction, afin de minimiser leurs impacts sur la biodiversité, mais plus encore, aboutir à une plus-value écologique de ces projets. En effet, les CPS occupent d'importantes surfaces au sol et peuvent potentiellement constituer des habitats de qualité (absence de dérangement, gestion extensive, aménagements favorables…).

Pourtant, les informations manquent sur les effets, notamment à long terme, des nombreuses CPS en exploitation (Bureau de la communication du conseil général de l'Environnement et du Développement durable, 2018). Quelques études comparatives ont été mises en place en se basant sur les résultats des expertises écologiques des études d'impacts sur l'environnement (EIE) ou de suivis post-implantation. Cependant, l'absence de protocoles standardisés rend la comparaison des résultats et leur interprétation très difficiles (Frontier, 1983; Harrison, Lloyd & Field, 2016; Montag, Parker & Clarkson, 2016; Le Viol, Kerbiriou & Porcher, 2018).

Dans ce contexte, une première étude a été réalisée en 2019-2020 afin de tester et calibrer des protocoles de suivi standardisé de différents taxons indicateurs de la biodiversité (Brunod, 2019; Brunod *et al.*, 2020). Cette étude a également exploré l'importance de prendre en compte l'organisation des CPS en trois espaces (Figure 1) : la zone entre la clôture périphérique et les rangées de panneaux photovoltaïques, ici appelée "périphérie" (P) ; la zone entre les rangées de panneaux, appelée "entre-panneaux" (EP) ; et la zone sous les panneaux, appelée "sous-panneaux" (SP).

Cette étude préliminaire montre en effet que la richesse spécifique détectée est plus importante dans les zones non-couvertes (P et EP) que couvertes (SP) et augmente avec la surface et le nombre de quadrats réalisés pour la flore.

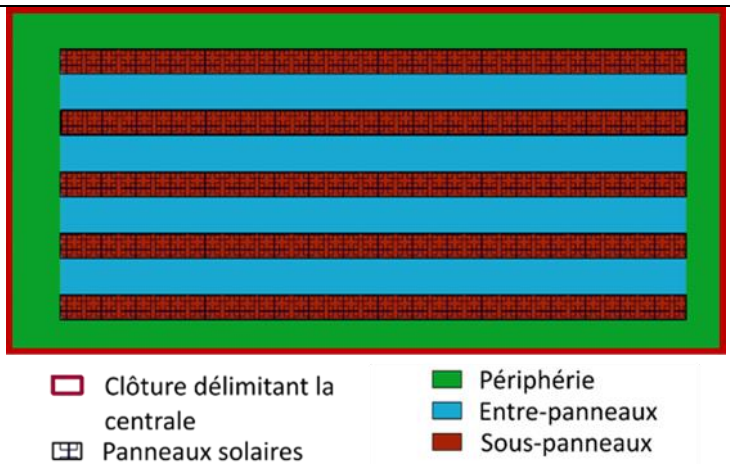


Figure 1. Schématisation des différentes zones et de leurs emplacements au sein d'une CPS

Pour les rhopalocères, la richesse spécifique est plus importante en P qu'en EP et augmente avec le nombre de transects réalisés mais pas avec leur longueur ; SP n'ayant pas été échantillonnée. Pour les orthoptères, elle augmente seulement avec le nombre de réplicats réalisés ; SP n'ayant pas été échantillonnée et la richesse spécifique n'étant pas significativement différente entre P et EP ou entre les méthodes : filet fauchoir (Tanguy & Gourdain, 2011) ou biocénomètre (Badenhausser, 2012).

Ainsi, 10 quadrats de 20 m² dans chaque zone (non-couverte ou couverte, 20 au total) permettrait un échantillonnage représentatif de la flore. Des transects de 300 m dont le nombre dans chaque zone (P et EP) dépend de leur surface permettrait un échantillonnage représentatif des rhopalocères. Il n'a cependant pas été possible d'établir un plan d'échantillonnage fiable pour les orthoptères.

Ces résultats montrent la nécessité de standardiser les études de la biodiversité au sein des CPS et apportent des propositions adaptées pour suivre ces bioindicateurs, bien que celles concernant les orthoptères méritent d'être affinées.

Cette étude préliminaire s'est donc poursuivie en 2020 avec comme objectifs la validation des protocoles et plans d'échantillonnages sur une année supplémentaire (flore et rhopalocères) ainsi que l'élaboration d'une méthode fiable de suivi des orthoptères. Pour ces derniers, le filet fauchoir semble donner de meilleurs résultats que le biocénomètre, mais sans différence significative (Brunod, 2019; Brunod *et al.*, 2020). En revanche, la méthode du filet fauchoir s'avère plus facile d'utilisation que le biocénomètre, en particulier sur des surfaces d'échantillonnage plus grandes et malgré une perte de précision de la zone prospectée. Nous utilisons donc le biocénomètre sur une CPS en 2020 afin de confirmer les remarques précédentes, et concentrons nos efforts sur le plan d'échantillonnage en faveur du filet fauchoir.

Ce complément d'étude est effectué dans quatre CPS exploitées par le développeur solaire Photosol dans le département de l'Allier (03).

Matériel et méthodes

Sites d'étude

Quatre CPS de l'Allier ont été prospectées en 2020 : les deux CPS de 2019 (communes d'Yzeure et de Gennetines) à nouveau prospectées pour les trois taxons et deux CPS supplémentaires (communes de Domérat et de Dompierre-sur-Besbre), prospectées uniquement pour les orthoptères. Ces CPS présentent des similarités (conditions climatiques et gestion par pâturage ovin notamment) qui limitent les différences d'influences extérieures lors des comparaisons entre CPS.

Inventaires flore

Les inventaires floristiques ont été réalisés le 30 juin 2020 à Gennetines et le 1er juillet 2020 à Yzeure.

Des quadrats de 20 m² (Meddour, 2011; Delassus, 2015) sont matérialisés sur 20 m de long et 1 m de large par une corde fixée au sol par des sardines de camping (Annexe 1). La configuration allongée des quadrats permet de les positionner entièrement dans des zones restreintes. Dans chacun des réplicats, toutes les espèces végétales sont répertoriées, et leur abondance-dominance est estimée selon la nomenclature Braun-Blanquet (Gillet, 2000).

Les 10 quadrats réalisés en 2019 en SP ont été reconduits. 10 quadrats ont été sélectionnés aléatoirement parmi ceux réalisés en 2019 en P ou EP (Figure 3 et Annexe 2). Ces 20 quadrats ont été effectués alternativement entre SP et P + EP afin de limiter les biais liés à une éventuelle baisse d'attention de l'observateur au cours de la journée.

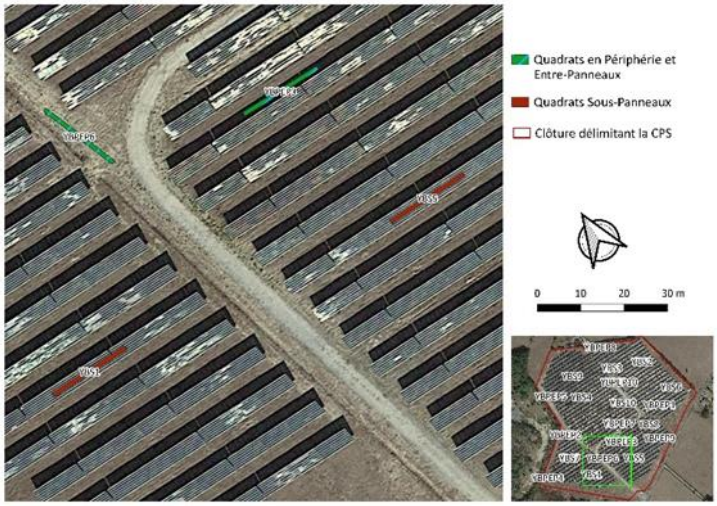


Figure 3. Plan d'échantillonnage de la flore par quadrats à Yzeure

Inventaires rhopalocères

Les inventaires rhopalocères ont été réalisés le 30 juin 2020 avec une température de 19 à 21 °C, un vent faible (5 à 10 km/h) et une couverture nuageuse oscillant entre 0 et 50 % à Gennetines, et le 1er juillet avec une température de 24 °C, un vent faible (0 à 10 km/h) et une couverture nuageuse entre 0 et 50 % à Yzeure.

Des transects de 300 m de long et espacés de minimum 50 m sont effectués selon le protocole participatif du Suivi Temporel des Rhopalocères de France porté par le Muséum national d'Histoire naturelle MNHN (STERF, 2006, 2010; Manil & Henry, 2007). Chaque transect est prospecté dans un volume de 2,5 m de chaque côté de l'observateur et de 5 m de hauteur (Figure 2). Seuls les rhopalocères contactés en marchant dans ce volume sont identifiés et dénombrés.

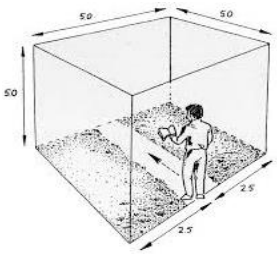


Figure 2. Schématisation du volume prospecté lors des transects

La prospection doit être effectuée en 10 minutes (± 1 minute) dans des conditions météorologiques favorables : aucune précipitation, température minimale de 13 °C sans couverture nuageuse ou d'au moins 17 °C avec une couverture nuageuse de 50 % maximum. Le chronomètre est mis en pause s'il est nécessaire de s'arrêter pour capturer et identifier un individu.

16 transects (6 à Yzeure et 10 à Gennetines) répartis (et effectués alternativement) entre P et EP ont été sélectionnés aléatoirement parmi ceux de 2019 (Figure 4 et Annexe 3).

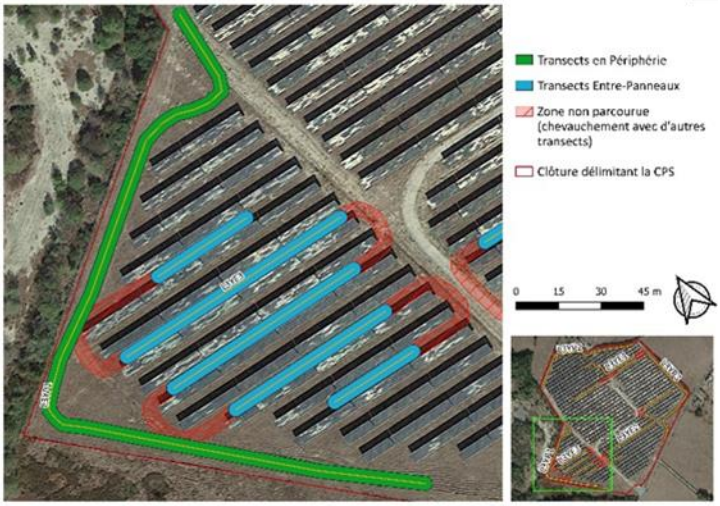


Figure 4. Plan d'échantillonnage des rhopalocères par transects à Yzeure

Inventaires orthoptères

Les inventaires orthoptères ont été réalisés pendant les heures chaudes, au plus proche de la période favorable à l'activité des orthoptères, soit le 1er septembre 2020 à Yzeure, le 2 à Gennetines, le 3 à Dompierre et le 9 à Domérat.

Les orthoptères sont récoltés sur un transect de 20 m de long (environ 30 pas) au cours duquel le sol est parcouru de gauche à droite à l'aide d'un filet fauchoir. La largeur d'échantillonnage (allongement du bras plus du filet) est alors d'environ 1 m. Tous les orthoptères récupérés dans le filet sont identifiés et dénombrés sur le terrain ou prélevés pour être identifiés ultérieurement.

Un total de 80 transects a été réalisé : 10 réplicats par zone (P et EP alternativement) pour chacune des quatre CPS (Figure 6 et Annexe 4). Tous les transects effectués à Yzeure et Gennetines en 2019 ont été reconduits. Les emplacements des transects à Domérat et Dompierre-sur-Besbre ont été sélectionnés aléatoirement.

Les inventaires au biocénomètre consistent en la dépose d'une cage de 1 m² autour d'un point GPS sélectionné aléatoirement (Figure 5). Les orthoptères alors contenus dans le biocénomètre sont prélevés pendant 1 minute pour identification et comptage. Les 20 réplicats réalisés à Yzeure (P et EP alternativement) en 2019 ont été reconduits en 2020 (Figure 6 et Annexe 4).

Figure 5. Biocénomètre des inventaires orthoptères

Figure 6. Plan d'échantillonnage des orthoptères à Yzeure

Analyse des données de terrain

Les indices de richesse spécifique (RS), d'hétérogénéité de Shannon (SHA), et de diversité de Simpson (1-D) représentant la biodiversité contactée sont calculés sous R (package "vegan"). Dans le cas de la flore, l'abondance est intégrée dans les calculs en transformant la nomenclature de Braun-Blanquet sous forme de recouvrement moyen (Annexe 5).

Les analyses sont réalisées par année afin de s'abstraire de la dépendance des réplicats réalisés en 2019 et 2020, du biais observateur (flore) et des différences entre dates d'échantillonnage (contexte sanitaire en 2020).

Les distributions des variables à expliquer (indices RS, SHA et Simpson) pour les différents taxons sont vérifiées au moyen d'histogrammes, de QQplot et du test de shappiro. L'indice de diversité de Simpson (1-D) est ramené à l'indice de Simpson (D) ayant une distribution proche de la loi de Poisson et permettant l'analyse. Ces 2 indices varient entre 0 et 1, mais leur sens d'interprétation est inversé : sous la forme D, la diversité des espèces abondantes est plus importante vers 0 et moins importante vers 1 alors que sous la forme 1-D, elle est plus importante vers 1.

Effet du nombre de réplicats

Afin d'estimer le nombre de réplicats nécessaires, des courbes de raréfaction sont réalisées à partir de 100 tirages aléatoires des réplicats grâce au package "vegan" (Chao, 1987; Colwell & Coddington, 1994).

Le nombre moyen d'espèces détectées par réplicat ainsi issu des tirages aléatoires est également reporté (1) au nombre total d'espèces détectées lors des inventaires ou (2) au nombre estimé par le modèle Chao pour chaque CPS, taxon et méthode (fonction "specpool" du package "vegan") :

$$\left(\frac{\mathrm{NCR}_{\text{réplicat n}}}{\mathrm{NT}_{\text{Inventaire}}}\right) * 100 \qquad (1)$$

$$\left(\frac{\mathrm{NCR}_{\text{réplicat n}}}{\mathrm{NT}_{\text{Chao}}}\right) * 100 \qquad (2)$$

avec NCR : nombre cumulé d'espèces du réplicat n extrait de la raréfaction et NT : nombre total d'espèces.

Une estimation de la proportion d'espèces potentiellement non détectées lors des inventaires est ainsi fournie par la différence entre la proportion (1) et la proportion (2).

Enfin, la proportion de nouvelles espèces décrites à chaque nouveau réplicat est établie en calculant la différence du nombre d'espèces détectées entre deux réplicats sur le nombre d'espèces du réplicat précédent (3) :

$$\left(\frac{\mathrm{N}_{\text{réplicat n+1}} - \mathrm{N}_{\text{réplicat n}}}{\mathrm{N}_{\text{réplicat n}}}\right) * 100 \qquad (3)$$

avec N : nombre d'espèces.

Effet de la CPS et de la zone

Après validation de la normalité des données, des GLM multiples sans famille (i.e. revenant à de simples régressions) testant l'effet de la zone, de la CPS, ainsi que de ces deux variables explicatives en interaction sont effectuées. Des GLM multiples de loi de Poisson testant les mêmes variables explicatives sont privilégiés lorsque la distribution se rapproche d'une loi de Poisson.

La dispersion des résidus des différents modèles est contrôlée et les modèles aux résidus surdispersés sont remplacés par des GLM de loi négative binomiale testant les mêmes variables explicatives (package "MASS").

La significativité des résultats est ensuite analysée par Anova (package "car") paramétrée avec le test "F".

Enfin, les cortèges d'espèces sont comparés entre zones pour confirmer qualitativement les résultats des modèles, en utilisant l'indice de similarité de Jaccard (package "vegan") représenté sous forme de dendrogramme.

Matériel et logiciels utilisés

Les transformations, analyses statistiques et représentations graphiques des données, sont effectuées avec les logiciels R (V4.0.3) et R-Studio (V.1.3.1093) à l'aide des packages cités (R Core Team, 2014). Les cartographies sont réalisées avec le logiciel Q-gis (V3.14) sous la projection cartographique (SCR) RGF93 - Lambert93 à partir de fonds de carte Google satellite du package "QuickMapServices". Les cartes utilisées sur le terrain ont été transformées en KML puis intégrées dans un GPS Garmin (GPS MAP 64).

Résultats

Flore

En 2019, sur les quadrats reconduits en 2020, 64 espèces végétales avaient été trouvées à Gennetines (53 en P + EP et 37

en SP) et 67 à Yzeure (49 en P + EP et 46 en SP). Sur le total de 95 espèces différentes, 36 étaient communes aux deux CPS, 28 étaient propres à Gennetines et 31 à Yzeure (Tableau 1, Annexe 6, 7, 9 et 10).

En 2020, 60 espèces ont été trouvées à Gennetines (39 en P + EP et 37 en SP) et 75 à Yzeure (55 en P + EP et 46 en SP). Sur le total de 98 espèces différentes, 37 sont communes aux deux CPS, 23 sont propres à Gennetines et 38 à Yzeure (Tableau 1, Annexe 8 et 11).

Tableau 1. Nombres moyens d'espèces floristiques selon la CPS, l'année et la zone

Année	Zone	Gennetines		Yzeure	
		Moyenne ± sd	Total	Moyenne ± sd	Total
2019	P+EP	18,4 ± 4,351	53	15,5 ± 5,126	49
	SP	12,5 ± 1,958	37	10,3 ± 4,968	46
	P+EP+SP	15,4 ± 4,466	64	12,9 ± 5,59	67
2020	P+EP	10,9 ± 4,228	39	14,8 ± 3,584	55
	SP	10,7 ± 2,627	37	10,8 ± 4,104	46
	P+EP+SP	10,8 ± 3,427	60	12,8 ± 4,275	75

Zone : P : Périphérie, EP : Entre-Panneaux

Effet du nombre de réplicats

Le nombre cumulé d'espèces augmente rapidement avec le nombre de quadrats réalisés (Figure 7A). Le pattern de la courbe de raréfaction est proche entre CPS et années avec une pente qui diminue rapidement, mais sans atteindre l'asymptote.

Le seuil des 75 % d'espèces détectées sur le total obtenu lors des inventaires est atteint puis dépassé entre le 8ème (Gennetines en 2019) et le 10ème quadrat (Figure 7B). Le seuil des 75 % d'espèces détectées sur le total estimé par le modèle Chao n'est dépassé qu'après le 12ème quadrat à Gennetines en 2019, juste atteint au 20ème quadrat à Yzeure en 2020 et non atteint pour les autres. En 2019, l'écart entre les inventaires et l'estimation par Chao était d'environ 20 % d'espèces manquées à Gennetines (64 contactées contre 73,5 estimées) et un peu moins de 40 % à Yzeure (67 contactées contre 101,6 estimées). En 2020, davantage d'espèces sont manquées à Gennetines (40 % d'écart avec 60 contactées contre 95,6 estimées), alors que moins d'espèces ont été manquées à Yzeure (25 % avec 75 contactées contre 99,9 estimées).

La proportion de nouvelles espèces détectées par quadrat supplémentaire tombe en dessous de 5 % aux alentours du 9ème quadrat, quelles que soient la CPS et l'année (Figure 7C). Autrement dit, l'ajout de quadrats supplémentaires ne permettrait de détecter qu'une portion minime de nouvelles espèces.

Effets de la CPS et de la zone

La richesse spécifique (RS) n'est pas significativement différente entre les CPS (Tableau 2 et Figure 8). RS était significativement plus élevée en P + EP qu'en SP en 2019 mais cette différence ne se retrouve pas en 2020. L'hétérogénéité (SHA) et l'indice de Simpson (D) ne variaient en fonction ni de la CPS ni de la zone en 2019 mais l'interaction entre ces deux facteurs à un effet significatif en 2020 : ces deux indices sont plus importants en SP qu'en P + EP à Gennetines alors que c'est l'inverse à Yzeure (Tableau 2 et Figure 8). En d'autres termes, bien que le nombre d'espèces ne semble pas présenter de différence constante, la flore est plus hétérogène et diversifiée en SP à Gennetines alors qu'elle est plus hétérogène et diversifiée en P + EP à Yzeure.

Tableau 2. ANOVA des GLM des effets CPS, zone et de leur interaction pour la flore

Année	Variable à expliquer	Variable explicative	Anova type II	p-value	R^2
2019	RS	CPS	0,07	ns	/
		Zone	0	***	30,78
		CPS : Zone	0,9	ns	/
	SHA	CPS	0,17	ns	/
		Zone	0,07	ns	/
		CPS : Zone	0,1	ns	/
	D	CPS	0,18	ns	/
		Zone	0,51	ns	/
		CPS : Zone	0,26	ns	/
2020	RS	CPS	0,1	ns	/
		Zone	0,08	ns	/
		CPS : Zone	0,14	ns	/
	SHA	CPS	0,56	ns	/
		Zone	0,81	ns	/
		CPS : Zone	0,008	**	17,772
	D	CPS	0,503	ns	/
		Zone	0,61	ns	/
		CPS : Zone	0,01	*	15,5

p-value : ns : p > 0,05, * : p < 0,05, ** : p < 0,01 et *** : p < 0,001

La composition spécifique des quadrats diffère en effet avec une séparation des cortèges entre les zones non couvertes et les zones couvertes (Figure 9). Cette séparation était plus rapide (dès la première subdivision) et nette en 2019, à Gennetines en particulier, qu'en 2020 où le cortège de certains quadrats s'apparente autant à celui de l'autre zone. Quelques réplicats de P + EP sont ainsi plus proches de ceux de SP sur les deux CPS. Les cortèges de ces quadrats ont potentiellement évolué entre 2019 et 2020.

Rhopalocères

En 2019, sur les transects reconduits en 2020, 11 espèces de papillons avaient été trouvées à Gennetines (11 en P et 4 en EP) et 7 à Yzeure (7 en P et 6 en EP). Sur ce total de 11 espèces différentes, 7 étaient communes aux deux CPS, 4 étaient propres à Gennetines et aucune n'avait été trouvée qu'à Yzeure (Tableau 3, Annexe 12 et 14).

En 2020, 20 espèces ont été trouvées à Gennetines (20 en P et 6 en EP) et 14 à Yzeure (12 en P et 11 en EP). Sur les 21 espèces différentes, 13 sont communes aux deux CPS, 7 sont propres à Gennetines et une seule à Yzeure (Tableau 3, Annexe 13 et 15).

Tableau 3. Nombres moyens d'espèces de rhopalocères selon la CPS, l'année et la zone

Année	Zone	Gennetines		Yzeure	
		Moyenne ± sd	Total	Moyenne ± sd	Total
2019	P	6,4 ± 0,894	11	4,6 ± 1,528	7
	EP	2,6 ± 0,894	4	3,3 ± 0,577	6
	P+EP	4,5 ± 2,173	11	4,0 ± 1,265	7
2020	P	9,8 ± 2,588	20	8 ± 1,732	12
	EP	3 ± 1,581	6	5 ± 1,732	11
	P+EP	6,4 ± 4,115	20	6,5 ± 2,258	14

Zone : P : Périphérie, EP : Entre-Panneaux

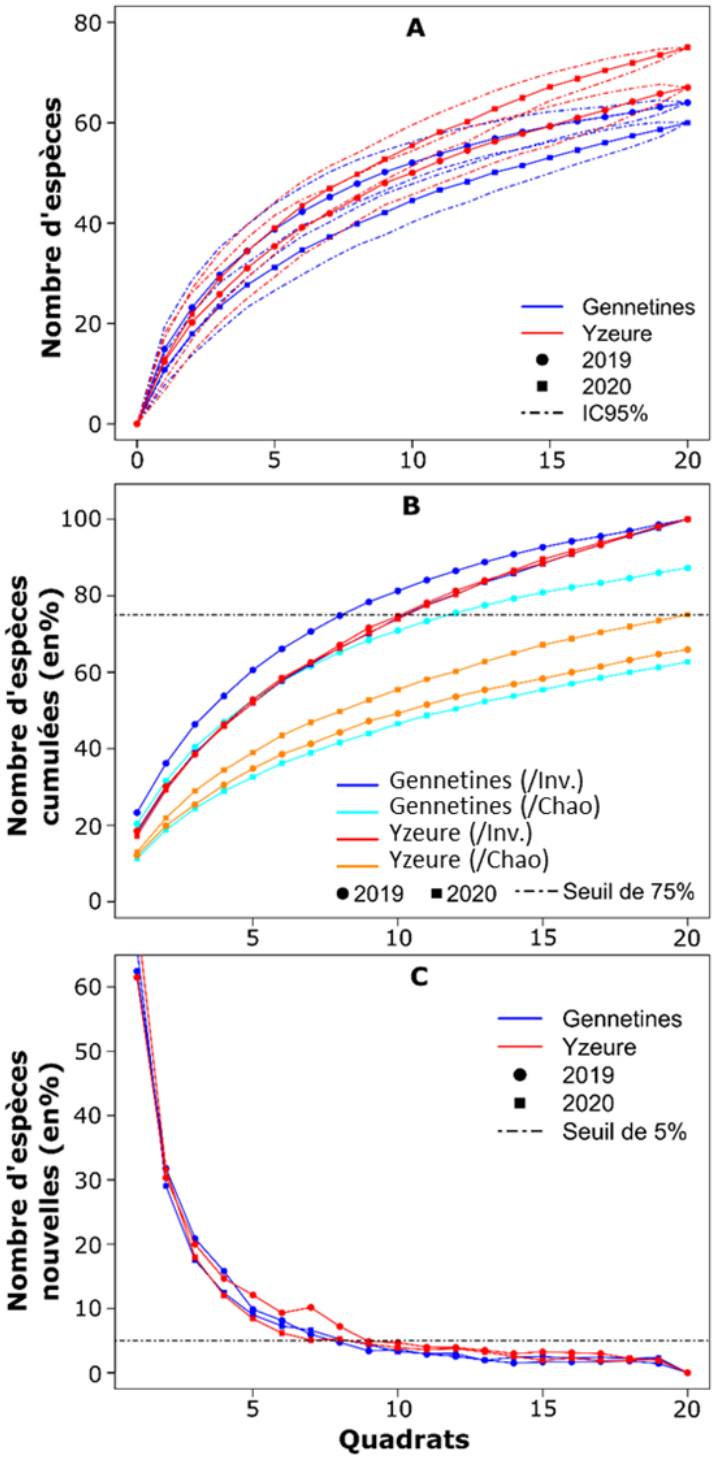


Figure 7. (A) Courbes de raréfaction, (B) nombre cumulé sur le nombre total d'espèces détectées lors des inventaires (/Inv.) ou estimé par Chao (/Chao) et (C) nombre de nouvelles espèces détectées entre réplicats par CPS et par année en fonction du nombre de quadrats pour les inventaires floristiques

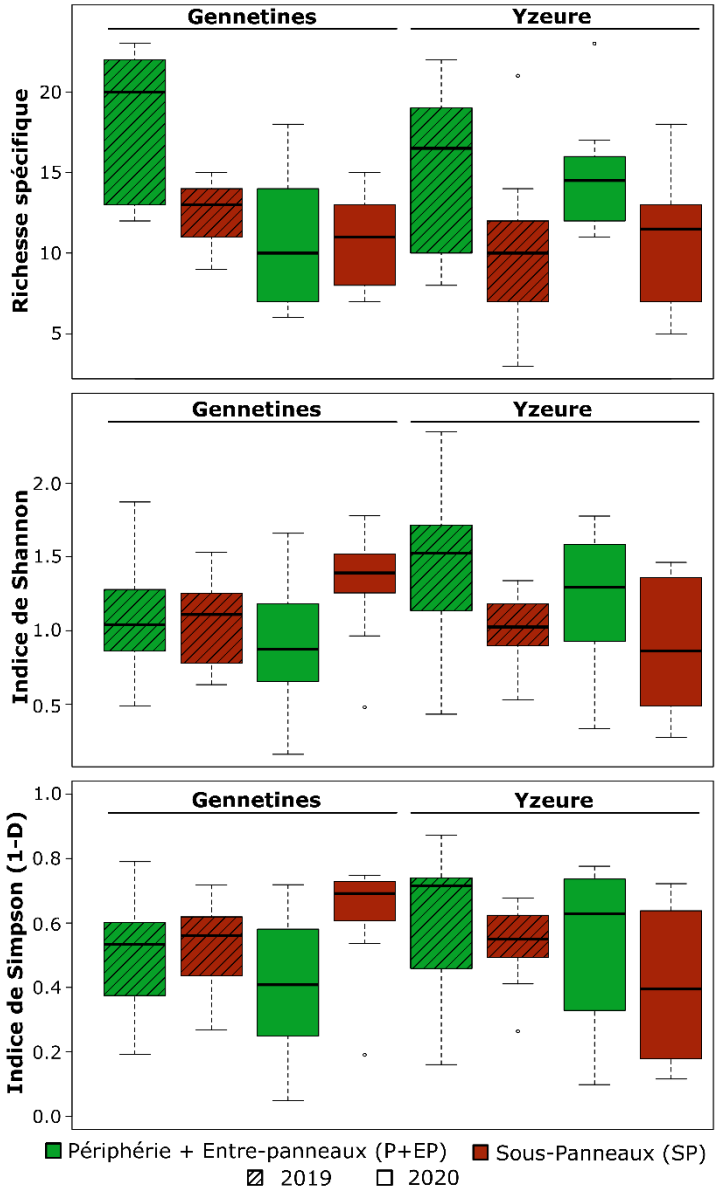


Figure 8. Variation des indices de richesse spécifique (RS), d'hétérogénéité de Shannon (SHA) et de diversité de Simpson (1-D) de la flore entre les CPS, années et zones

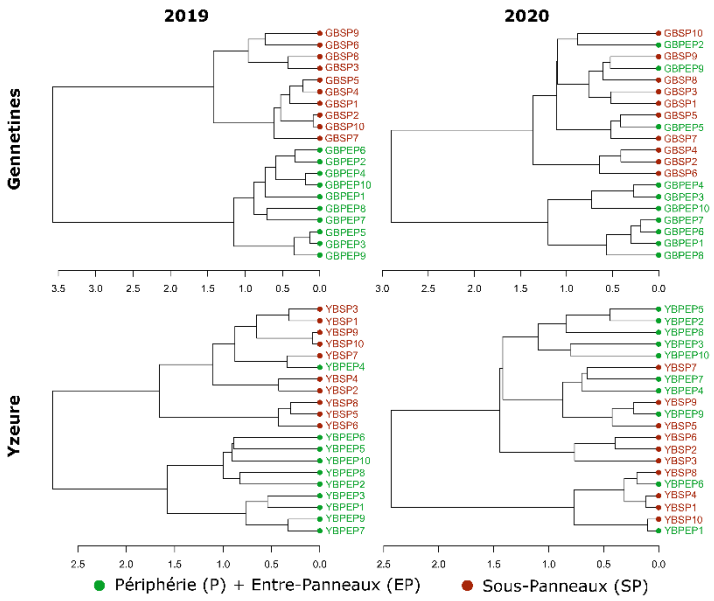


Figure 9. Dendrogramme de la similarité (Jaccard) des cortèges floristiques entre quadrats

Effet du nombre de réplicats

Le nombre cumulé d'espèces augmente rapidement avec le nombre de transects réalisés (Figure 10A). Le pattern de la courbe de raréfaction est plus proche entre CPS qu'entre années avec un nombre d'espèces plus important en 2020 qu'en 2019. En 2019, l'asymptote est presque atteinte pour les deux CPS alors que le nombre total d'espèces augmente encore en 2020. Le seuil des 75 % d'espèces détectées sur le total obtenu par les inventaires ou estimé par le modèle Chao est atteint puis dépassé pour les 2 CPS et les 2 années (Figure 10B). Néanmoins, plus de 20 % du nombre total estimé d'espèces est encore manquant à Gennetines en 2020 après les 10 transects (20 contactées contre 25,5 estimées par Chao). En revanche, moins de 10 % des espèces étaient manquantes pour cette CPS en 2019 (11 contactées contre 11,6 estimées) et à Yzeure, quelle que soit l'année (7 contactées et estimées en 2019, 14 contactées contre 15,2 estimées en 2020).

La proportion de nouvelles espèces détectées par transect supplémentaire tombe en dessous de 5 % à partir du 4ème transect à Yzeure en 2019 (5ème en 2020) mais à partir du 7ème transect à Gennetines (Figure 10C). L'ajout de transects supplémentaires ne permettrait donc de détecter qu'une portion minime de nouvelles espèces.

Effets de la CPS et de la zone

La CPS seule n'a pas d'effet significatif pour RS, SHA ou D. En 2019 comme en 2020, et pour les deux CPS, ces indices sont significativement plus élevés en P qu'en EP (Tableau 4 et Figure 11).

Tableau 4. ANOVA des GLM des effets CPS, zone et de leur interaction pour les rhopalocères

Année	Variable à expliquer	Variable explicative	Anova type II	p-value	R^2
2019	RS	CPS	0,361	ns	/
		Zone	0	***	72,71
		CPS : Zone	0,052	ns	/
	SHA	CPS	0,81	ns	/
		Zone	0	***	70,80
		CPS : Zone	0,03	*	31,57
	D	CPS	0,443	ns	/
		Zone	8,158e-05	***	73,86
		CPS : Zone	0,866	ns	/
2020	RS	CPS	0,927	ns	/
		Zone	0	***	69,78
		CPS : Zone	0,071	ns	/
	SHA	CPS	0,382	ns	/
		Zone	0	***	63,52
		CPS : Zone	0,102	ns	/
	D	CPS	0,16	ns	/
		Zone	0,01	*	43,26
		CPS : Zone	0,38	ns	/

p-value : ns : p > 0,05, * : p < 0,05, ** : p < 0,01 et *** : p < 0,001

Par ailleurs, l'effet significatif de l'interaction entre la CPS et la zone pour SHA en 2019 s'explique par un effet zone plus marqué à Gennetines qu'à Yzeure. En d'autres termes, le nombre d'espèces est plus important en P qu'en EP quelles que soient la CPS et l'année. La composition spécifique des cortèges diffère en effet entre zones (Figure 12).

Orthoptères inventoriés au biocénomètre

En 2019, 10 espèces d'orthoptères avaient été détectées à Gennetines et 11 à Yzeure, avec 9 espèces en P et 8 en EP pour chaque CPS (Tableau 5 et Annexe 16). Sur le total de 14 espèces différentes, 8 étaient communes aux deux CPS, 3 étaient propres à Gennetines et 4 à Yzeure.

En 2020, 7 espèces ont été détectées à Yzeure, dont 6 en P et 3 en EP (Tableau 5 et Annexe 17).

Tableau 5. Nombres d'espèces d'orthoptères selon la CPS, l'année et la zone

Année	Zone	Gennetines		Yzeure	
		Moyenne ± sd	Total	Moyenne ± sd	Total
2019	P	2,5 ± 0,972	9	1,9 ± 0,738	9
	EP	3,0 ± 1,563	8	1,6 ± 0,843	8
	P+EP	2,75 ± 1,293	10	1,75 ± 0,786	11
2020	P			0,7 ± 0,823	6
	EP			0,3 ± 0,675	3
	P+EP			0,5 ± 0,761	7

Zone : P : Périphérie, EP : Entre-Panneaux

Le nombre cumulé d'espèces augmente rapidement avec le nombre de relevés au biocénomètre réalisés (Figure 13A). Le pattern de la courbe de raréfaction est proche entre les CPS en 2019 et se rapproche de l'asymptote alors que la diversité spécifique est faible et la pente de la courbe n'a que peu diminué après 20 relevés en 2020.

Le seuil des 75 % d'espèces détectées sur le total obtenu lors des inventaires est atteint puis dépassé après 13 relevés (Figure 13B). Le seuil des 75 % d'espèces détectées sur le total estimé par le modèle Chao n'est pas atteint à Yzeure après 20 relevés et près de 25 % du nombre estimé d'espèces est encore manquant après les 20 relevés quelle que soit l'année (11 observées contre 14,8 estimées en 2019, et 7 observées contre 9,5 estimées en 2020), contre 20 % à Gennetines en 2019 avec 10 espèces observées face à 11,9 estimées.

La proportion de nouvelles espèces détectées par relevés au biocénomètre supplémentaire tombe en dessous de 5 % à partir du 5ème relevé à Gennetines en 2019 mais à partir du 9ème (puis 12ème) à Yzeure en 2019 (Figure 13C). En 2020, la proportion de nouvelles espèces détectées par relevé au biocénomètre supplémentaire tombe en dessous de 5 % à un nombre de réplicat bien plus important (16ème réplicat).

Le nombre d'espèces et les indices (RS et SHA en particulier) semblent plus faibles à Yzeure qu'à Gennetines et en 2020 qu'en 2019 (Tableau 5 et Figure 14). Étant donné la forte similarité entre zones et le nombre important de réplicats sans orthoptère, aucune analyse des potentielles différences entre zones ne peut être réalisée. De même, les cortèges observés ne se distinguent pas entre zones (Figure 15).

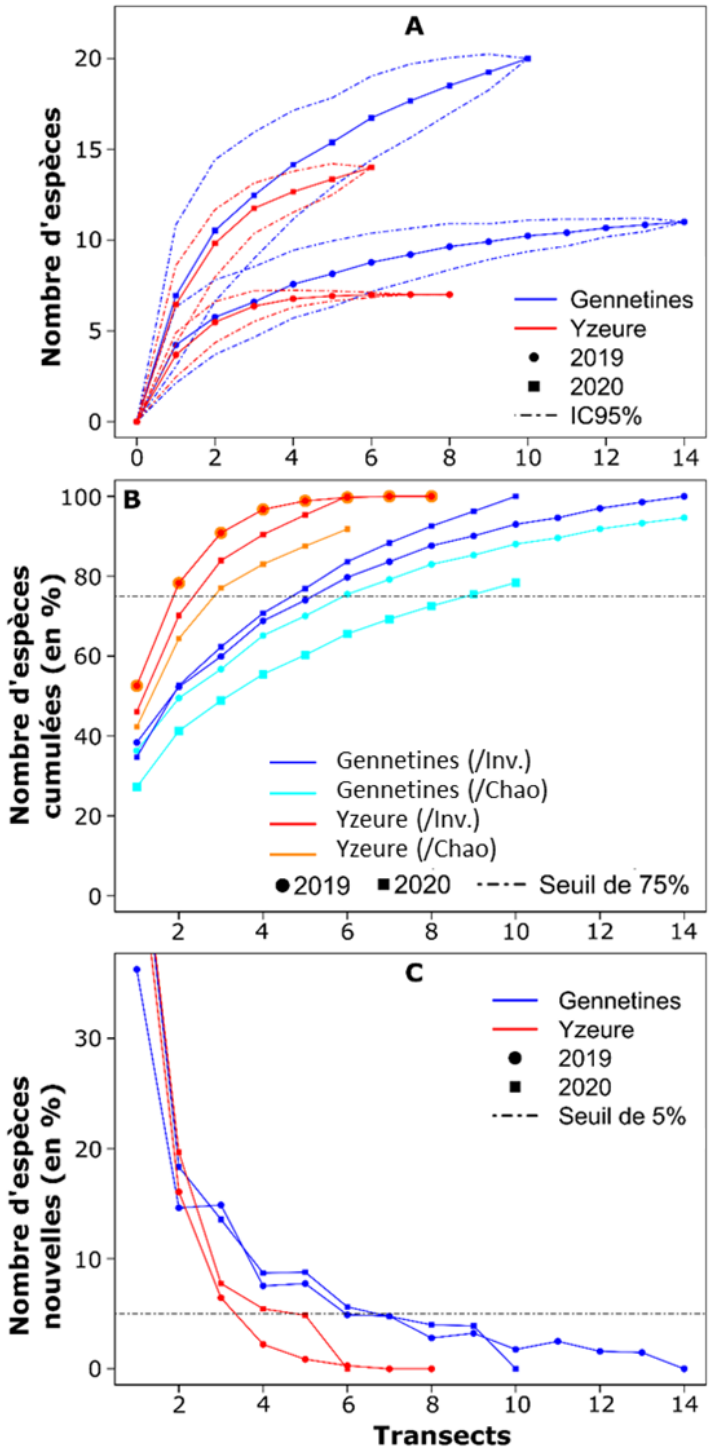


Figure 10. (A) Courbe de raréfaction, (B) nombre cumulé sur le nombre total d'espèces détectées lors des inventaires (/Inv.) ou estimé par Chao (/Chao) et (C) nombre de nouvelles espèces détectées entre réplicats par CPS et par année en fonction du nombre de transects pour les inventaires rhopalocères

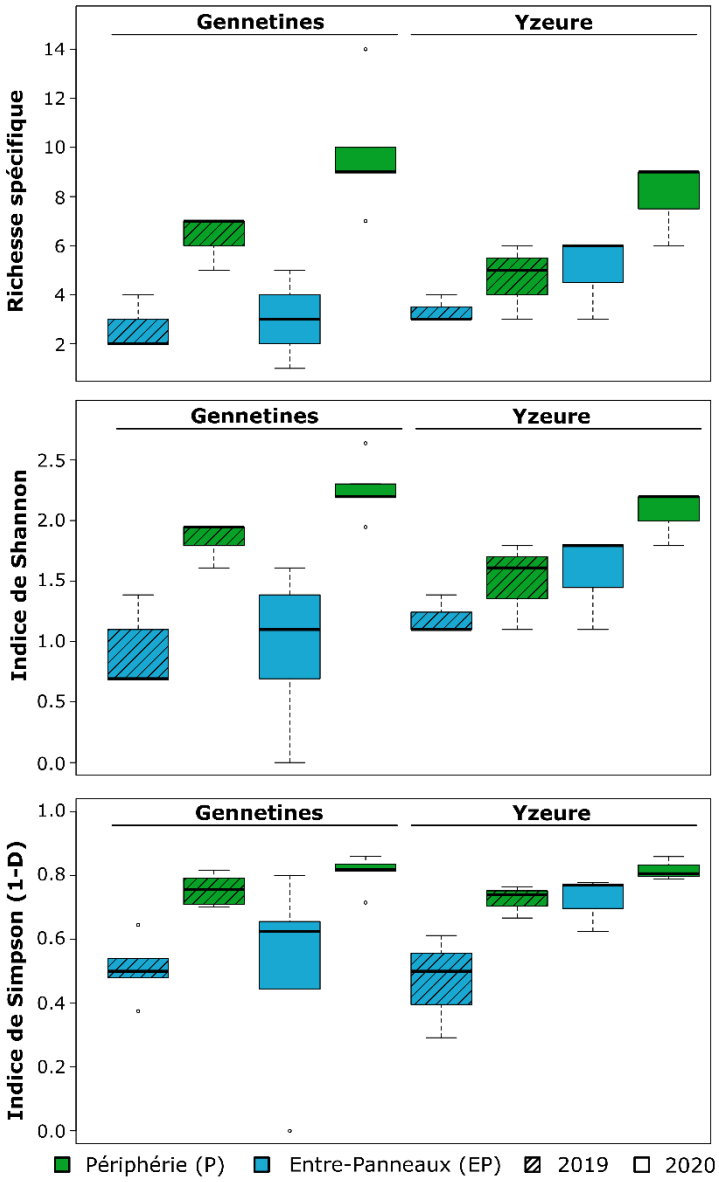


Figure 11. Variation des indices de richesse spécifique (RS), d'hétérogénéité de Shannon (SHA) et de diversité de Simpson (1-D) des rhopalocères entre les CPS, années et zones

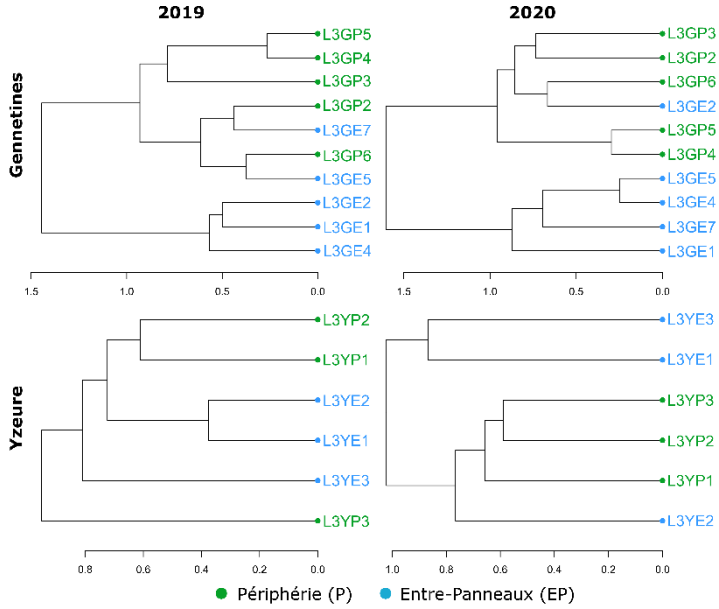


Figure 12. Dendrogramme de la similarité (Jaccard) des cortèges de rhopalocères entre transects

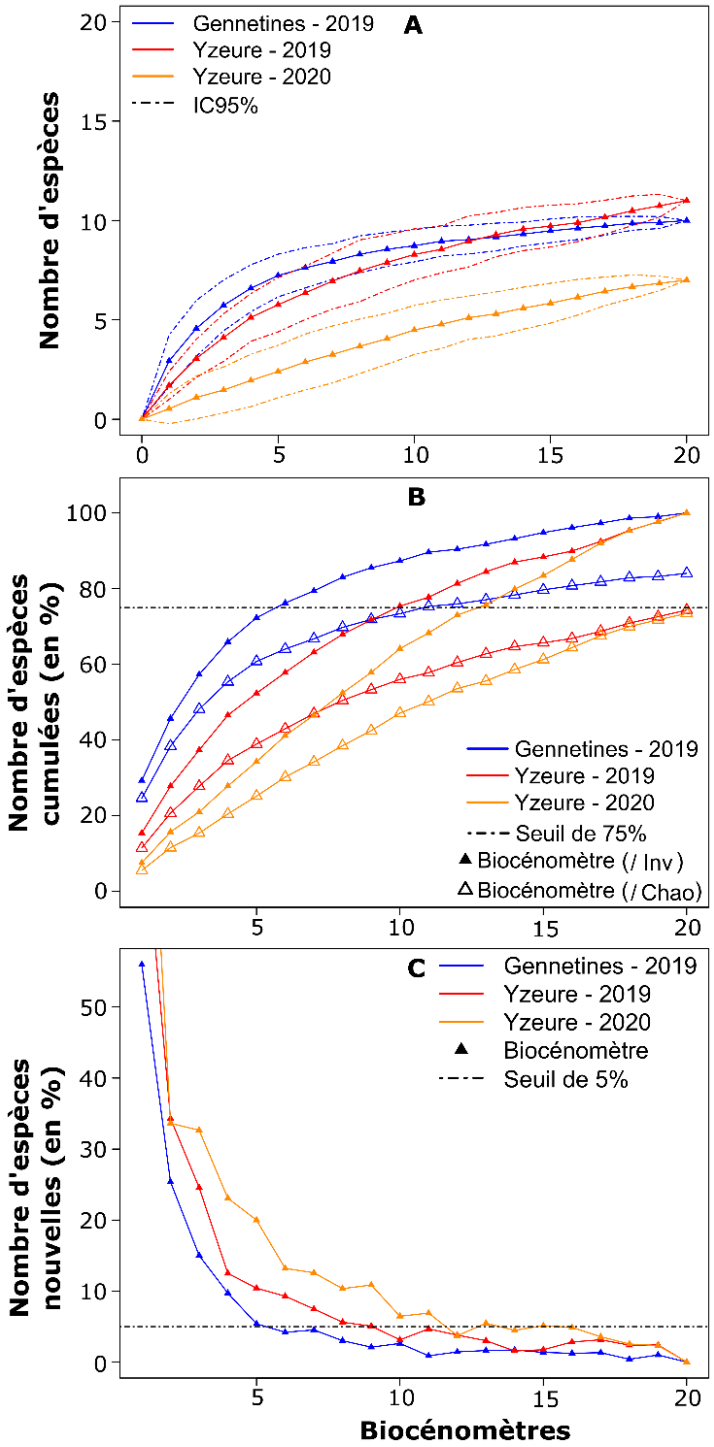


Figure 13. (A) Courbe de raréfaction, (B) nombre cumulé sur le nombre total d'espèces détectées lors des inventaires (/Inv.) ou estimé par Chao (/Chao) et (C) nombre de nouvelles espèces détectées entre réplicats par CPS et par année en fonction du nombre de relevés au biocénomètre pour les inventaires orthoptères

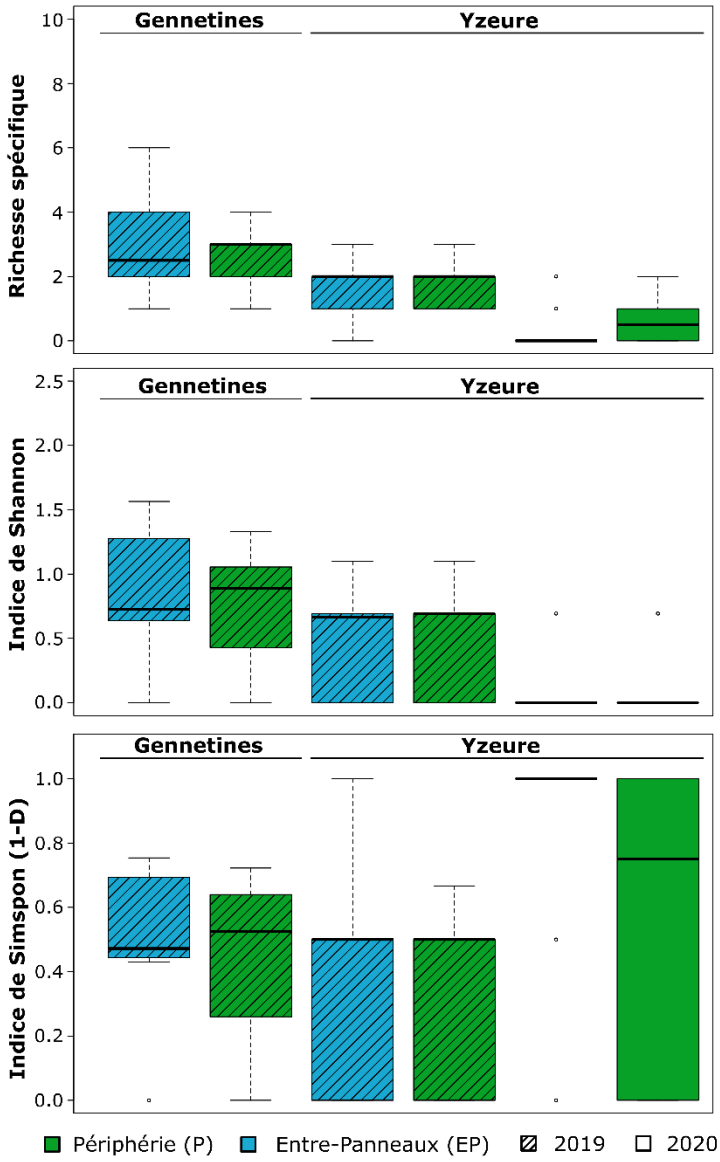


Figure 14. Variation des indices de richesse spécifique (RS), d'hétérogénéité de Shannon (SHA) et de diversité de Simpson (1-D) des orthoptères (méthode du biocénomètre) entre les CPS, années et zones

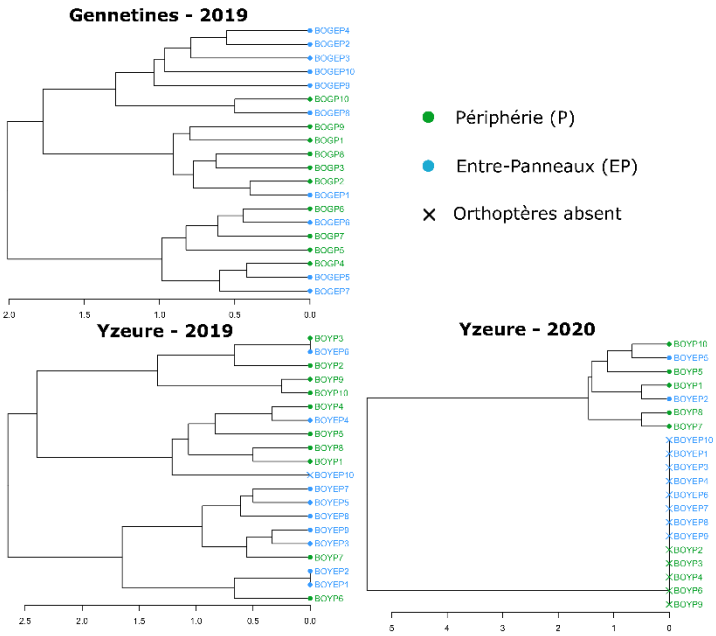


Figure 15. Dendrogramme de la similarité (Jaccard) des cortèges d'orthoptères entre relevés au biocénomètre

Orthoptères inventoriés par transects

En 2019, 10 espèces d'orthoptères avaient été détectées à Gennetines et à Yzeure (Tableau 6 et Annexe 16). Sur le total de 12 espèces différentes, 9 étaient communes aux deux CPS, 2 étaient propres à Gennetines et 2 à Yzeure.

En 2020, sur un total de 21 espèces détectées toutes CPS confondues, 4 sont communes aux quatre CPS et chaque CPS a une espèce qui lui est propre (Tableau 6 et Annexe 17). Dompierre puis Gennetines regroupent le plus grand nombre d'espèces. 10 espèces ont été observées à Yzeure et 8 à Domérat.

Tableau 6. Nombres d'espèces d'orthoptères selon la CPS, l'année et la zone

CPS	Zone	2019		2020	
		Moyenne ± sd	Total	Moyenne ± sd	Total
Gennetines	P	3,8 ± 1,398	7	5,2 ± 1,476	12
	EP	5,1 ± 1,370	10	4,3 ± 1,947	12
	P+EP	4,45 ± 1,504	10	4,75 ± 1,743	15
Yzeure	P	1,6 ± 1,713	9	1,8 ± 1,135	8
	EP	1,7 ± 1,252	8	1,2 ± 0,789	6
	P+EP	1,65 ± 1,461	10	1,50 ± 1	10
Domérat	P			2,4 ± 1,265	8
	EP			1,1 ± 1,101	3
	P+EP			1,75 ± 1,333	8
Dompierre	P			5,9 ± 1,524	15
	EP			3,9 ± 1,287	10
	P+EP			4,90 ± 1,714	16

Zone : P : Périphérie, EP : Entre-Panneaux

Effet du nombre de réplicats

Le nombre cumulé d'espèces augmente très rapidement avec le nombre de transects réalisés (Figure 16A). Le pattern de la courbe de raréfaction est très proche entre années pour Yzeure mais pas pour Gennetines pour lequel le nombre d'espèces est plus important en 2020 qu'en 2019. Dompierre présente des caractéristiques proches, tandis que la diversité spécifique semble faible à Domérat.

Les écarts sont globalement importants entre le nombre total d'espèces détectées et le nombre estimé d'espèces par le modèle de Chao (Figure 16B). Ils atteignent 50 % d'espèces potentielles manquées à Yzeure en 2020, 40 % à Dompierre (identique aux résultats d'Yzeure en 2019), environ 20 % à Domérat et 10 % à Gennetines (2019 et 2020). Le seuil des 75 % d'espèces détectées sur le total estimé par le modèle Chao n'est donc dépassé rapidement qu'à Gennetines. À Domérat, il est atteint au 18ème quadrat.

La proportion de nouvelles espèces détectées par réplicat supplémentaire est tombée en dessous de 5 % après le 11ème transect quelles que soit la CPS et l'année (Figure 16C). Autrement dit, l'ajout de transects supplémentaires après 11 réplicats ne permettrait de détecter qu'une portion minime de nouvelles espèces. À Gennetines, ce nombre de quadrats passe de 5 transects en 2019 à 6-7 transects en 2020. Il ne varie pas au contraire pour Yzeure entre les deux années et reste à 10 transects.

Effets de la CPS et de la zone

RS et SHA diffèrent systématiquement entre CPS alors que cette différence n'est vérifiée qu'en 2020 pour D (Tableau 7 et Figure 17).

Aucune différence entre zones n'apparaît en 2019 alors que RS et SHA sont plus élevés en P qu'en EP en 2020 (Tableau 7 et Figure 17).

L'interaction entre CPS et zone n'a pas d'effet significatif (Tableau 7). L'analyse plus fine des différences, en particulier entre CPS, nécessiterait un nombre de réplicats plus élevé. Deux CPS se distinguent néanmoins : Gennetines et Dompierre semblent présenter des indices significativement plus importants que Domérat et Yzeure.

Tableau 7. ANOVA des GLM des effets CPS, zone et de leur interaction pour les orthoptères

Année	Variable à expliquer	Variable explicative	Anova type II	p-value	R^2
2019	RS	CPS	4,171e-06	***	44,91
		Zone	0,191	ns	/
		CPS : Zone	0,553	ns	/
	SHA	CPS	0	***	33,62
		Zone	0,36	ns	/
		CPS : Zone	0,797	ns	/
	D	CPS	0,602	ns	/
		Zone	0,84	ns	/
		CPS : Zone	0,208	ns	/
2020	RS	CPS	5,162e-14	***	59,189
		Zone	0	***	16,311
		CPS : Zone	0,349	ns	/
	SHA	CPS	5,548e-10	***	47,025
		Zone	0,014	*	8,083
		CPS : Zone	0,588	ns	/
	D	CPS	1,176e-05	***	29,722
		Zone	0,426	ns	/
		CPS : Zone	0,179	ns	/

p-value : ns : p > 0,05, * : p < 0,05, ** : p < 0,01 et *** : p < 0,001

La composition spécifique des cortèges tend à confirmer les précédents résultats (Figure 18). Nous observons une similarité de quelques réplicats de même zone (P ou EP) entre les différentes CPS sous forme de patch. Mais il apparaît plus globalement, que les réplicats d'une même zone montrent une importante similarité entre eux. En d'autres termes, les cortèges d'orthoptères sont comparables entre les deux zones malgré quelques réplicats qui se distinguent en formant des patchs dans les dendrogrammes. Enfin, il faut noter que la différence entre P et EP est plus marquée pour Dompierre.

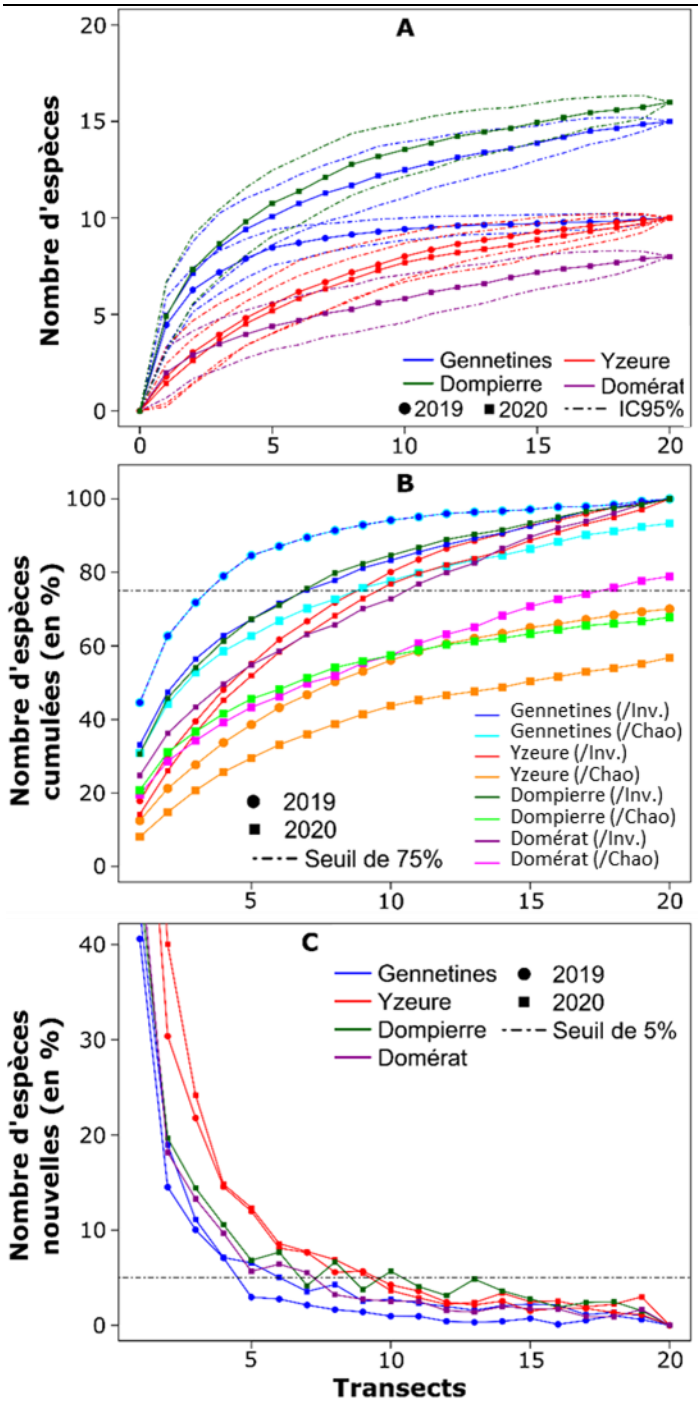


Figure 16. (A) Courbe de raréfaction, (B) nombre cumulé sur le nombre total d'espèces détectées lors des inventaires (/Inv.) ou estimé par Chao (/Chao) et (C) nombre de nouvelles espèces détectées entre réplicats par CPS et par année en fonction du nombre de transects pour les inventaires orthoptères

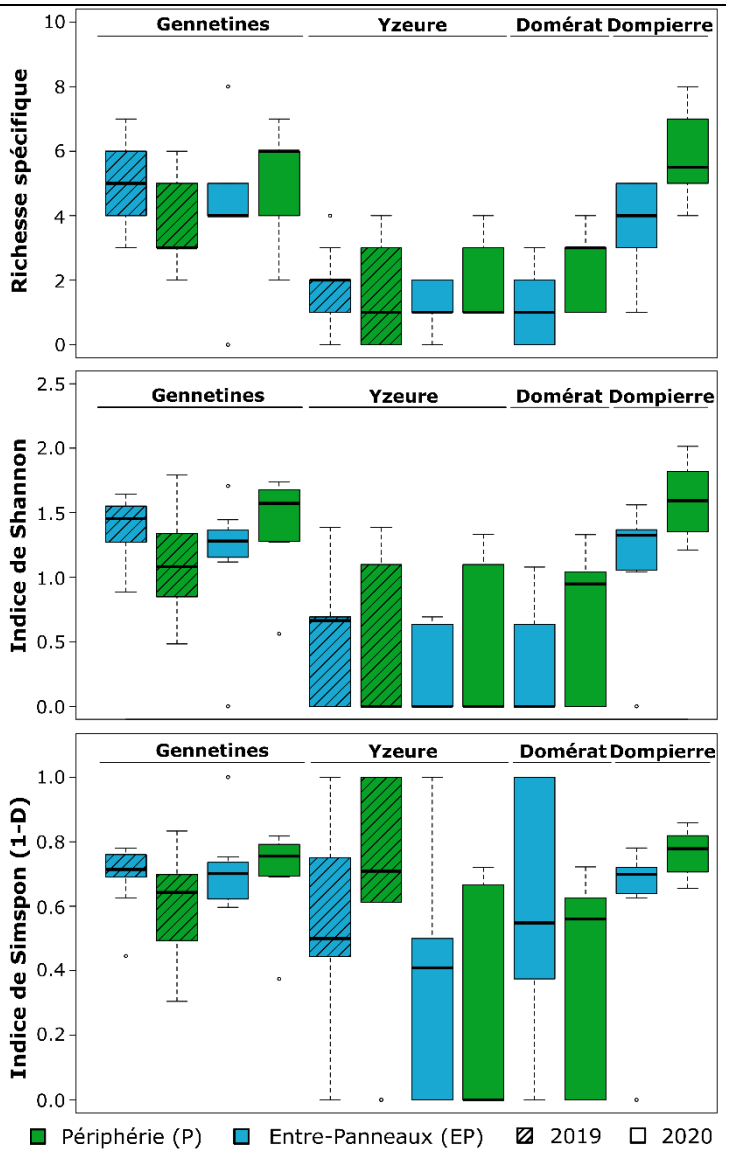


Figure 17. Variation des indices de richesse spécifique (RS), d'hétérogénéité de Shannon (SHA) et de diversité de Simpson (1-D) des orthoptères (méthode des transects) entre les CPS, années et zones

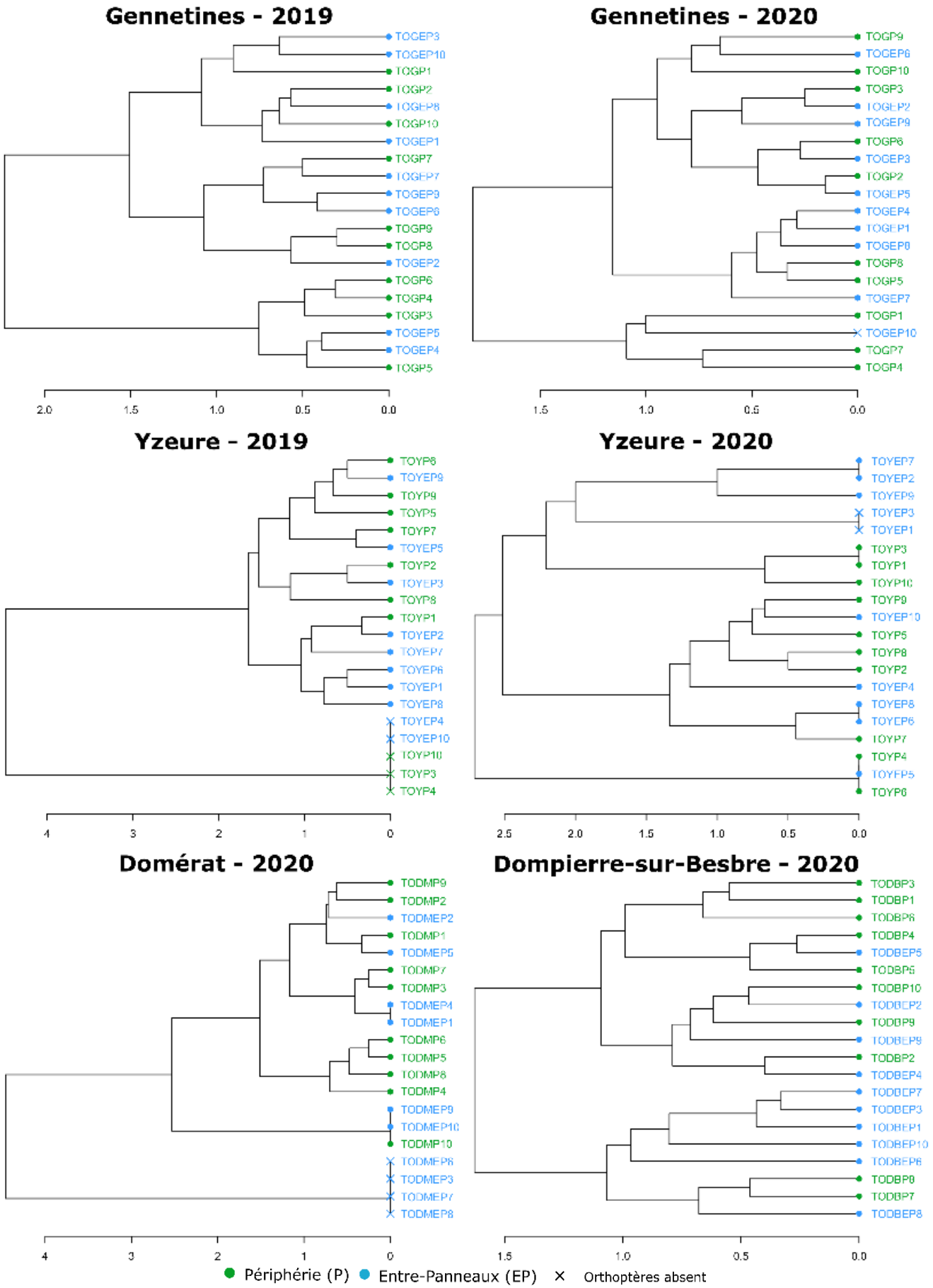


Figure 18. Dendrogramme de la similarité (Jaccard) des cortèges d'orthoptères entre transects

Discussion

Flore

Les espèces et les cortèges d'espèces floristiques observés ainsi que les différences entre CPS et zones, bien que présentant des similitudes, varient entre 2019 et 2020. Cette différence peut s'expliquer par de nombreux facteurs dont les premiers résident dans les variations des conditions météorologiques ou d'entretien des parcelles entre les deux années. Néanmoins, l'effet observateur ne peut être écarté étant donné que les relevés ont été réalisés par un botaniste différent, bien que compétent, chaque année. Néanmoins, l'objectif de l'étude étant une standardisation des protocoles entre CPS quels que soient l'observateur et entre les années, le plan d'échantillonnage doit tenir compte de ces biais et adapter le nombre de réplicats (en plus du choix de la méthode d'échantillonnage) en conséquence. Ainsi, les différences de richesse, hétérogénéité et/ou diversité des espèces observées entre les zones non couvertes (P + EP) et les zones couvertes (SP), même si non systématiques entre les années et les CPS, obligent à échantillonner à la fois les zones non couvertes par les panneaux et les zones couvertes de chaque CPS, et ce avec le même effort.

La comparaison du nombre des espèces observées au nombre des espèces potentiellement présentes au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de quadrats réalisés montre que 10 quadrats par zone de chaque CPS constituent un échantillonnage représentatif de la zone. Néanmoins, comme souligné lors de l'étude précédente (Brunod, 2019; Brunod *et al.*, 2020), il est supposé que les habitats de ces zones soient assimilés à des prairies homogènes ; habitat dominant dans la majorité des CPS. Des habitats différents et hétérogènes entraîneraient en effet probablement une augmentation de la richesse, de l'hétérogénéité et/ou de la diversité des espèces. Un seul passage à la période du pic de floraison (entre mi-mai et mi-juin) semble suffisant.

Ainsi, un échantillonnage floristique de 20 quadrats de 20 m² répartis équitablement entre les zones non couvertes par les panneaux et celles couvertes est préconisé ; sous réserve que l'habitat de la CPS corresponde à une prairie homogène au sens large et que le passage soit réalisé pendant le pic de floraison.

Rhopalocères

Les espèces et les cortèges d'espèces de rhopalocères détectés varient très peu selon les CPS et les années. En revanche, elles varient selon les zones considérées. La richesse, l'hétérogénéité et la diversité des espèces détectées sont en effet supérieures dans les zones périphériques (entre la clôture et les rangées de panneaux) par rapport aux zones entre les panneaux, quelles que soient l'année et la CPS.

La comparaison du nombre des espèces détectées au nombre des espèces potentiellement présentes au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de transects réalisés montre qu'un minimum de 6 transects par zone de chaque CPS est nécessaire pour un échantillonnage représentatif de la zone. Ce nombre de transects doit augmenter avec la surface de la CPS pour les CPS dont la surface est supérieure à 10 ha, pour lesquelles il convient d'ajouter 2 transects par 10 ha supplémentaires (Brunod, 2019; Brunod *et al.*, 2020).

Du fait de l'existence de divers cortèges de rhopalocères (précoces, estivaux et tardifs), ces transects doivent être répartis en au moins 2 passages : entre mi-mai et juin ciblant les cortèges précoces et l'émergence des cortèges estivaux, puis début juillet pour caractériser les cortèges plus tardifs.

Ainsi, un échantillonnage total de 12 transects de 300 m de long répartis équitablement entre les zones (périphériques et entre panneaux) et les passages (précoce et tardif) est préconisé pour les inventaires rhopalocères (i.e. 3 transects par zone et par passage). En cas de CPS d'une surface supérieure à 10 ha, il est préconisé d'ajouter 2 transects par zone pour chaque dizaine d'hectares de CPS supplémentaire.

Orthoptères

Les résultats des inventaires montrent peu de différence entre la méthode du biocénomètre et celle des transects au filet fauchoir. En effet, le nombre d'espèces détectées est plus important avec le biocénomètre à Yzeure en 2019 mais c'est l'inverse, avec une différence plus importante, en 2020 pour la même CPS. De même, le seuil des 75 % d'espèces détectées n'est parfois pas atteint avec la méthode du biocénomètre comme avec celle des transects. Ainsi, c'est la facilité de mise en œuvre de la méthode sur le terrain qui détermine le choix de celle-ci. Le biocénomètre étant difficile à transporter et à mettre en place, la méthode des transects est préférée.

En plus de variations interannuelles, les espèces et les cortèges d'espèces d'orthoptères détectés varient significativement entre les CPS, quelles que soient les années et les zones considérées. Elles varient également entre les zones en 2020. La richesse, l'hétérogénéité et la diversité des espèces détectées sont en effet généralement supérieures dans les zones périphériques (entre la clôture et les rangées de panneaux) par rapport aux zones entre les panneaux.

La comparaison du nombre d'espèces détectées au nombre des espèces potentiellement présentes au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de transects réalisés montre qu'un minimum de 10 (voire 11) transects par zone de chaque CPS est nécessaire pour un échantillonnage représentatif de la zone. Au-delà, l'ajout de transects supplémentaires n'a que peu d'effet sur le nombre total d'espèces détectées.

Par ailleurs, l'identification à l'écoute des chants d'orthoptères au cours des inventaires pourrait constituer un complément non négligeable aux inventaires par transects et à l'identification des espèces. Cet aspect de l'identification de ce taxon permet notamment de détecter la présence d'espèces complexes à caractériser visuellement (e.g. espèces du groupe *Chorthippus*) et de confirmer les identifications sur le terrain et *a posteriori*. Il est donc vivement conseillé d'utiliser les chants des orthoptères en complément des transects.

Un unique passage entre mi-juillet et fin août (début août de préférence), pouvant éventuellement s'étendre jusqu'en septembre en cas de mauvaise météo paraît suffisant.

Ainsi, un échantillonnage total de 20 transects de 20 m de long et 1 m de large parcourus au filet fauchoir et répartis équitablement entre les zones périphériques et celles entre les panneaux est préconisé pour les inventaires orthoptères. Une écoute des chants tout au long des inventaires permettra d'augmenter l'efficacité de ces transects lors de l'unique passage, de préférence en août.

Tableau 8. Synthèse des méthodes et plan d'échantillonnage pour la flore, les rhopalocères et les orthoptères

Taxon	Flore		Rhopalocères		Orthoptères	
Méthode d'inventaires	Braun-Blanquet sur quadrat de 20 m².		Transect STERF de 300 m de long		Transect fauchoir de 20 m de long (env. 30 pas) et détection visuelle/auditive	
Complément possible	Prise de note libre des espèces non contactées ou pour des zones intéressantes non échantillonnées par les réplicats		Prise de note libre des espèces non contactées ou pour des zones intéressantes non échantillonnées par les réplicats		Prise de note libre des espèces non contactées ou pour des zones intéressantes non échantillonnées par les réplicats	
Zone	P + EP	SP	P	EP	P	EP
Effort d'échantillonnage total par zone	10 quadrats	10 quadrats	6 transects + 2 par 10 ha si CPS > 10 ha	6 transects + 2 par 10 ha si CPS > 10 ha	10 transects	10 transects
Effort d'échantillonnage total par site	20 quadrats		12 transects + 4 par 10 ha pour CPS > 10 ha		20 transects	
Nombre de passages	1		2		1	
Période des passages	Entre mi-mai et mi-juin		Passage 1 entre mi-mai et mi-juin Passage 2 début juillet		Août	
Effort d'échantillonnage par passage et zone	10 quadrats	10 quadrats	3 transects + 1 par 10 ha pour CPS > 10 ha	3 transects + 1 par 10 ha pour CPS > 10 ha	10 transects	10 transects

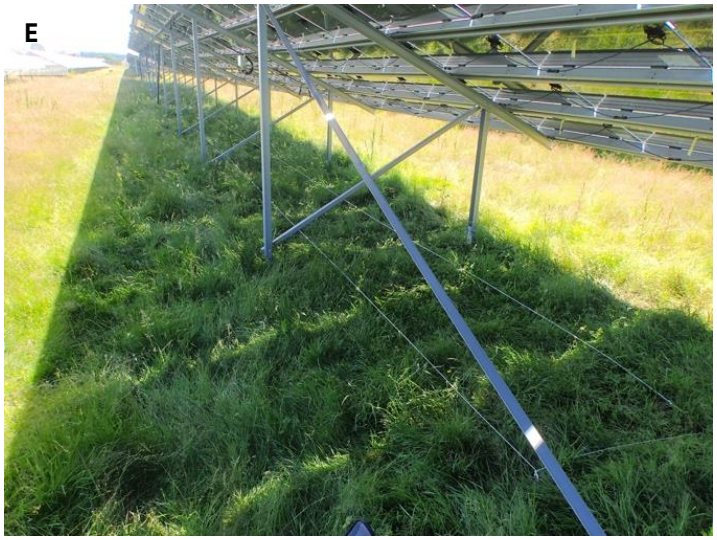
Remerciements

Nous remercions Photosol, et plus particulièrement Antoine Dubos, Sophie Jacquot et Agathe Favry pour leur confiance et leur intérêt pour ce projet, ainsi que Johnny Randoux (Photom Service) pour l'accès aux CPS. Nous remercions également Yoan Martin pour la réalisation des inventaires floristiques de 2019 et Jérémie Barrin pour ceux de 2020.

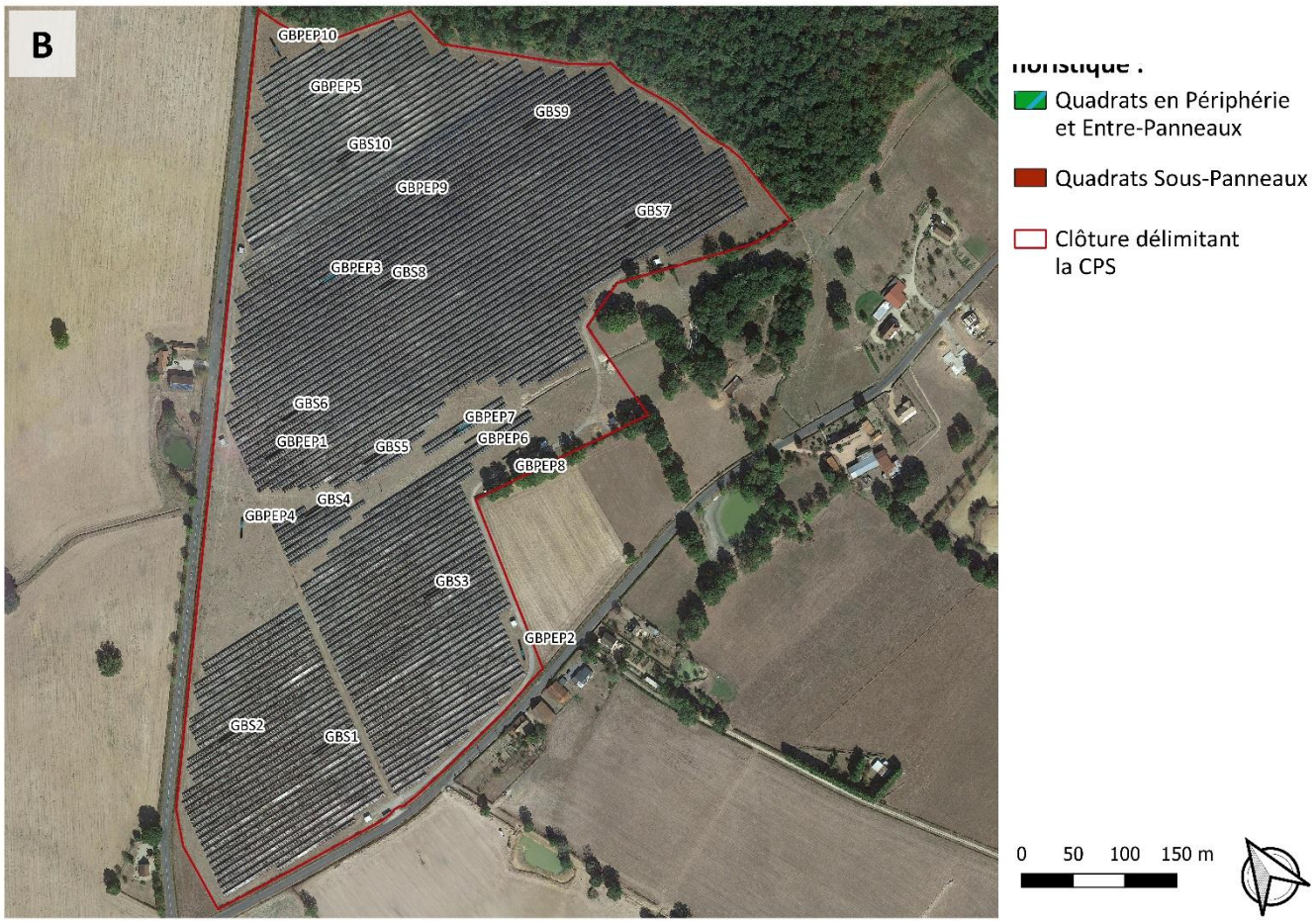
Bibliographie

1. Badenhausser I. (2012). Estimation d'abondance des criquets (Orthoptera : Acrididae) dans les écosystèmes prairiaux. Annales de la Société Entomologique de France 48, 397–406. https://doi.org/10.1080/00379271.2012.10697787
2. Brunod P. (2019). Étude préalable à l'évaluation du potentiel d'accueil de la biodiversité au sein des centrales photovoltaïques au sol. Bureau d'études Crexeco Mémoire de stage Master 2 EBE spécialité E2F, Muséum national d'Histoire naturelle, 39 p. [Annexes 25 p.]. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19092.65923
3. Brunod P., Martin Y. & Lelièvre H. (2020). Synthèse des résultats de l'étude préalable à l'évaluation du potentiel d'accueil de la biodiversité au sein des centrales photovoltaïques (Phase 1 du programme PHOTODIV). Crexeco, 9 p. + Annexes. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35317.32480
4. Bureau de la communication du conseil général de l'Environnement et du Développement durable (2018). Synthèse annuelle 2018 - l'Ae er les MRAe. Autorité environnementale.
5. Chao A. (1987). Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. Biometrics 43, 783. https://doi.org/10.2307/2531532
6. Colwell R.K. & Coddington J.A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 345, 101–118. https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091
7. Crexeco (2019). Projet de recherche PHOTODIV - Étude du potentiel d'accueil de la biodiversité des centrales photovoltaïques au sol
8. Delassus L. (2015). Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques
9. Frontier S. (1983). Stratégies d'échantillonnage en écologie. New York : Masson ; Presses de l'Univ. Laval, Paris; Québec.
10. Gillet F. (2000). La phytodociologie synusial intégrée - Guide méthodologique
11. Harrison C., Lloyd H. & Field C. (2016). Evidence review of the impact of solar farms on birds, bats and general ecology. Manchester Metropolitan University.
12. Hernandez R.R., Easter S.B., Murphy-Mariscal M.L., Maestre F.T., Tavassoli M., Allen E.B., et al. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews 29, 766–779. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.041
13. Le Viol I., Kerbiriou C. & Porcher E. (2018). Méthodes d'échantillonnage
14. Loi n° 2015-992 (2015). LOI n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.
15. Manil L. & Henry P.-Y. (2007). Protocole du Suivi Temporel des Rhopalocères de France
16. McKinney M.L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation. BioScience 52, 883. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2
17. Meddour R. (2011). La méthodologie phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Tüxenienne
18. Montag H., Parker D.G. & Clarkson T. (2016). The Effects of Solar Farms on Local Biodiversity. 53
19. R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing
20. RTE, SER, Enedis, & ADEeF (2017). Panorama de l'électricité renouvelable au 31 mars 2017.
21. STERF (2010). Suivi des papillons communs en milieu agricole
22. STERF (2006). Suivi Temporel des Rhopalocères de France. Vigie-Nature
23. Tanguy A. & Gourdain P. (2011). Guide méthodologique pour les inventaires faunistiques des espèces métropolitaines "terrestres" (volet 2) - Atlas de la Biodiversité dans les Communes (ABC). MNHN - MEDDTL.

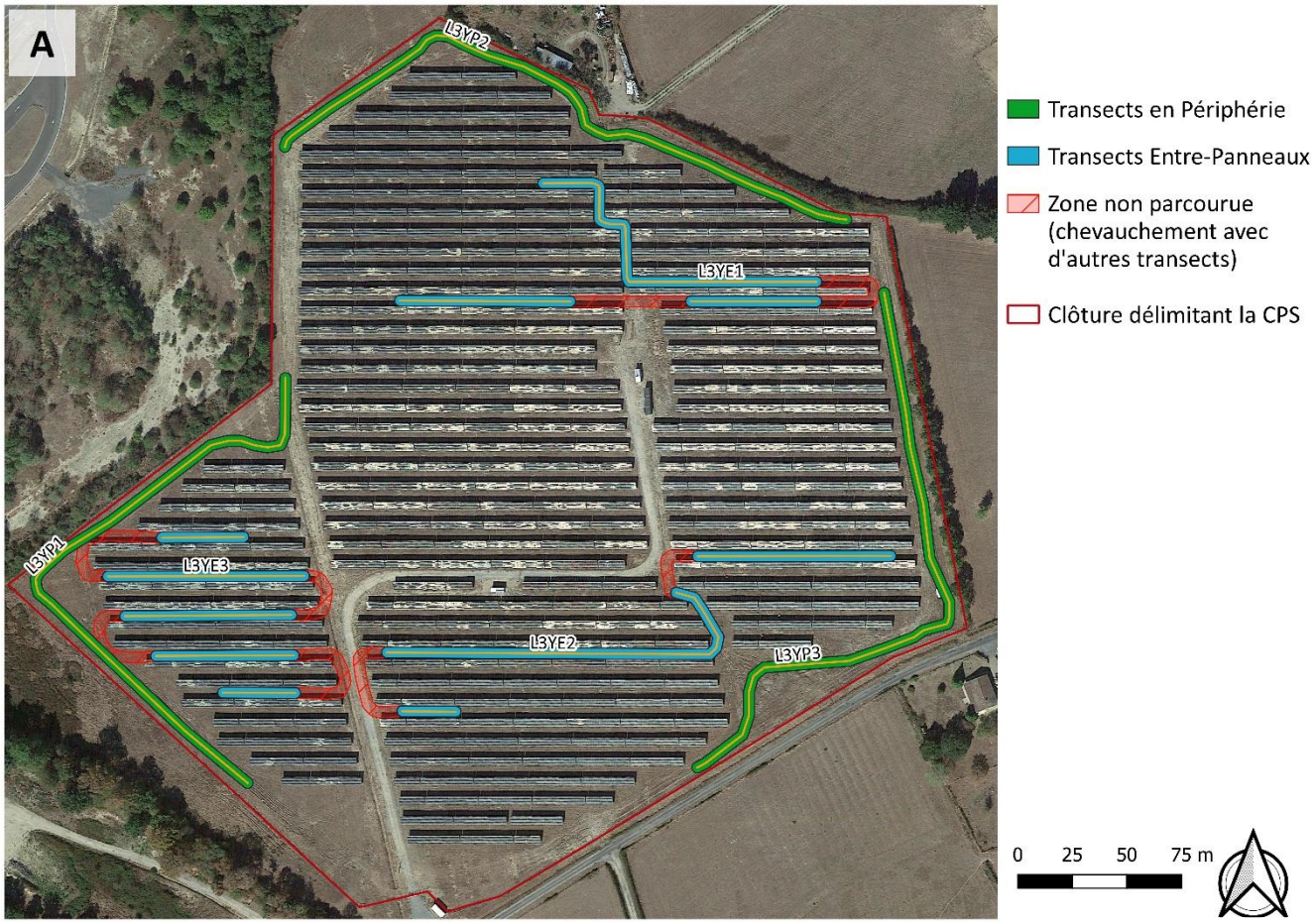
Annexe 1 : Quadrats au sein des différentes zones (A : Zone périphérique à Yzeure ; B : Zone périphérique à Gennetines ; C : Entre-panneaux à Yzeure ; D : Entre-panneaux à Gennetines ; E : Sous-panneaux à Yzeure ; F : Sous-panneaux à Gennetines)

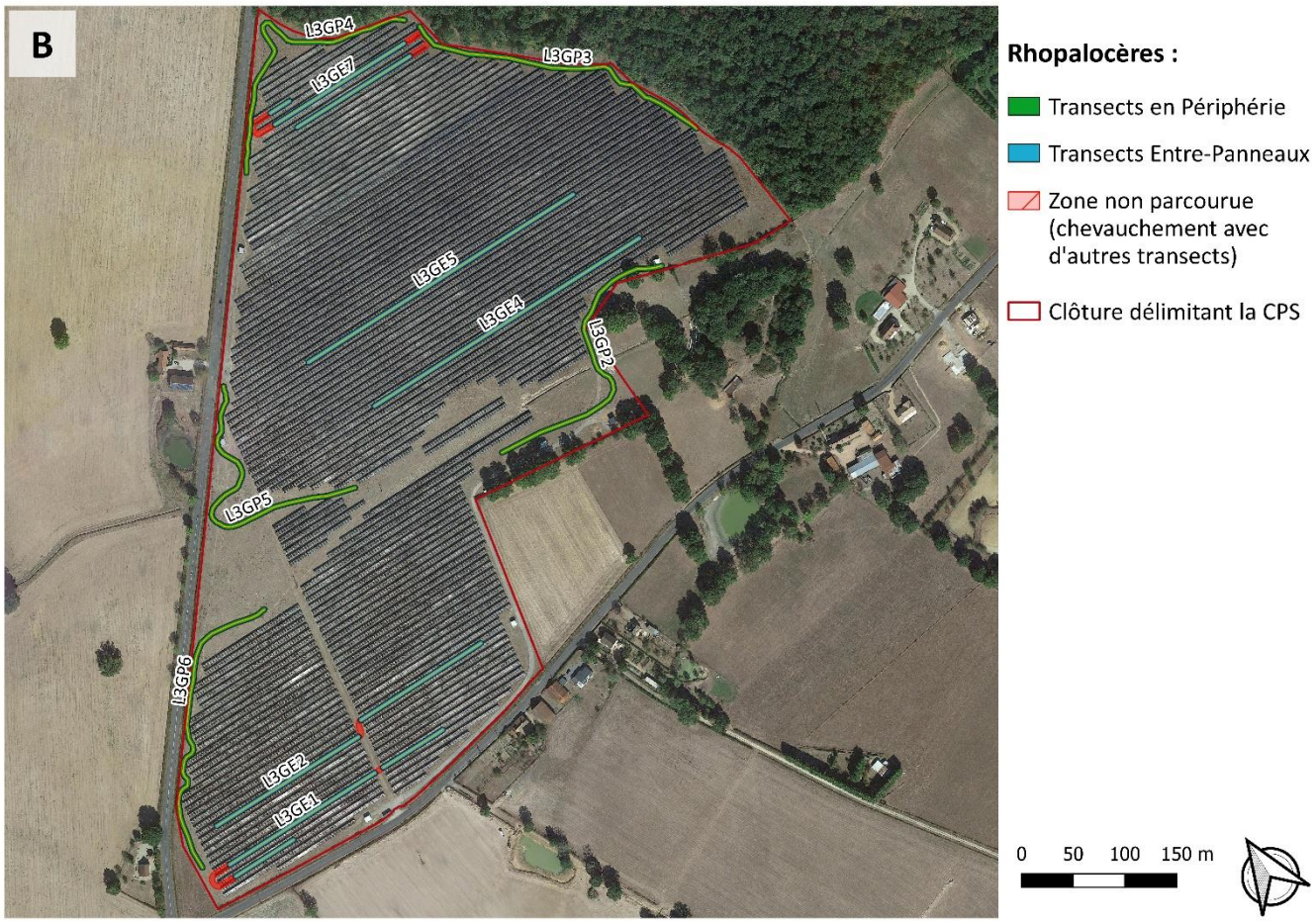


Annexe 2 : Plan d'échantillonnage floristique par quadrats dans les CPS (A) d'Yzeure et (B) de Gennetines

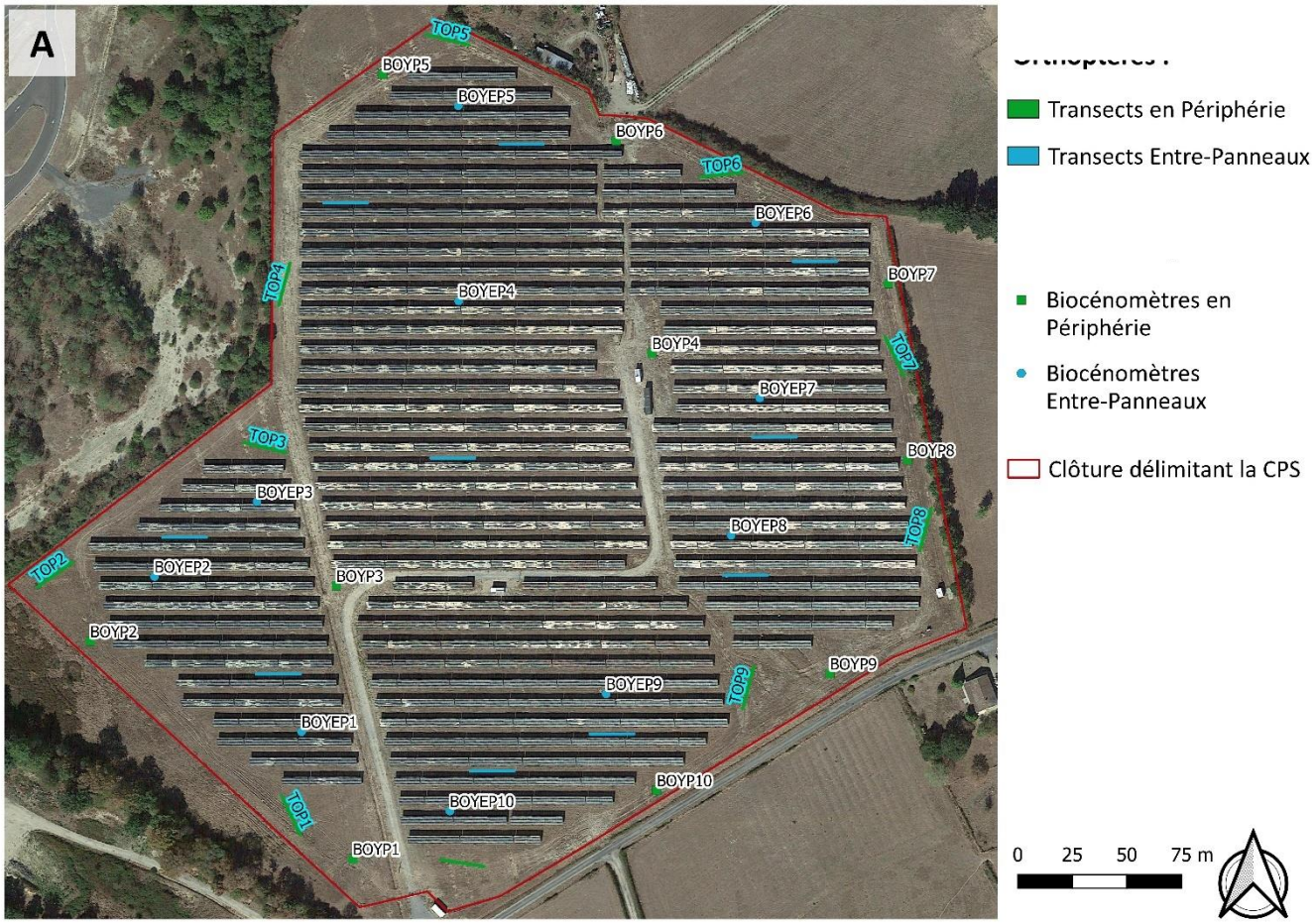


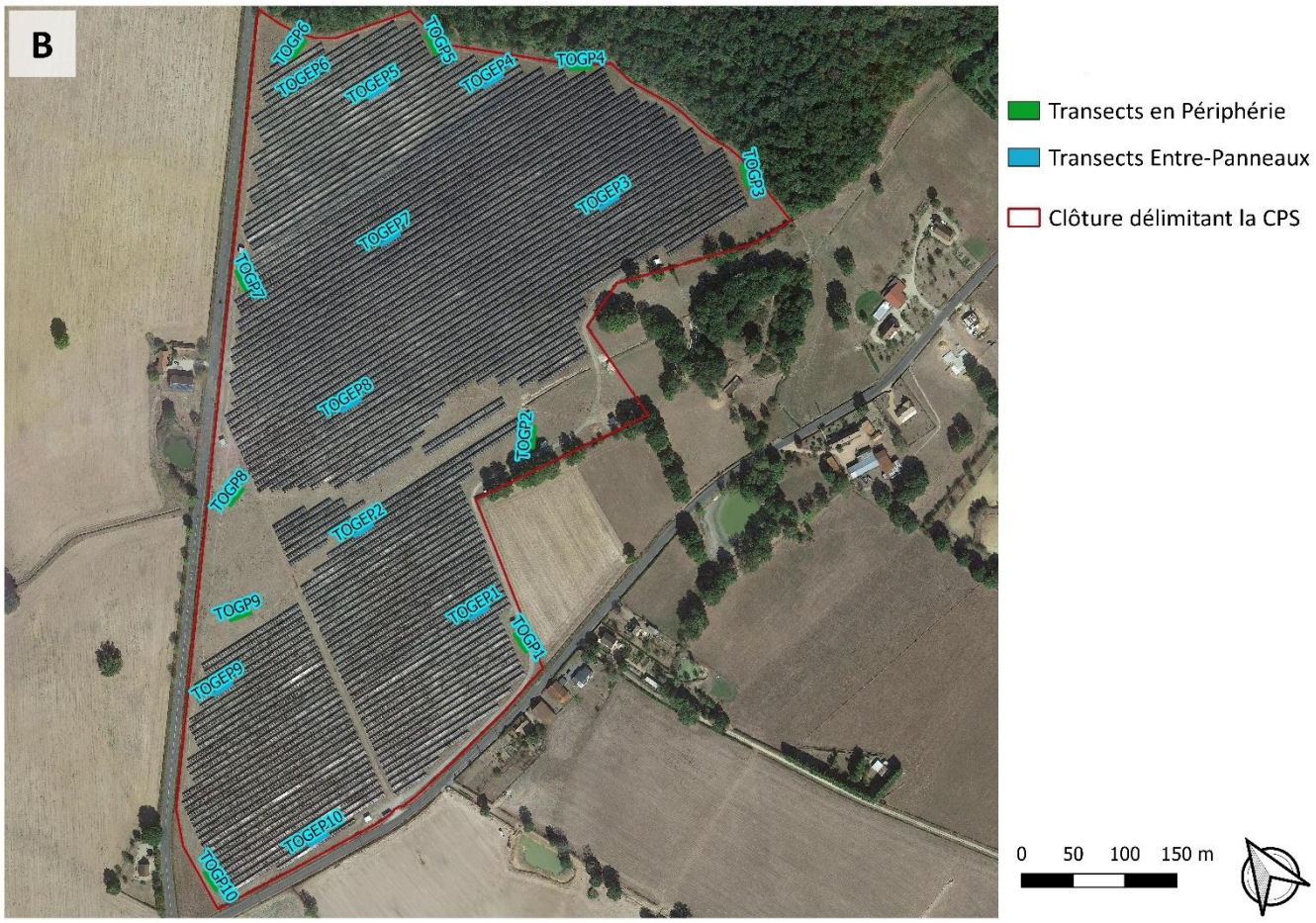
Annexe 3 : Plan d'échantillonnage des rhopalocères par transects dans les CPS (A) d'Yzeure et (B) de Gennetines

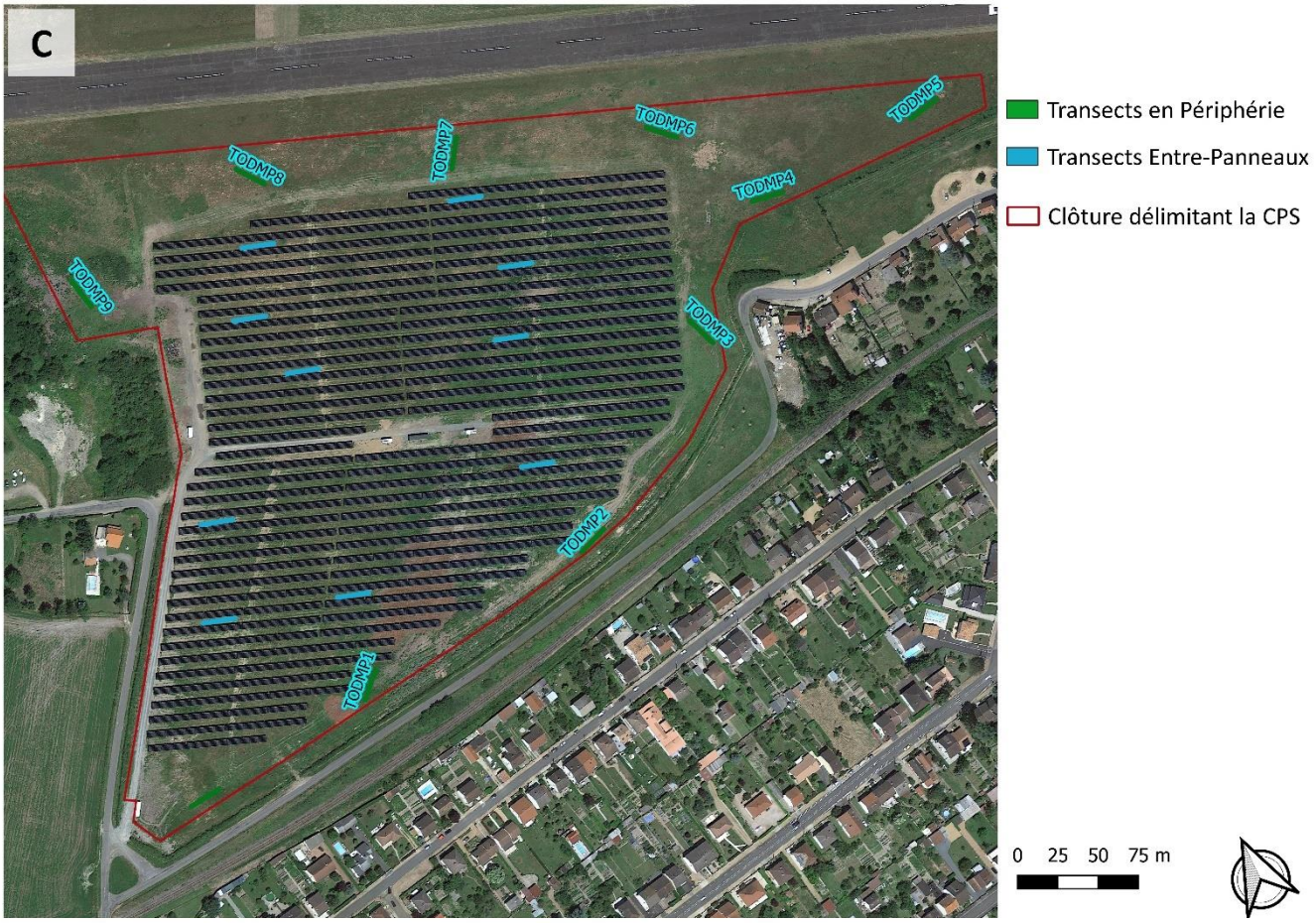




Annexe 4 : Plan d'échantillonnage des orthoptères par transects et biocénomètres dans les CPS (A) d'Yzeure, (B) Gennetines, (C) Domérat et (D) Dompierre-sur-Besbre






C
TODMP1
TODMP2
TODMP3
TODMP4
TODMP5
TODMP6
TODMP7
TODMP8
TODMP9
Transects en Périphérie
Transects Entre-Panneaux
Clôture délimitant la CPS
0 25 50 75 m

D
TODBEP1
TODBEP2
TODBEP3
TODBEP4
TODBEP5
TODBEP6
TODBEP7
TODBEP8
TODBEP9
TODBEP10
TODBP1
TODBP2
TODBP3
TODBP4
TODBP5
TODBP6
TODBP7
TODBP8
TODBP10
Transects en Périphérie
Transects Entre-Panneaux
Clôture délimitant la CPS
0 50 100 150 m

Annexe 5 : Tableau des correspondances entre indice de Braun-Blanquet et recouvrement moyen (extrait de Gillet, 2000)

AD code	AD num.	Rec. moy.	Rec. min.	Rec. max.
r	0.1	0.03%	0%	0.1%
+	0.5	0.3%	0.1%	1%
1	1	3%	1%	5%
2	2	14%	5%	25%
3	3	32%	25%	50%
4	4	57%	50%	75%
5	5	90%	75	100%

Annexe 6 : Espèces floristiques contactées à Yzeure sur l'ensemble des réplicats en 2019

Nom latin	Nom commun	Nom latin	Nom commun
Agrostis sp.		*Lotus pedunculatus*	Lotus des marais
Aira caryophyllea	Canche caryophillée	*Lysimachia arvensis*	Mouron rouge
Alopecurus pratensis	Vulpin des prés	*Montia sp.*	
Ambrosia artemisiifolia	Ambroise élevée	*Myosotis sp.*	
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	*Plantago lanceolata*	Plantain lancéolé
Aphanes arvensis	Alchémille des champs	*Poa annua*	Pâturin annuel
Arabidopsis thaliana	Arabette de thalius	*Poa pratensis*	Pâturin des prés
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé	*Poa trivialis*	Pâturin commun
Bromus hordeaceus	Brome mou	*Poaceae sp.*	
Capsella bursa-pastoris	Capselle bourse-à-pasteur	*Polygonum aviculare*	Renouée des oiseaux
Cerastium fontanum subsp. vulgare	Céraiste commun	*Potentilla reptans*	Potentille rampante
Cerastium glomeratum	Céraiste aggloméré	*Ranunculus acris*	Renoncule âcre
Cirsium arvense	Cirse des champs	*Ranunculus repens*	Renoncule rampante
Cirsium vulgare	Cirse commun	*Rubus gr. Fruticosus*	Ronce
Convolvulus arvensis	Liseron des champs	*Rumex acetosa*	Oseille des prés
Crepis capillaris	Crépide capillaire	*Rumex acetosella*	Petite oseille
Cynosurus cristatus	Crételle	*Rumex crispus*	Oseille crépue
Daucus carota	Carotte sauvage	*Sagina apetala*	Sagine apétale
Epilobium cf. tetragonum		*Schedonorus pratensis*	Fétuque des prés
Erodium cicutarium	Érodium à feuilles de cigue	*Sherardia arvensis*	Rubéole des champs
Ervilia hirsuta	Vesce hérissée	*Sonchus asper*	Laiteron rude
Ervum sp.		*Spergula rubra*	Sabline rouge
Filago germanica	Immortelle d'Allemagne	*Spergula segetalis*	Spergulaire des moissons
Galium sp.		*Stellaria graminea*	Stellaire graminée
Geranium dissectum	Géranium découpé	*Trifolium campestre*	Trèfle champêtre
Geranium rotundifolium	Géranium à feuilles rondes	*Trifolium pratense*	Trèfle des prés
Gnaphalium uliginosum	Gnaphale des lieux humides	*Trifolium repens*	Trèfle rampant
Holcus lanatus	Houlque laineuse	*Trifolium striatum*	Trèfle strié
Hypericum humifusum	Millepertuis couché	*Trifolium subterraneum*	Trèfle semeur
Hypericum perforatum	Millepertuis perforé	*Tripleurospermum inodorum*	Matricaire inodore
Juncus bufonius	Jonc des crapauds	*Urtica dioica*	Ortie dioïque
Juncus cf. acutiflorus		*Veronica arvensis*	Véronique des champs
Kickxia spuria	Linaire bâtarde	*Veronica hederifolia*	Véronique à feuilles de lierre
Lapsana communis	Lampsane commune	*Veronica serpyllifolia*	Véronique à feuilles de serpolet
Lathyrus sp.		*Vicia angustifolia*	Vesce à feuilles étroites
Lolium perenne	Ivraie vivace	*Viola arvensis*	Pensée des champs
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	*Vulpia bromoides*	Vulpie queue-d'écureuil

Annexe 7 : Espèces floristiques contactées à Yzeure en 2019 sur les réplicats sélectionnés aléatoirement

Nom latin	Nom commun	Nom latin	Nom commun
Agrostis sp.		*Lysimachia arvensis*	Mouron rouge
Alopecurus pratensis	Vulpin des prés	*Montia sp.*	
Ambrosia artemisiifolia	Ambroise élevée	*Myosotis sp.*	
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	*Plantago lanceolata*	Plantain lancéolé
Aphanes arvensis	Alchémille des champs	*Poa annua*	Pâturin annuel
Arabidopsis thaliana	Arabette de thalius	*Poa pratensis*	Pâturin des prés
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé	*Poa trivialis*	Pâturin commun
Cerastium fontanum subsp. vulgare	Céraiste commun	*Polygonum aviculare*	Renouée des oiseaux
Cerastium glomeratum	Céraiste aggloméré	*Potentilla reptans*	Potentille rampante
Cirsium arvense	Cirse des champs	*Ranunculus acris*	Renoncule âcre
Cirsium vulgare	Cirse commun	*Ranunculus repens*	Renoncule rampante
Convolvulus arvensis	Liseron des champs	*Rubus gr. Fruticosus*	Ronce
Crepis capillaris	Crépide capillaire	*Rumex acetosa*	Oseille des prés
Cynosurus cristatus	Crételle	*Rumex acetosella*	Petite oseille
Daucus carota	Carotte sauvage	*Rumex crispus*	Oseille crépue
Epilobium cf. tetragonum		*Schedonorus pratensis*	Fétuque des prés
Ervilia hirsuta	Vesce hérissée	*Sherardia arvensis*	Rubéole des champs
Ervum sp.		*Sonchus asper*	Laiteron rude
Filago germanica	Immortelle d'Allemagne	*Spergula rubra*	Sabline rouge
Galium sp.		*Stellaria graminea*	Stellaire graminée
Geranium dissectum	Géranium découpé	*Trifolium campestre*	Trèfle champêtre
Geranium rotundifolium	Géranium à feuilles rondes	*Trifolium pratense*	Trèfle des prés
Gnaphalium uliginosum	Gnaphale des lieux humides	*Trifolium repens*	Trèfle rampant
Holcus lanatus	Houlque laineuse	*Trifolium striatum*	Trèfle strié
Hypericum humifusum	Millepertuis couché	*Trifolium subterraneum*	Trèfle semeur
Hypericum perforatum	Millepertuis perforé	*Tripleurospermum inodorum*	Matricaire inodore
Juncus acutiflorus	Jonc acutiflore	*Urtica dioica*	Ortie dioïque
Juncus bufonius	Jonc des crapauds	*Veronica arvensis*	Véronique des champs
Kickxia spuria	Linaire bâtarde	*Veronica hederifolia*	Véronique à feuilles de lierre
Lapsana communis	Lampsane commune	*Veronica serpyllifolia*	Véronique à feuilles de serpolet
Lathyrus sp.		*Vicia angustifolia*	Vesce à feuilles étroites
Lolium perenne	Ivraie vivace	*Viola arvensis*	Pensée des champs
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	*Vulpia bromoides*	Vulpie queue-d'écureuil
Lotus pedunculatus	Lotus des marais		

Annexe 8 : Espèces floristiques contactées à Yzeure sur l'ensemble des réplicats en 2020

Nom latin	Nom commun	Nom latin	Nom commun
Agrostis sp.		*Leontodon saxatilis*	Léontodon des rochers
Aira caryophyllea	Canche caryophillée	*Lolium perenne*	Ivraie vivace
Alopecurus geniculatus	Vulpin genouillé	*Lotus corniculatus*	Lotier corniculé
Ambrosia artemisiifolia	Ambroise élevée	*Lotus pedunculatus*	Lotus des marais
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	*Lysimachia arvensis*	Mouron rouge
Asteraceae sp.		*Myosotis sp.*	
Carduus nutans	Chardon penché	*Plantago major*	Plantain majeur
Cerastium fontanum subsp. vulgare	Céraiste commun	*Poa annua*	Pâturin annuel
Cirsium arvense	Cirse des champs	*Poa trivialis*	Pâturin commun
Cirsium dissectum	Cirse des prairies	*Poaceae sp.*	
Cirsium vulgare	Cirse commun	*Polygonum aviculare*	Renouée des oiseaux
Crepis capillaris	Crépide capillaire	*Potentilla reptans*	Potentille rampante
Cynosurus cristatus	Crételle	*Prunus spinosa*	Prunellier
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	*Ranunculus acris*	Renoncule âcre
Daucus carota	Carotte sauvage	*Ranunculus repens*	Renoncule rampante
Epilobium cf. tetragonum		*Rubus gr. Fruticosus*	Ronce
Erigeron canadensis	Conyze du Canada	*Rumex acetosa*	Oseille des prés
Erodium cicutarium	Érodium à feuilles de cigue	*Rumex acetosella*	Petite oseille
Euphorbia sp.		*Rumex crispus*	Oseille crépue
Filago germanica	Immortelle d'Allemagne	*Rumex obtusifolius*	Patience à feuilles obtuses
Galium aparine	Gaillet gratteron	*Sherardia arvensis*	Rubéole des champs
Gaudinia fragilis	Gaudinie fragile	*Silene latifolia*	Silène à feuilles larges
Geranium dissectum	Géranium découpé	*Spergula rubra*	Sabline rouge
Geranium robertianum	Géranium Robert	*Stellaria graminea*	Stellaire graminée
Geranium rotundifolium	Géranium à feuilles rondes	*Trifolium hybridum*	Trèfle hybride
Gnaphalium uliginosum	Gnaphale des lieux humides	*Trifolium pratense*	Trèfle des prés
Hieracium sp.		*Trifolium repens*	Trèfle rampant
Holcus lanatus	Houlque laineuse	*Trifolium sp.*	
Holcus mollis	Houlque molle	*Tripleurospermum inodorum*	Matricaire inodore
Hypericum humifusum	Millepertuis couché	*Trisetum flavescens*	Trisète commune
Hypericum perforatum	Millepertuis perforé	*Urtica dioica*	Ortie dioïque
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	*Veronica arvensis*	Véronique des champs
Hypochaeris radicata	Porcelle enracinée	*Veronica serpyllifolia*	Véronique à feuilles de serpolet
Juncus acutiflorus	Jonc acutiflore	*Vicia sp.*	
Juncus conglomeratus	Jonc aggloméré	*Viola arvensis*	Pensée des champs
Juncus effusus	Jonc épars	*Vulpia bromoides*	Vulpie queue-d'écureuil
Lathyrus pratensis	Gesse des prés	*Vulpia myuros*	Vulpie queue-de-rat
Lathyrus sp.			

Annexe 9 : Espèces floristiques contactées à Gennetines sur l'ensemble des réplicats en 2019

Nom latin	Nom commun	Nom latin	Nom commun
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	*Lysimachia arvensis*	Mouron rouge
Agrostis sp.		*Medicago lupulina*	Luzerne lupuline
Alopecurus pratensis	Vulpin des prés	*Myosotis sp.*	
Anisantha sterilis	Brome stérile	*Plantago lanceolata*	Plantain lancéolé
Anthemis arvensis	Anthémis des champs	*Poa annua*	Pâturin annuel
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	*Poa pratensis*	Pâturin des prés
Aphanes arvensis	Alchémille des champs	*Poa trivialis*	Pâturin commun
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé	*Prunella vulgaris*	Brunelle commune
Bromus hordeaceus	Brome mou	*Quercus robur*	Chêne pédonculé
Capsella bursa-pastoris	Capselle bourse-à-pasteur	*Ranunculus repens*	Renoncule rampante
Carduus nutans	Chardon penché	*Rubus gr. Fruticosus*	Ronce
Carex gr. Spicata		*Rumex acetosa*	Oseille des prés
Carex leporina	Laîche Patte-de-lièvre	*Rumex acetosella*	Petite oseille
Centaurea jacea	Centaurée jacée	*Rumex crispus*	Oseille crépue
Cerastium fontanum subsp. Vulgare	Céraiste commun	*Sagina apetala*	Sagine apétale
Cirsium arvense	Cirse des champs	*Schedonorus arundinaceus*	Fétuque Roseau
Cirsium vulgare	Cirse commun	*Schedonorus pratensis*	Fétuque des prés
Convolvulus arvensis	Liseron des champs	*Sherardia arvensis*	Rubéole des champs
Crepis capillaris	Crépide capillaire	*Sonchus sp.*	
Cynosurus cristatus	Crételle	*Spergula arvensis*	Spergule des champs
Dryopteris sp.		*Spergula rubra*	Sabline rouge
Elytrigia repens	Chiendent commun	*Stellaria graminea*	Stellaire graminée
Festuca sp.		*Stellaria media*	Mouron des oiseaux
Filago germanica	Immortelle d'Allemagne	*Taraxacum sp.*	
Galium aparine	Gaillet gratteron	*Trifolium arvense*	Trèfle des champs
Gaudinia fragilis	Gaudinie fragile	*Trifolium campestre*	Trèfle champêtre
Geranium dissectum	Géranium découpé	*Trifolium pratense*	Trèfle des prés
Geranium rotundifolium	Géranium à feuilles rondes	*Trifolium repens*	Trèfle rampant
Holcus lanatus	Houlque laineuse	*Trisetum flavescens*	Trisète commune
Hypericum humifusum	Millepertuis couché	*Triticum sp.*	
Hypochaeris radicata	Porcelle enracinée	*Urtica dioica*	Ortie dioïque
Juncus conglomeratus	Jonc aggloméré	*Veronica arvensis*	Véronique des champs
Juncus effusus	Jonc épars	*Veronica officinalis*	Véronique officinale
Juncus tenuis	Jonc grêle	*Vicia segetalis*	Vesce des moissons
Lolium multiflorum	Ivraie multiflore	*Vicia sepium*	Vesce des haies
Lolium perenne	Ivraie vivace	*Viola arvensis*	Pensée des champs
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	*Vulpia bromoides*	Vulpie queue-d'écureuil
Luzula campestris	Luzule champêtre	*Vulpia myuros*	Vulpie queue-de-rat

Annexe 10 : Espèces floristiques contactées à Gennetines en 2019 sur les réplicats sélectionnés aléatoirement

Nom latin	Nom commun	Nom latin	Nom commun
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	*Lolium multiflorum*	Ivraie multiflore
Agrostis sp.		*Lolium perenne*	Ivraie vivace
Alopecurus pratensis	Vulpin des prés	*Lotus corniculatus*	Lotier corniculé
Anisantha sterilis	Brome stérile	*Lysimachia arvensis*	Mouron rouge
Anthemis arvensis	Anthémis des champs	*Medicago lupulina*	Luzerne lupuline
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	*Myosotis sp.*	
Aphanes arvensis	Alchémille des champs	*Plantago lanceolata*	Plantain lancéolé
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé	*Poa annua*	Pâturin annuel
Bromus hordeaceus	Brome mou	*Poa pratensis*	Pâturin des prés
Capsella bursa-pastoris	Capselle bourse-à-pasteur	*Poa trivialis*	Pâturin commun
Carex gr. Spicata		*Quercus robur*	Chêne pédonculé
Carex leporina	Laîche Patte-de-lièvre	*Ranunculus repens*	Renoncule rampante
Centaurea jacea	Centaurée jacée	*Rumex acetosa*	Oseille des prés
Cerastium fontanum subsp. vulgare	Céraiste commun	*Rumex acetosella*	Petite oseille
Cirsium arvense	Cirse des champs	*Rumex crispus*	Oseille crépue
Cirsium vulgare	Cirse commun	*Sagina apetala*	Sagine apétale
Convolvulus arvensis	Liseron des champs	*Schedonorus arundinaceus*	Fétuque Roseau
Crepis capillaris	Crépide capillaire	*Sonchus sp.*	
Cynosurus cristatus	Crételle	*Spergula arvensis*	Spergule des champs
Dryopteris sp.		*Spergula rubra*	Sabline rouge
Elytrigia repens	Chiendent commun	*Stellaria graminea*	Stellaire graminée
Festuca sp.		*Stellaria media*	Mouron des oiseaux
Filago germanica	Immortelle d'Allemagne	*Taraxacum sp.*	
Galium aparine	Gaillet gratteron	*Trifolium arvense*	Trèfle des champs
Geranium dissectum	Géranium découpé	*Trifolium campestre*	Trèfle champêtre
Geranium rotundifolium	Géranium à feuilles rondes	*Trifolium repens*	Trèfle rampant
Holcus lanatus	Houlque laineuse	*Urtica dioica*	Ortie dioïque
Hypericum humifusum	Millepertuis couché	*Veronica arvensis*	Véronique des champs
Hypochaeris radicata	Porcelle enracinée	*Vicia sepium*	Vesce des haies
Juncus conglomeratus	Jonc aggloméré	*Viola arvensis*	Pensée des champs
Juncus effusus	Jonc épars	*Vulpia bromoides*	Vulpie queue-d'écureuil
Juncus tenuis	Jonc grêle	*Vulpia myuros*	Vulpie queue-de-rat

Annexe 11 : Espèces floristiques contactées à Gennetines sur l'ensemble des réplicats en 2020

Nom latin	Nom commun	Nom latin	Nom commun
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	*Juncus tenuis*	Jonc grêle
Agrostis canina	Agrostide des chiens	*Leontodon saxatilis*	Léontodon des rochers
Agrostis sp.		*Leucanthemum vulgare*	Marguerite commune
Aira caryophyllea	Canche caryophillée	*Lolium perenne*	Ivraie vivace
Anisantha sterilis	Brome stérile	*Lotus corniculatus*	Lotier corniculé
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	*Lysimachia arvensis*	Mouron rouge
Aphanes arvensis	Alchémille des champs	*Matricaria chamomilla*	Matricaire camomille
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé	*Myosotis sp.*	
Bellis perennis	Pâquerette	*Plantago lanceolata*	Plantain lancéolé
Bromus hordeaceus	Brome mou	*Poa annua*	Pâturin annuel
Carex hirta	Laîche hérissée	*Poa trivialis*	Pâturin commun
Carex sp.		*Pulicaria dysenterica*	Pulicaire dysentérique
Centaurea jacea	Centaurée jacée	*Ranunculus repens*	Renoncule rampante
Cerastium fontanum subsp. vulgare	Céraiste commun	*Rumex acetosa*	Oseille des prés
Cirsium arvense	Cirse des champs	*Rumex acetosella*	Petite oseille
Cirsium vulgare	Cirse commun	*Rumex crispus*	Oseille crépue
Convolvulus arvensis	Liseron des champs	*Schedonorus arundinaceus*	Fétuque roseau
Crepis capillaris	Crépide capillaire	*Schedonorus pratensis*	Fétuque des prés
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	*Senecio vulgaris*	Séneçon commun
Epilobium cf. tetragonum		*Spergula arvensis*	Spergule des champs
Filago germanica	Immortelle d'Allemagne	*Stellaria graminea*	Stellaire graminée
Galium palustre	Gaillet des marais	*Taraxacum sp.*	
Geranium dissectum	Géranium découpé	*Trifolium dubium*	Trèfle douteux
Geranium rotundifolium	Géranium à feuilles rondes	*Trifolium hybridum*	Trèfle hybride
Holcus lanatus	Houlque laineuse	*Trisetum flavescens*	Trisète commune
Hypericum humifusum	Millepertuis couché	*Urtica dioica*	Ortie dioïque
Hypericum perforatum	Millepertuis perforé	*Veronica arvensis*	Véronique des champs
Hypochaeris radicata	Porcelle enracinée	*Veronica serpyllifolia*	Véronique à feuilles de serpolet
Juncus acutiflorus	Jonc acutiflore	*Vulpia bromoides*	Vulpie queue-d'écureuil
Juncus effusus	Jonc épars	*Vulpia myuros*	Vulpie queue-de-rat

Annexe 12 : Espèces de rhopalocères contactées à Yzeure en 2019

Ensemble des réplicats		Réplicats sélectionnés aléatoirement	
Nom latin	**Nom commun**	**Nom latin**	**Nom commun**
Aporia crataegi	Piéride de l'aubépine	*Aporia crataegi*	Piéride de l'aubépine
Coenonympha pamphilus	Procris	*Coenonympha pamphilus*	Procris
Colias sp.		*Issoria lathonia*	Petit nacré
Issoria lathonia	Petit nacré	*Lycaena phlaeas*	Cuivré commun
Lycaena phlaeas	Cuivré commun	*Maniola jurtina*	Myrtil
Maniola jurtina	Myrtil	*Melanargia galathea*	Demi-deuil
Melanargia galathea	Demi-deuil	*Vanessa carduii*	Belle-dame
Polyommatus icarus	Azuré commun		
Thymelicus lanceola	Hespérie du plantain		
Vanessa atalanta	Vulcain		
Vanessa carduii	Belle-dame		

Annexe 13 : Espèces de rhopalocères contactées à Yzeure en 2020

Nom latin	Nom commun
Aricia agestis	Collier de corail
Brintesia circe	Silène
Coenonympha pamphilus	Procris
Issoria lathonia	Petit nacré
Lasiommata megera	Satyre-Mégère
Lycaena phlaeas	Cuivré commun
Maniola jurtina	Myrtil
Melarnia galathea	Demi-deuil
Pararge aegeria	Tircis
Pieris napi	Piéride du navet
Pieris rapae	Piéride de la rave
Polyommatus icarus	Azuré commun
Thymelicus lineola	Hespérie du dactyle
Thymelicus sylvestris	Hespérie de la houque

Annexe 14 : Espèces de rhopalocères contactées à Gennetines en 2019

Ensemble des réplicats		Réplicats sélectionnés aléatoirement	
Nom latin	**Nom commun**	**Nom latin**	**Nom commun**
Aporia crataegi	Piéride de l'aubépine	*Aporia crataegi*	Piéride de l'aubépine
Coenonympha pamphilus	Procris	*Coenonympha pamphilus*	Procris
Issoria lathonia	Petit nacré	*Issoria lathonia*	Petit nacré
Lycaena phlaeas	Cuivré commun	*Lycaena phlaeas*	Cuivré commun
Maniola jurtina	Myrtil	*Maniola jurtina*	Myrtil
Melanargia galathea	Demi-deuil	*Melanargia galathea*	Demi-deuil
Melitaea athalia	Mélitée des mélampyres	*Pieris brassicae*	Piéride du choux
Pieris brassicae	Piéride du chou	*Polyommatus icarus*	Azuré commun
Polyommatus icarus	Azuré commun	*Thymelicus lineola*	Hespérie du dactyle
Thymelicus lanceola	Hespérie du plantain	*Vanessa atalanta*	Vulcain
Vanessa atalanta	Vulcain	*Vanessa carduii*	Belle-dame
Vanessa carduii	Belle-dame		

Annexe 15 : Espèces de rhopalocères contactées à Gennetines en 2020

Nom latin	Nom commun
Aporia crataegi	Piéride de l'aubépine
Argynnis paphia	Tabac d'Espagne
Aricia agestis	Collier de corail
Brintesia circe	Silène
Coenonympha pamphilus	Procris
Colias sp.	
Erynnis tages	Point de Hongrie
Gonepteryx rhamni	Citron
Issoria lathonia	Petit nacré
Lasiommata megera	Satyre-Mégère
Lycaena phlaeas	Cuivré commun
Maniola jurtina	Myrtil
Melanargia galathea	Demi-deuil
Pieris brassicae	Piéride du chou
Pieris napi	Piéride du navet
Pieris rapae	Piéride de la rave
Polyommatus icarus	Azuré commun
Thymelicus lineola	Hespérie du dactyle
Thymelicus sylvestris	Hespérie de la houque
Vanessa carduii	Belle-dame

Annexe 16 : Espèces d'orthoptères contactées à Yzeure et Gennetines en 2019

Yzeure		Gennetines	
Nom latin	**Nom commun**	**Nom latin**	**Nom commun**
Aiolopus thalassinus thalassinus	Aïolope émeraudine	*Aiolopus thalassinus thalassinus*	Aïolope émeraudine
Calliptamus italicus italicus	Caloptène italien	*Calliptamus italicus italicus*	Caloptène italien
Chorthippus albomarginatus albomarginatus	Criquet marginé	*Chorthippus albomarginatus albomarginatus*	Criquet marginé
Chorthippus biguttulus biguttulus	Criquet mélodieux	*Chorthippus biguttulus biguttulus*	Criquet mélodieux
Chorthippus brunneus brunneus	Criquet duettiste	*Chorthippus brunneus brunneus*	Criquet duettiste
Chorthippus dorsatus dorsatus	Criquet vert-échine	*Chorthippus dorsatus dorsatus*	Criquet vert-échine
Chorthippus mollis mollis	Criquet des pelouses	*Chorthippus mollis mollis*	Criquet des pelouses
Euchorthippus declivus declivus	Criquet des Bromes	*Euchorthippus declivus declivus*	Criquet des Bromes
Leptophyes punctatissima	Leptophye ponctuée	*Pseudochorthippus parallelus parallelus*	Criquet des pâtures
Oedipoda caerulescens caerulescens	Oedipode turquoise	*Ruspolia nitidula*	Ruspolie à tête de cône
Pseudochorthippus parallelus parallelus	Criquet des pâtures	*Tessellana tessellata tessellata*	Decticelle carroyée
Stenobothrus stigmaticus stigmaticus	Sténobothre nain	*Juvénile indéterminable*	Juvénile indéterminable
Tessellana tessellata tessellata	Decticelle carroyée		
Tetrix undulata undulata	Tétrix forestier		
Juvénile indéterminable	Juvénile indéterminable		

Annexe 17 : Espèces d'orthoptères contactées à Domérat, Dompierre-sur-Besbre, Gennetines et Yzeure en 2020

Nom latin	Nom commun	Domérat	Dompierre-sur-Besbre	Gennetines	Yzeure
Aiolopus thalassinus thalassinus	Aïolope émeraudine		x	x	x
Calliptamus italicus italicus	Caloptène italien		x	x	
Chorthippus albomarginatus albomarginatus	Criquet marginé	x	x	x	x
Chorthippus biguttulus biguttulus	Criquet mélodieux	x	x	x	x
Chorthippus brunneus brunneus	Criquet duettiste	x	x	x	x
Chorthippus dorsatus dorsatus	Criquet vert-échine		x	x	
Chorthippus mollis mollis	Criquet des pelouses	x	x	x	
Conocephalus fuscus	Conocéphale commun		x		
Euchorthippus declivus declivus	Criquet des Bromes		x	x	x
Gryllus campestris	Grillon champêtre	x	x		
Mecostethus parapleurus parapleurus	Criquet des roseaux		x		
Nemobius sylvestris sylvestris	Grillon des bois		x		
Oedipoda caerulescens caerulescens	Œdipode turquoise	x	x	x	x
Omocestus rufipes	Criquet noir-ébène	x		x	x
Pseudochorthippus parallelus parallelus	Criquet des pâtures		x	x	
Roeseliana roeselii	Decticelles bariolée	x			
Ruspolia nitidula	Ruspolie à tête de cône		x	x	
Stenobothrus stigmaticus stigmaticus	Sténobothre nain			x	
Tessellana tessellata tessellata	Decticelle carroyée		x	x	x
Tetrix ceperoi ceperoi	Tétrix des vasières				x
Tetrix undulata undulata	Tétrix forestier			x	x
Juvénile indéterminable	Juvénile indéterminable	x	x	x	x