

SUIVI ECOLOGIQUE 2024

SUIVI DES EFFETS DES TRAVAUX DE RESTAURATION DE PELOUSE SECHE DU HOLIESEL A ROSENWILLER (67)



EQUIPE DE PROJET

Rédaction et cartographie :

Laura GRANDADAM, chargée de mission scientifique

Relecture et coordination :

Victoria MICHEL, responsable de la mission scientifique et du développement

Terrain :

Laura GRANDADAM, chargée de mission scientifique

Avec l'appui de Noémie GIROT, volontaire en service civique

Photographies de couverture : (de gauche à droite et de haut en bas) vue aérienne du Berg, accouplement de *Zygaena loti*, floraison de *Linum tenuifolium*, *Podarcis muralis* prenant le soleil dans la zone réouverte. L. GRANDADAM, CEN Alsace, 2024.

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS

3 rue de Soultz – 68700 CERNAY

Standard : 03 89 83 34 20

contact@conservatoire-sites-alsaciens.eu ; www.conservatoire-sites-alsaciens.eu

Partenaires financeurs :



Document à référencer comme suit :

GRANDADAM L., 2025. Suivi écologique 2024 – Suivi des effets des travaux de restauration de pelouse sèche au Holiesel à ROSENWILLER (67). Conservatoire d'espaces naturels d'Alsace, 37 p.

SOMMAIRE

Liste des figures	5
Liste des tableaux.....	6
Introduction.....	7
Les suivis et indicateurs	9
1. Comment évolue la cicatrisation de la zone réouverte ?.....	9
2. Quels sont les stades d'évolution spontanée de la végétation ?.....	9
3. Comment évolue la colonisation de la zone réouverte par des espèces végétales typiques** ou patrimoniales ?	9
4. Quelles sont les différences abiotiques fondamentales entre les différentes zones (trophie, ensoleillement...) ?.....	10
5. Quels sont les impacts des travaux sur les pelouses auparavant enclavées ?.....	10
6. Les corridors nouvellement créés sont-ils efficaces ? Pour toutes les espèces ?.....	10
Protocoles et échantillonnage	11
1. Relevés phytosociologiques.....	11
2. Relevés pédologiques.....	11
3. Sol nu	11
4. Suivi photographique.....	12
5. Suivi des populations d'espèces cibles	12
6. Chronoventaire.....	12
Résultats et discussions	14
1. Relevés phytosociologiques.....	14
La diversité spécifique :	15
La lumière :	16
La température :	17
L'humidité atmosphérique :	18
L'humidité édaphique :	19
Nutriments :	20
Sol nu :	21
Proportions d'espèces pelousaires :	22
Progression de l'objectif de restauration :	23
Conclusion :	24
2. Relevés pédologiques.....	24
3. Sol nu :	25
4. Suivi photographique :	29

5.	Suivi des populations d'espèces cibles	33
	Anémone pulsatille (<i>Pulsatilla vulgaris</i>) :	33
	Lin à feuilles étroites (<i>Linum tenuifolium</i>) :	34
6.	Chronoventaire.....	35
Conclusions		37

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Travaux de réouvertures préconisés par le plan de gestion et effectivement réalisés.	7
Figure 2. Intégration du suivi écologique des travaux de restauration au sein de la logique de gestion conservatoire (schéma issu du CT88).	8
Figure 3. Localisation des secteurs de chronoventaire.	13
Figure 4. Localisation des 22 placettes phytosociologiques.	14
Figure 5. Cartographie de la diversité spécifique des placettes phytosociologiques.	15
Figure 6. Cartographie de l'indice de lumière des placettes phytosociologiques.	16
Figure 7. Cartographie de l'indice de température des placettes phytosociologiques.	17
Figure 8. Cartographie de l'indice d'humidité atmosphérique des placettes phytosociologiques.	18
Figure 9. Cartographie de l'indice d'humidité édaphique des placettes phytosociologiques.	19
Figure 10. Cartographie de l'indice de nutriments des placettes phytosociologiques.	20
Figure 11. Cartographie des taux de sol nu édaphique des placettes phytosociologiques.	21
Figure 12. Cartographie des pourcentages d'espèces pelousaires des placettes phytosociologiques.	22
Figure 13. Cartographie des similarités entre placettes phytosociologiques témoins et placettes phytosociologiques suivies.	23
Figure 14. Cartographie de l'épaisseur du sol des placettes phytosociologiques.	25
Figure 15. Exemple de résultat du traitement automatique sur la zone réouverte à l'est du Berg.	28
Figure 16. Placette NO-1, secteur de pelouse auparavant en contexte d'ourlet sur le Neugritt dont l'aspect est relativement dense.	30
Figure 17. Placette NT-1, habitat témoin et cible pour la restauration des pelouses sèches du Neugritt.	30
Figure 18. Placette NR21-1, état de la végétation trois ans après la réouverture.	30
Figure 19. Placette SO-2 présentant une végétation d'ourlet en transition.	31
Figure 20. Placette SR24-2 dont la végétation éparse témoigne d'une reprise des végétaux à la suite des travaux de réouverture.	31
Figure 21. Placette SR21-1 présentant une végétation de friche.	31
Figure 22. Placette ST-2, pelouse témoin et cible pour les zones sommitales réouvertes.	31
Figure 23. Placette CO-1 dont la végétation se rapproche de la pelouse témoin malgré une densité légèrement plus élevée.	32
Figure 24. Placette CT-2, pelouse témoin et cible pour les zones réouvertures sur les coteaux.	32
Figure 25. Placette CR21-1 dont la végétation est en pleine évolution.	32
Figure 26. Localisation des individus d'Anémone pulsatille (<i>Pulsatilla vulgaris</i>) sur les coteaux du Berg.	33
Figure 27. Floraison de <i>Linum tenuifolium</i> sur la plus grande station du site. Photo : L. GRANDADAM, CEN Alsace, 2024.	34
Figure 28. Localisation des individus de Lin à feuilles étroites (<i>Linum tenuifolium</i>) sur le Berg.	34
Figure 29. Comptabilisation des espèces observées pour chaque secteur et pour chaque session de chronoventaire.	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Croisement des différents paramètres expliquant le plan d'échantillonnage.....	11
Tableau 2. Moyennes de la diversité spécifique de chaque catégorie de placette phytosociologique.	15
Tableau 3. Liste des espèces contactées dans le cadre des chronoventaires.	35

INTRODUCTION

Depuis 2017, la Communauté de communes des Portes de Rosheim s'est engagée dans une démarche « Trame verte et bleue » qui a permis la réalisation de nombreuses actions en faveur de la biodiversité et de la connectivité écologique du territoire. C'est dans ce cadre que le plan de gestion de la colline du Holiesel, à Rosenwiller, a été révisé en 2020. Sur la base d'inventaires actualisés, ce travail a mis en évidence une problématique de régression des pelouses sèches à la suite de la déprise agricole du siècle dernier et une nécessité de reconnexion. Des travaux de réouvertures sur 3,8 ha ont ainsi été préconisés par le plan de gestion.

Toujours grâce à l'implication de la Communauté de communes dans la Trame verte et bleue, ces travaux de restauration ont été réalisés entre 2020 et 2024 en deux phases :

- une première durant l'hiver 2020-2021 (environ 2,4 ha de pelouses réouvertes),
- une seconde durant l'hiver 2023-2024 (environ 1,9 ha de pelouses réouvertes).

Soit un total de **4,3 ha de pelouses restaurés**, sur la quasi-totalité des secteurs préconisés par le plan de gestion.

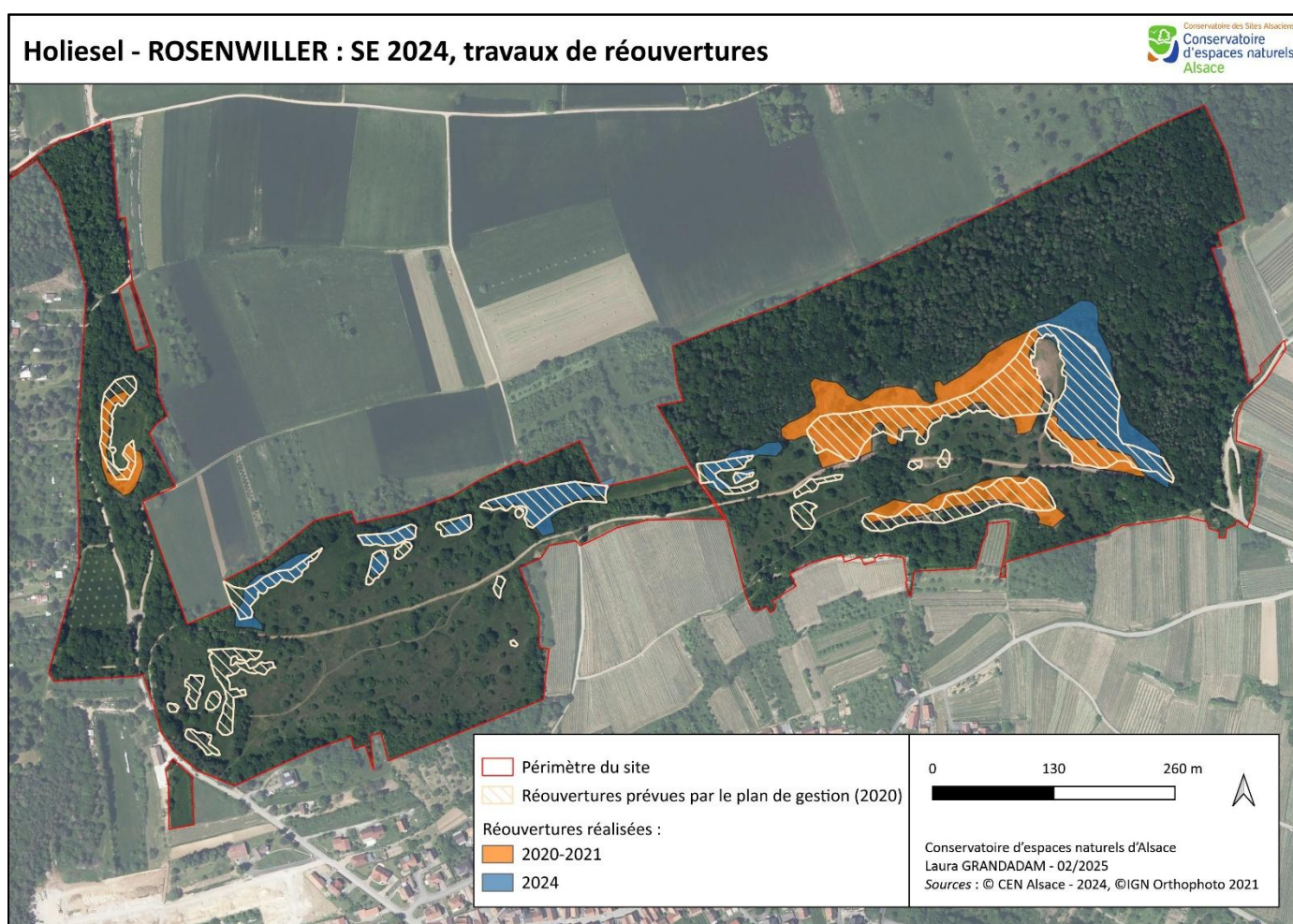


Figure 1. Travaux de réouvertures préconisés par le plan de gestion et effectivement réalisés.

La méthode de gestion conservatoire implique la réalisation de suivis scientifiques afin d'évaluer les effets de la gestion mise en œuvre. Cela permet de d'évaluer la réussite des travaux engagés au regard de l'objectif (ici la restauration de pelouses sèches) et, le cas échéant, de réaliser des ajustements à la gestion.

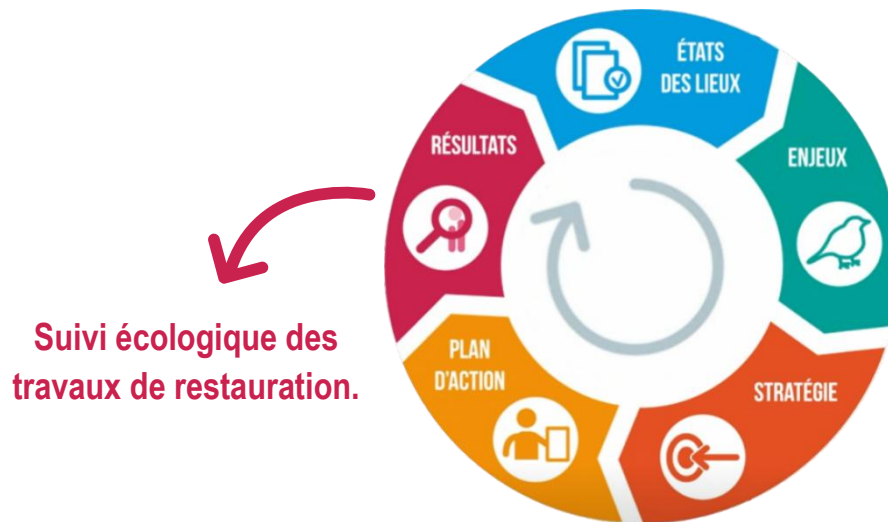


Figure 2. Intégration du suivi écologique des travaux de restauration au sein de la logique de gestion conservatoire (schéma issu du CT88).

La restauration, qu'est-ce que c'est ?

Le principe de restauration d'un milieu naturel consiste à viser un rétablissement des fonctions écologiques de ce milieu, toute composante confondue (abiotiques et biotiques) et selon un état de référence. Dans le cas des travaux de restauration des pelouses sèches du Holiesel, cet état de référence correspond aux pelouses en bon état de conservation alentours qui présentent un cortège d'espèces typiques témoignant de leur bon fonctionnement écologique. L'état de référence sera différent selon les secteurs car adapté aux conditions stationnelles. Les états de référence sont ici abordés sous le prisme des habitats naturels : chaque secteur restauré a donc un habitat cible que l'on cherche à atteindre et qui correspond à l'habitat présent sur des zones de pelouses préservées aux conditions stationnelles comparables.

Dans le cas présent, un second volet concerne la restauration de la connexion entre les pelouses sèches. L'état de référence correspond à la connexion existante avant la déprise agricole, période où la totalité du Berg et du Holiesel étaient une pelouse sèche d'un seul tenant, où la connexion était évidente. La restauration de cette fonctionnalité ne nécessite toutefois pas une réouverture aussi massive mais la création de corridors stratégiques permettant les échanges d'espèces.

Les suivis décrits ci-après cherchent donc à évaluer l'impact de ces travaux sur l'écosystème des collines et l'atteinte des objectifs de restauration (apparition d'habitats naturels similaires aux habitats des états de référence et reconnexion des pelouses). La question posée est ainsi la suivante : comment évoluent les milieux restaurés et les cortèges d'espèces à la suite des travaux de réouvertures ?

Les résultats présentés ici ne sont donc que l'état 0 d'un processus de suivi échelonné sur plusieurs années. C'est l'étude comparative des indicateurs au cours du temps qui permettra d'analyser les réponses des espèces et habitats, parfois longues et complexes, à ce type de restauration.

Trois principaux secteurs de réouverture ont été identifiés, du fait d'un ensemble de caractéristiques communes abiotiques ou de contexte :

- les coteaux avec une pente forte, une exposition sud et un sol caillouteux et superficiel. Ces milieux étaient occupés plutôt par une fruticée thermophile.
- la partie sommitale, relativement plate, avec un sol théorique plus profond et des réserves d'eau plus importantes. Ces milieux étaient plutôt occupés par une forêt thermophile relativement développée.
- le Neugrütt avec une topographie relativement plate également mais dans un contexte de clairière, isolé par une ceinture forestière d'autres milieux ouverts. Ces milieux étaient plutôt occupés par une forêt thermophile relativement développée.

LES SUIVIS ET INDICATEURS

La question centrale du suivi est la suivante : comment évoluent les milieux restaurés et les cortèges d'espèces à la suite des travaux de réouvertures ?

Pour y répondre, six sous-questions ont été posées, questions auxquelles des indicateurs à suivre ont été identifiés et des hypothèses formulées pour orienter les suivis.

1. COMMENT EVOLUE LA CICATRISATION DE LA ZONE REOUEVERTE ?

Le suivi de l'évolution de la cicatrisation des pelouses réouvertes repose sur l'évaluation de la surface de sol nu. Cet indicateur peut être mesuré à deux échelles et par deux protocoles :

- une évaluation échantillonnée avec un pourcentage de sol nu et des photographies sur des placettes fixes,
- une évaluation exhaustive avec cartographie aérienne complète des zones de sol par drone.

Une cicatrisation relativement rapide, bien que plus lente sur les coteaux, est présumée.

L'évolution pédologique du sol est également un paramètre à suivre, grâce à la réalisation de sondages pédologiques.

2. QUELS SONT LES STADES D'EVOLUTION SPONTANEE DE LA VEGETATION ?

Les cortèges d'espèces végétales (listes d'espèces) sont l'indicateur identifié pour répondre cette question. Une approche détaillée sera menée avec la réalisation de relevés phytosociologiques sur des placettes fixes, ainsi qu'une approche descriptive de l'aspect de la végétation avec des prises de vues photographiques de la végétation de ces mêmes placettes.

La succession de végétations attendue commence par l'apparition d'une friche herbacée comptant des ligneux résiduels des milieux précédents, puis des pelouses dégradées avec des faciès à graminées sociales et enfin des pelouses plus typiques. L'installation des graminées sociales sera facilitée par leurs fortes capacités de colonisation et ce sont les actions de gestion régulière qui permettront de créer des perturbations à l'origine de l'implantation d'espèces plus typiques de pelouses sèches.

L'évolution vers un milieu de pelouse typique sera probablement plus rapide sur les coteaux où les conditions abiotiques sont particulièrement rudes avec un sol peu profond et une banque de graine encore potentiellement viable, tandis que la partie sommitale verra une évolution plus lente du fait d'un sol forestier plus avancé et une banque de graine trop âgée pour être efficace, rendant l'installation d'une pelouse sèche typique plus difficile. Le retour à un sol de pelouse sèche en contexte de pente est plus rapide qu'en zone plate, car le lessivage est plus important, couplé à une accumulation de matière organique moindre (présence de fourrés relativement jeunes et non de forêt).

3. COMMENT EVOLUE LA COLONISATION DE LA ZONE REOUEVERTE PAR DES ESPECES VEGETALES TYPIQUES** OU PATRIMONIALES ?

Les populations de deux espèces floristiques patrimoniales ont été identifiées comme indicateurs : l'Anémone pulsatille (*Pulsatilla vulgaris*) et le Lin à feuilles ténues (*Linum tenuifolium*). Un suivi des effectifs et de la répartition de ces espèces sur les zones réouvertes est prévu pour suivre leur évolution.

Une progression depuis les stations existantes, de proche en proche, est attendue. De nouveaux noyaux pourraient également s'installer avec la dispersion aérienne des graines. Il est également possible, notamment sur les coteaux, que des individus de ces deux espèces aient survécu dans la strate herbacée des fruticées, grâce à

l'existence de trouées, et soient à l'origine de nouveaux noyaux de population suite à la restauration de conditions favorables.

4. QUELLES SONT LES DIFFERENCES ABIOTIQUES FONDAMENTALES ENTRE LES DIFFERENTES ZONES (TROPHIE, ENSOLEILLEMENT...) ?

Cette question permet d'identifier des variables explicatives qui permettraient d'interpréter les résultats potentiellement différents entre les zones d'échantillonnage (partie sommitale, coteaux et clairière du Neugrütt). Les indices d'Ellenberg qui pourront être obtenus avec les recouvrements de chaque espèce de relevés phytosociologiques permettront de faire une estimation de ces paramètres abiotiques.

Une différence importante est attendue entre les coteaux et les parties sommitales, à la fois en ce qui concerne l'humidité édaphique¹ (sol plus profond sur les sommets, donc avec plus de réserve utile, contexte enclavé avec microclimat frais du Neugrütt) et les nutriments (sol forestier des parties sommitales plus riches que les sols superficiels des coteaux, apport de matière organique depuis les ceintures arborées du Neugrütt).

5. QUELS SONT LES IMPACTS DES TRAVAUX SUR LES PELOUSES AUPARAVANT ENCLAVEES ?

De nombreuses zones de pelouses étaient auparavant soumis à des effets lisières importants à la suite du développement conséquent de fruticées. Les travaux de réouverture ont provoqué la disparition de ces bosquets et de leur effet sur le microclimat, les conditions abiotiques et la végétation. L'évolution d'un indicateur, les cortèges d'espèces, est à suivre afin d'évaluer la réponse des espèces et habitats à ces perturbations adjacentes. Les indices d'Ellenberg pourront également permettre de suivre et évaluer les changements abiotiques.

Une amélioration de la typicité du cortège végétal avec la régression des espèces sociales, ainsi que l'installation d'espèces patrimoniales sont attendus sur ces secteurs de pelouses. L'amélioration de l'ensoleillement et une diminution de l'humidité édaphique et atmosphérique semblent être les changements abiotiques les plus attendus.

6. LES CORRIDORS NOUVELLEMENT CREES SONT-ILS EFFICACES ? POUR TOUTES LES ESPECES ?

Le corridor nouvellement créé entre les deux collines cible l'ensemble des espèces de pelouses, aussi faunistiques que floristiques. Si les déplacements de la flore seront progressifs et potentiellement visibles à travers le suivi des placettes phytosociologiques, les déplacements de la faune seront potentiellement plus rapides. L'entomofaune est particulièrement concernée par la création de ces corridors, notamment certains lépidoptères incapables de franchir des bosquets sur plusieurs dizaines de mètres. Le cortège de lépidoptères est donc un indicateur intéressant, d'autant plus en le comparant de part et d'autre du corridor.

Une homogénéité relative des cortèges de lépidoptères est donc attendue après plusieurs années d'existence du corridor.

¹ L'humidité édaphique désigne l'humidité relative au sol et contenue au sein de ce dernier.

PROTOCOLES ET ECHANTILLONNAGE

Six protocoles sont proposés pour ce suivi.

1. RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES

L'un des protocoles les plus importants en termes de temps et de réponses apportées est celui des relevés phytosociologiques. Cette méthode repose sur la réalisation d'un inventaire exhaustif des espèces présentes au sein de la placette étudiée. Pour chaque espèce, son recouvrement est évalué d'après la méthode de Braun-Blanquet. La placette est ronde et d'une surface d'environ 28 m² (cercle de 3 mètre de rayon). Elle est matérialisée grâce à un fil de 3 mètre de long attaché et tendu depuis le centre de la placette et utilisé pour déterminer la position de la limite de la parcelle. Le centre est localisé par un point GPS (précision d'un à trois mètres) et matérialisé par une borne de géomètre orange. Des photos du paysage permettent également de resituer les parcelles en fonction des arbres ou autres indices physiques.

Un échantillonnage basé sur les différents secteurs et les différents types de milieux est proposé afin d'étudier les différents cas de figure possibles. Deux placettes sont localisées aléatoirement au sein de chaque croisement de paramètre.

Tableau 1. Croisement des différents paramètres expliquant le plan d'échantillonnage.

	Pelouse témoin (T)	Ourllet de transition avant travaux (O)	Pelouse réouverte en 2021 (R21)	Pelouse réouverte en 2024 (R24)	Corridors
Coteaux (C)	CT	CO	CR21		
Secteur sommital (S)	ST	SO	SR21	SR24	Corridors
Neugrütt (N)	NT	NO	NR21		

2. RELEVES PEDOLOGIQUES

Au centre de chaque placette phytosociologique, un relevé pédologique est réalisé grâce à une tarière. Le carottage est réalisé jusqu'à atteindre le socle rocheux. L'élément le plus important relevé est l'épaisseur du sol mais une description de la couleur et de la présence de cailloux est également précisée.

3. SOL NU

Le pourcentage de sol nu de chaque placette phytosociologique est relevé par appréciation visuelle.

Une cartographie exhaustive des zones de sol nu est également réalisée sur l'ensemble des zones réouvertes via l'utilisation d'un drone. Les photographies aériennes sont localisées au centimètres près grâce à un système RTK embarqué et à l'utilisation du réseau Centipede. Les images sont ensuite traitées grâce à OpenDroneMap de façon à produire une orthomosaïque précise de la zone survolée.

Une série de traitements raster est alors réalisée pour mettre en avant les zones de sol nu par détection automatisée. Des calculs sont réalisés sur les bandes de couleur rouge et verte afin de faire ressortir les extrêmes de ces deux couleurs :

$ExG = BandeG * 2 - BandeB - BandeR$

$ExR = BandeR * 2 - BandeG - BandeB$

Ces deux rasters sont ensuite combinés de la façon suivante : $ExG - ExR$. Les pixels à valeur négative correspondent ainsi aux zones de sol nu. Le raster est ensuite polygonisé et permet d'obtenir une couche vecteur du sol nu.

4. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE

Un suivi photographique est réalisé sur chaque placette avec une prise de vue de la végétation et une prise de vue plus large englobant l'environnement de la placette.

5. SUIVI DES POPULATIONS D'ESPECES CIBLES

Deux espèces particulièrement typiques des pelouses sèches calcaires xérophiles et très oligotrophes présentes sur les pelouses du site ont été ciblées par ce suivi. Ce sont également des espèces à forte valeur patrimoniale. Il s'agit de l'Anémone pulsatille (*Pulsatilla vulgaris*) et du Lin à feuilles étroites (*Linum tenuifolium*). Ces espèces sont respectivement classées En danger et Quasi-menacée sur la liste rouge de la flore d'Alsace.

Les populations de ces deux espèces sont localisées et comptées sur l'ensemble des zones réouvertes. Chaque pied ou groupe de pieds distants de quelques mètres sont pointés au GPS de façon à reconstituer l'aire d'occupation de l'espèce.

6. CHRONOVENTAIRE

Ce protocole vise à établir une liste d'espèce selon le meilleur rapport temps/exhaustivité. Il s'agit d'un protocole issu de la publication de Dupont, P. (2016, mars). Le Chronoventaire, un protocole de données sur le terrain pour les rhopalocères et les zygènes (Lep. Rhopalocera & Zygaenidae). Oreina, 33, 24-26.

Des stations de suivi homogènes en termes d'habitats et de gestion sont définies à l'est et l'ouest du corridor, ainsi que sur le Neugritt comme zone témoin en l'absence de corridor (milieu enclavé et fermé par des milieux forestiers). La durée d'observation est de minimum 20 min. Chaque espèce contactée est notée, accompagnée de la tranche de 5 min d'observation à laquelle le premier individu est observé (une note de 1 pour une première observation pendant les cinq premières minutes, une note de 2 entre cinq et dix minutes, etc.). Si une nouvelle espèce est observée lors de la dernière tranche de cinq minutes, la durée de l'inventaire est étendue de cinq minutes.

Les paramètres stationnels suivants seront notés pour chaque station :

- la date et la durée de l'inventaire,
- l'observateur,
- l'habitat principal et le mode de gestion,
- les habitats adjacents et le mode de gestion le cas échéant,
- le degré de disponibilité florale,
- la localisation de la station,
- les conditions météorologiques : température, vent et ensoleillement.

Trois secteurs d'inventaire ont été définis :

- Berg (31 ares),
- Holiesel (36 ares),
- Neugritt (45 ares).

Quatre sessions ont été réalisées :

- début juin,
- fin juin,
- fin juillet,
- fin août.

Holiesel - ROSENWILLER : SE 2024, secteurs du chronoventaire

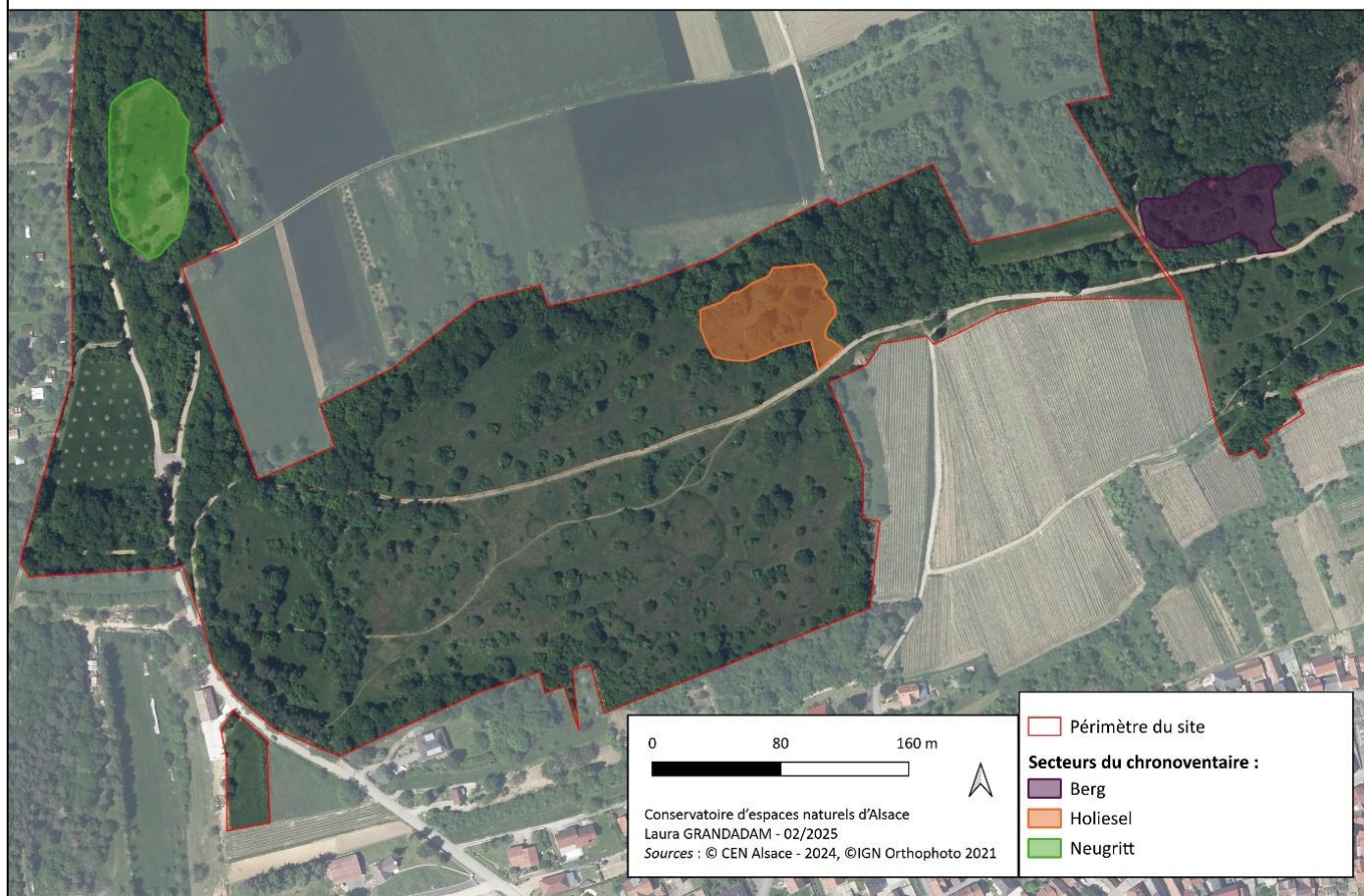


Figure 3. Localisation des secteurs de chronoventaire.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES

22 placettes de relevés phytosociologiques ont été réalisées. Les résultats de ces relevés ont permis de calculer plusieurs caractéristiques.

Plusieurs de ces caractéristiques sont obtenues grâce aux valences écologiques définies par Julve pour chaque espèce de la flore française. Ces indices sont tirés de la base de données BaseFlor réalisée par Julve (1998). Grâce à une moyenne pondérée par le recouvrement de chaque espèce d'un relevé phytosociologique, il est ainsi possible d'obtenir une valeur unique pour chaque placette.

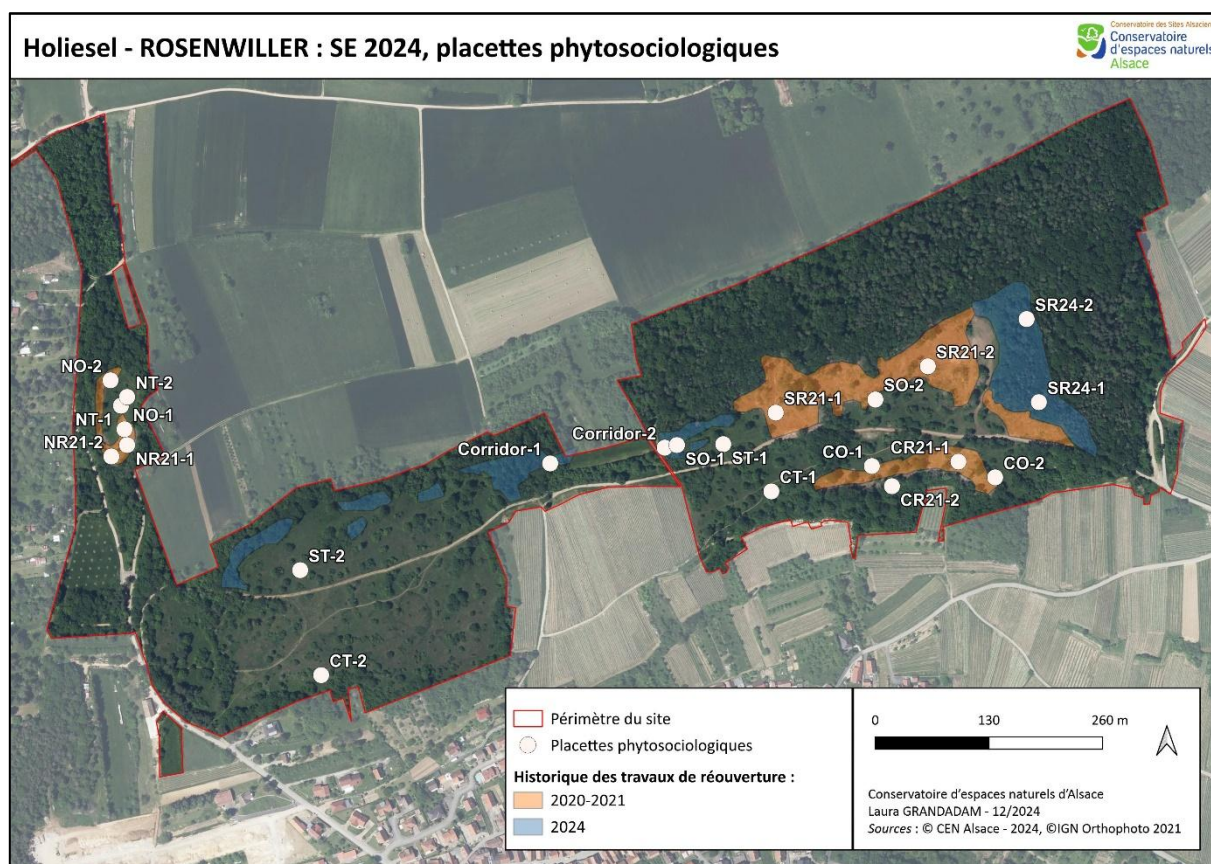


Figure 4. Localisation des 22 placettes phytosociologiques.

La diversité spécifique :

Le tableau ci-dessous recense les moyennes obtenues pour chaque type de zone échantillonnée.

Tableau 2. Moyennes de la diversité spécifique de chaque catégorie de placette phytosociologique.

	Pelouse témoin (T)	Ourlet de transition avant travaux (O)	Pelouse réouverte en 2021 (R21)	Pelouse réouverte en 2024 (R24)	Corridors
Coteaux (C)	38	47,5	46		
Secteur sommital (S)	34	43,5	41,5	21,5	24
Neugrütt (N)	38,5	47,5	35,5		

Il apparaît clairement que les zones les plus riches en espèces sont les zones anciennement en situation d'ourlet (CO, SO et NO). En effet, il s'agit d'un milieu de transition accueillant à la fois des espèces de lisières et des espèces de milieux ouverts.

Les zones réouvertes en 2024 sont les plus pauvres (R24 et Corridors), du fait de perturbations très récentes ayant détruit la végétation. Seules quelques espèces pionnières ou ayant échappé aux coupes et passages des engins peuvent s'exprimer quelques mois après ces perturbations.

Les zones réouvertes en 2021 présentent une diversité spécifique relativement élevée, parfois plus élevée que les pelouses témoins. Cette différence peut s'expliquer par une coexistence de plusieurs communautés végétales : les communautés de pelouses sèches se développant peu à peu au sein d'une communautés d'espèces pionnières et de friches. L'équilibre n'est pas encore établi et cette coexistence implique une plus grande diversité spécifique.

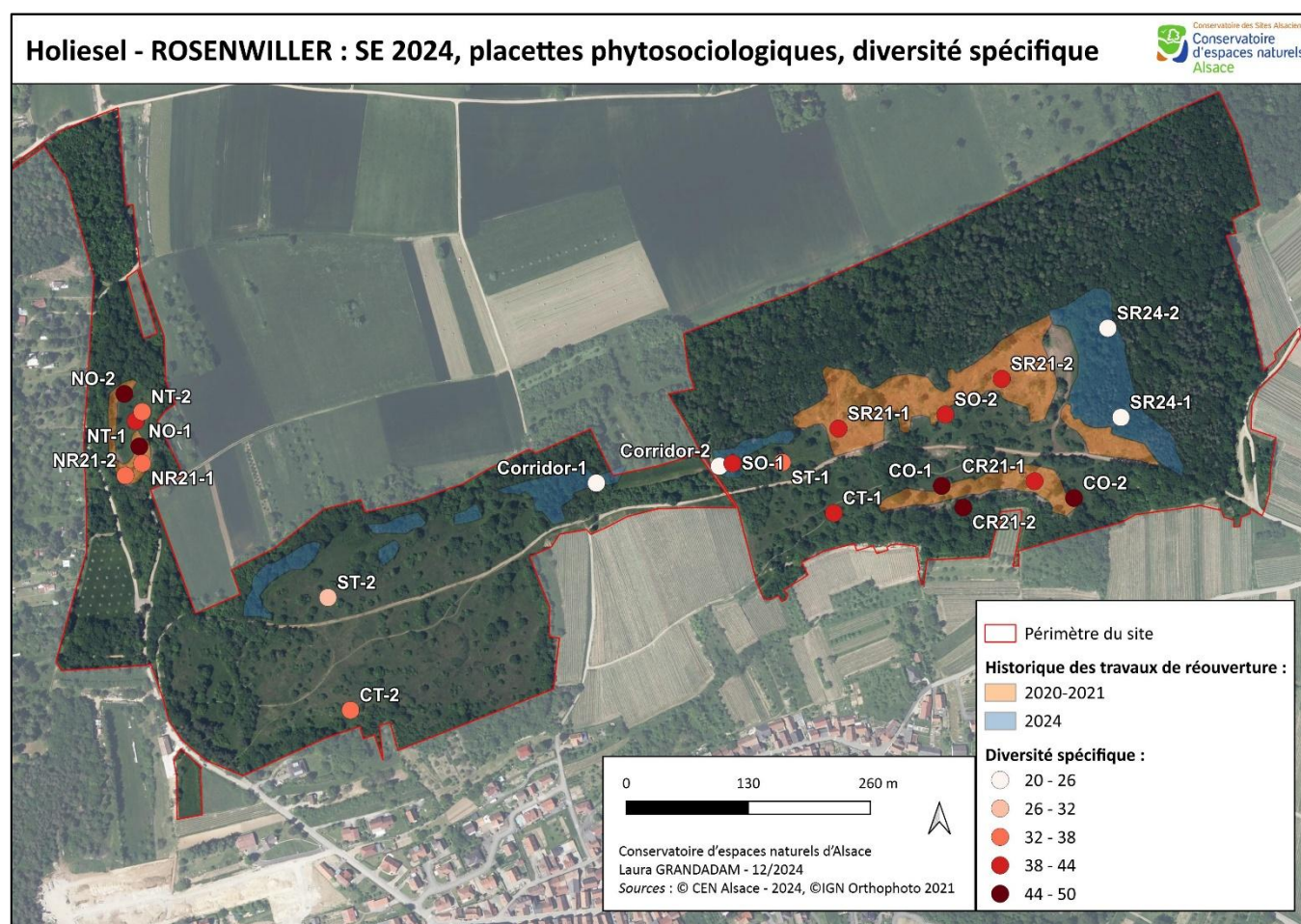


Figure 5. Cartographie de la diversité spécifique des placettes phytosociologiques.

La lumière :

Les valeurs obtenues par moyenne pondérée des valences de Julve s'étalent de 4,65 (espèces de mi-ombre) à 7,90 (espèce perhéliophile, c'est-à-dire nécessitant une bonne exposition à la lumière). Les placettes Corridor-1 et SR24-2 ont les valeurs les plus basses, ce qui s'explique par la présence d'espèces de milieux forestiers ayant été épargnées par les travaux récents de coupe.

Les placettes témoins et les ourlets se situent toutes dans des valeurs de pleine lumière à légèrement ombragé.

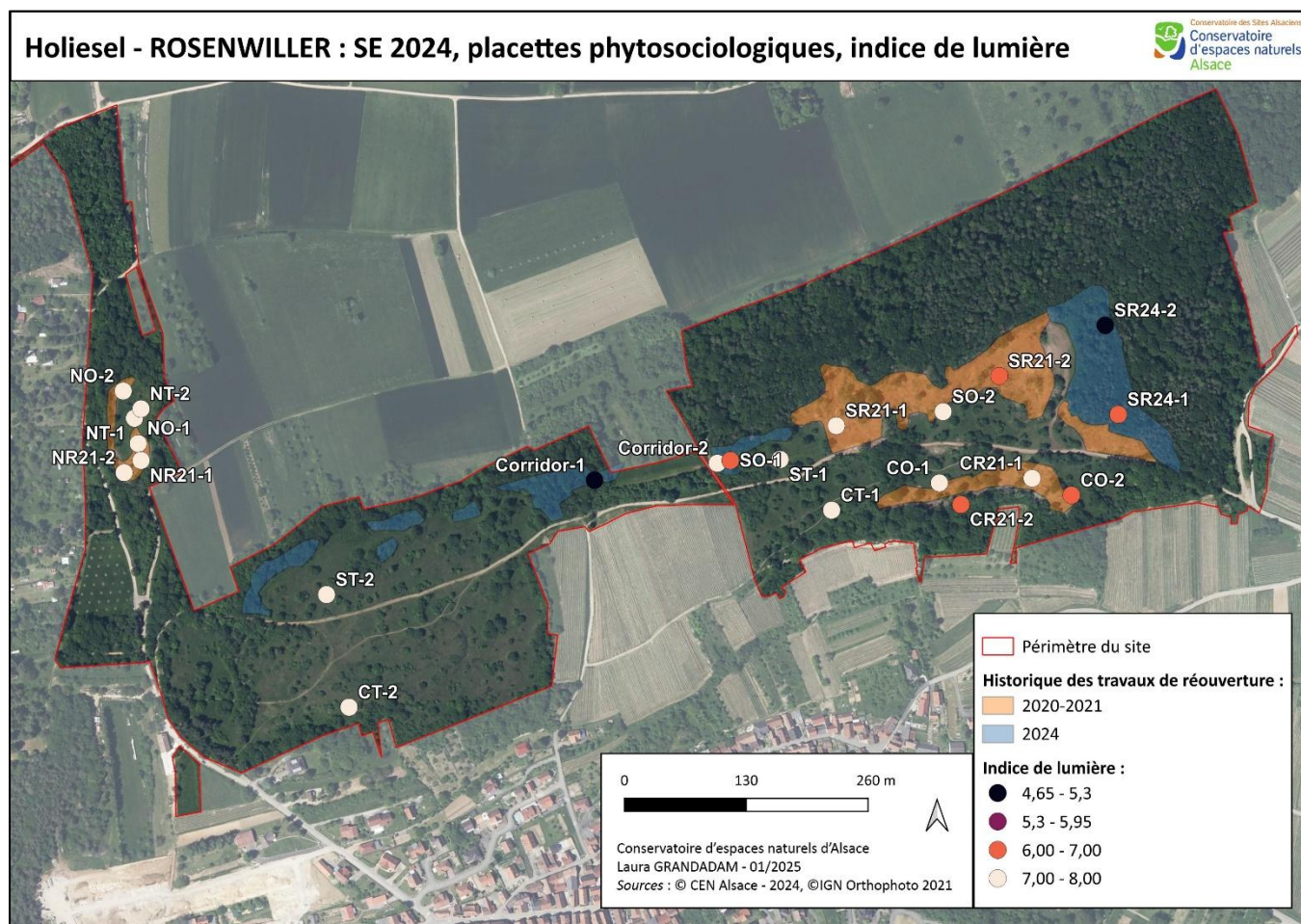


Figure 6. Cartographie de l'indice de lumière des placettes phytosociologiques.

La température :

Les valeurs des placettes se situent entre 5 (températures planitiaires) et 6 (températures planitiales thermophiles). Les valeurs les plus hautes se retrouvent sur Corridor-2 et SR24-1. Une explication possible est la brusque réapparition de conditions de pleine lumière sur un sol profondément perturbé et majoritairement nu (ce sont également les deux placettes avec le plus fort taux de sol nu), concentrant ainsi la chaleur et limitant l'implantation d'espèces intolérantes à celle-ci. Les coteaux et les zones sommitales sont, naturellement, plutôt thermophiles.

La température des placettes semble relativement homogène sur l'ensemble des placettes.

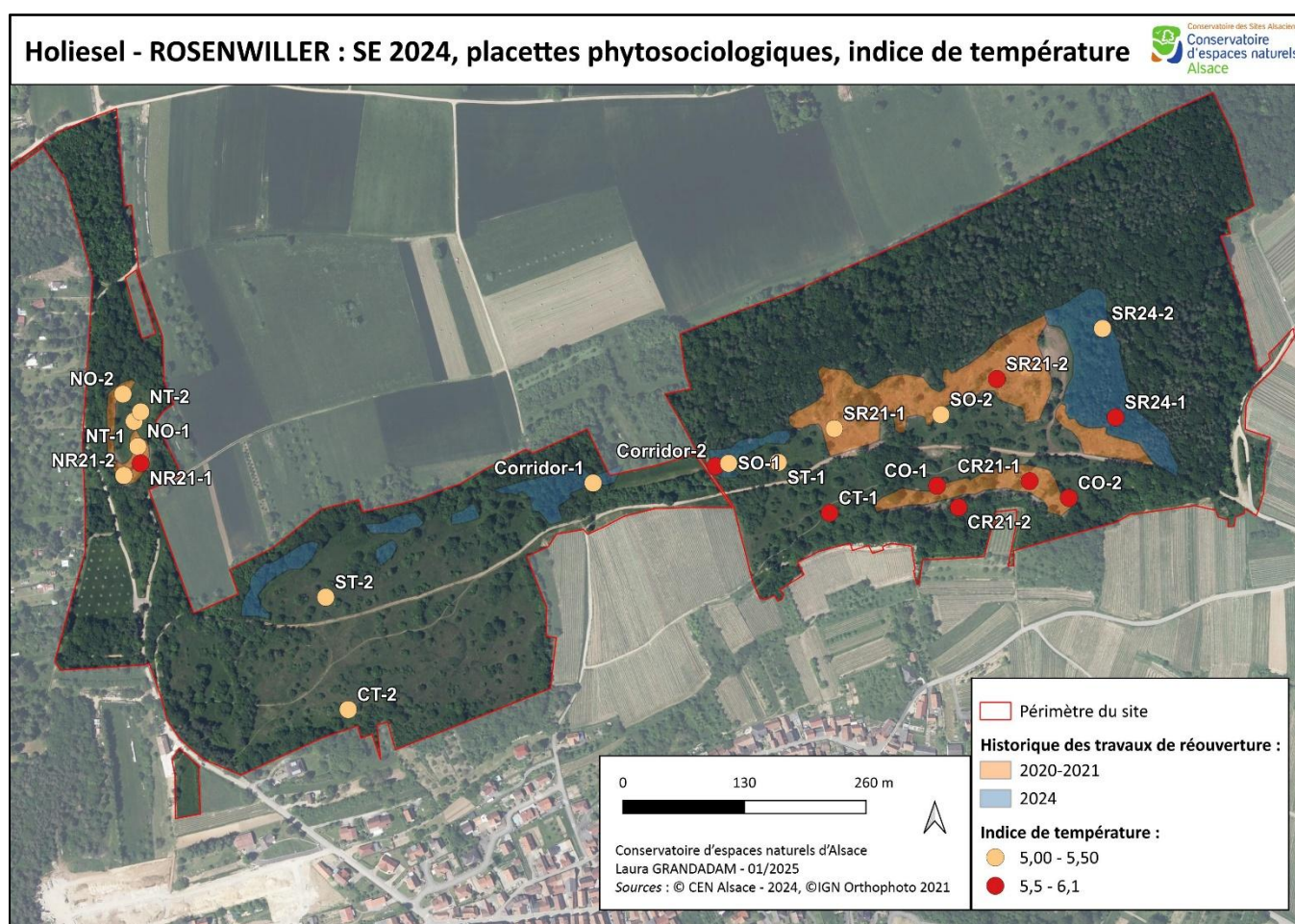


Figure 7. Cartographie de l'indice de température des placettes phytosociologiques.

L'humidité atmosphérique :

Les valeurs s'échelonnent de 3 (aéromésoxérophiles) à 5 (aéromésohydriques), les placettes sont donc toutes soumises à une humidité édaphique relativement faible. Les placettes à l'atmosphère la plus sèches sont, sans surprise, les placettes témoins des zones sommitales et des coteaux. Les placettes à l'atmosphère la plus humide correspondent aux deux placettes sommitales réouvertes en 2024 et à CR21-1. Pour les premières, il est probable que les changements récents ne soient pas encore distinguables dans la végétation résiduelle qui est majoritairement forestière. Sur le Neugritt, la différence entre les milieux initialement ouverts et les milieux réouverts en 2021 est nette : les premiers traduisant une atmosphère légèrement plus sèche que les seconds, ce qui peut s'expliquer par la proximité de la lisière pour ces placettes.

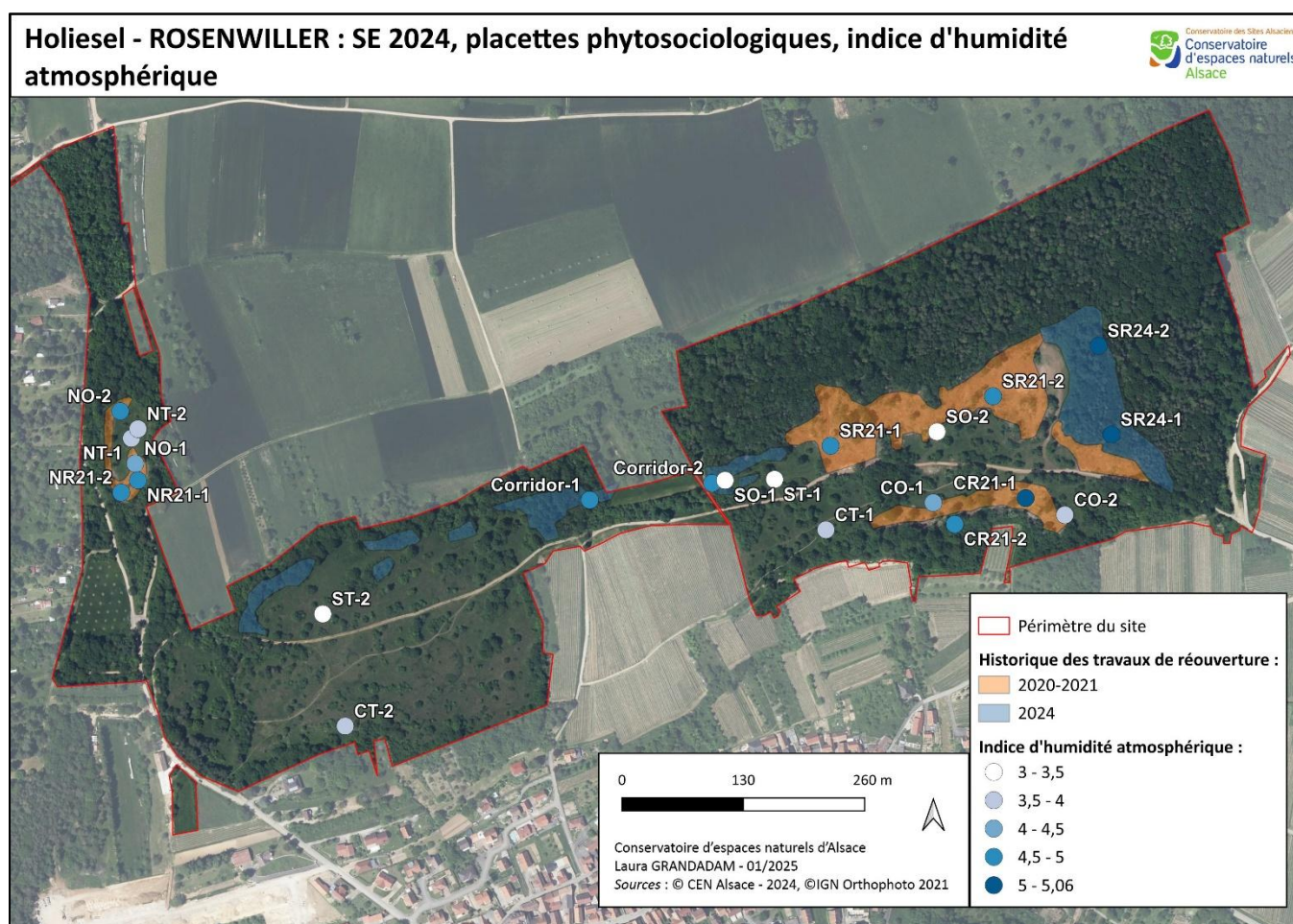


Figure 8. Cartographie de l'indice d'humidité atmosphérique des placettes phytosociologiques.

L'humidité édaphique :

Les valeurs de cet indice vont de 2 (perxérophiles, correspond aux plantes ayant développé des adaptations poussées à la sécheresse) à 4 (mésoxérophiles). Ici encore, l'ensemble des placettes correspond donc à des milieux moyennement secs à très secs. La seule placette s'approchant de conditions perxérophiles est la ST-1, pelouse historique en bon état de conservation à la végétation typique et située dans des conditions d'ensoleillement conséquent. Les placettes témoins des coteaux et parties sommitales présentent des indices d'humidité édaphique de conditions xérophiles. CT-1 est néanmoins plus humide, probablement du fait d'un environnement embuisonné à l'origine d'un ombrage et d'un microclimat plus frais (effet lisière). Les zones réouvertes en 2024 (SR24-1, SR24-2, Corridor-1, Corridor-2) ou proches des lisières du Neugritt (NR21-1, NR21-2, NO-1, NO-2) sont plus proches de conditions mésophiles. La présence résiduelle d'espèces de milieux forestiers pour les premiers, et le microclimat des lisières pour les seconds, peuvent expliquer ces valeurs. Il existe également une corrélation entre la profondeur du sol et l'humidité édaphique, Corridor-1, Corridor-2, NR21-1 et NR21-2 étant les quatre placettes avec une épaisseur de sol dépassant 25 cm, permettant un stockage plus important de l'eau et augmentant ainsi l'humidité édaphique.

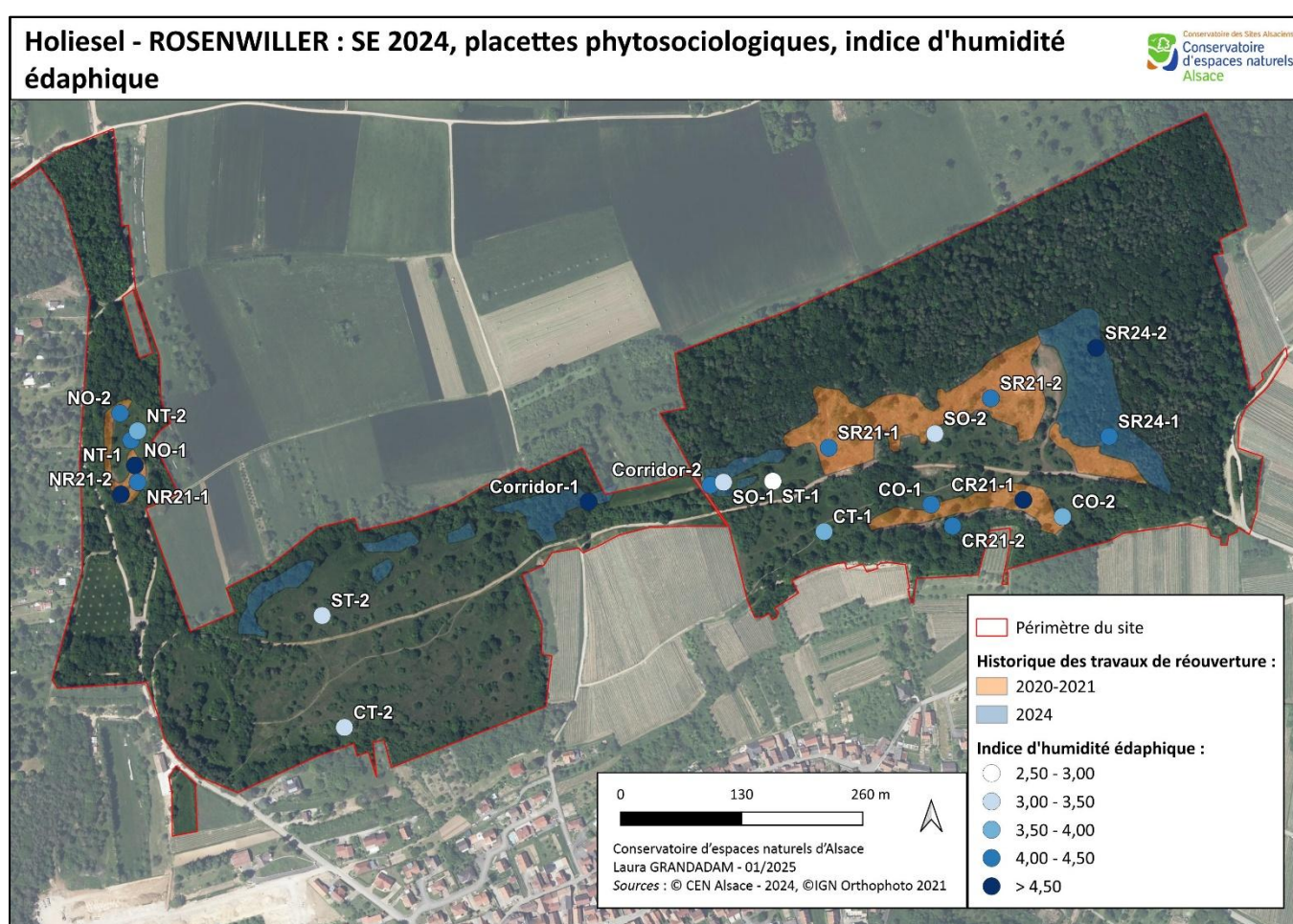


Figure 9. Cartographie de l'indice d'humidité édaphique des placettes phytosociologiques.

Nutriments :

Les placettes ont un spectre assez large pour l'indice de disponibilité en nutriments : de conditions très oligotrophes (2) à des conditions eutrophes (7). Les placettes les plus eutrophisées sont à nouveau NR21-1, NR21-2, Corridor-1, Corridor-2, SR21-1, CR21-1, SR24-2 et NO-1. A l'exception de NO-1, toutes les autres placettes étaient occupées il y a moins de trois ans par des milieux forestiers ou arbustifs, des milieux produisant une importante quantité de matière organique, décomposée et mise à disposition sous forme de nutriments dans l'humus de ces milieux. Il est donc logique de retrouver une importante disponibilité en nutriments sur ces placettes. A contrario, les placettes oligotrophes correspondent aux pelouses témoins en bon état de conservation et à certaines pelouses auparavant situées en conditions d'ourlets. Sur ces dernières, l'apport de matière organique des milieux forestiers proches a été compensé par la gestion des pelouses avec exportation de la matière organique, gestion qui permet également de maintenir des conditions oligotrophes sur les pelouses témoins.

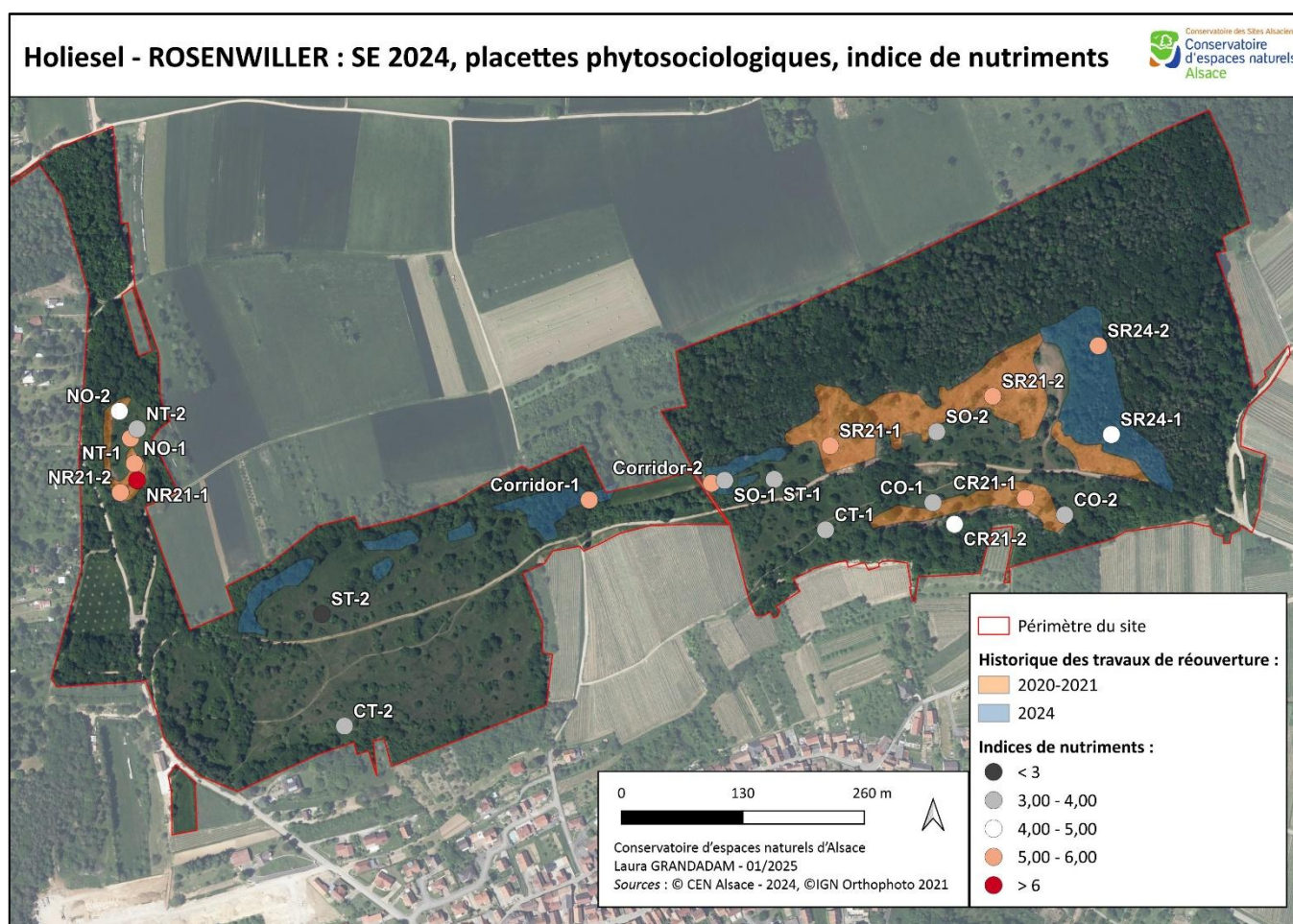


Figure 10. Cartographie de l'indice de nutriments des placettes phytosociologiques.

Sol nu :

Le pourcentage de sol nu a été évalué pour chaque placette. Ce paramètre s'échelonne de 0 % (zone entièrement recouverte par la végétation) à 85 %. La grande majorité des placettes présente un taux de sol nul inférieur à 10 %, pouvant être dû à la présence de rochers affleurants ou de zones ponctuellement perturbées. Les parcelles ayant subi des réouvertures récentes présentent évidemment des taux plus élevés, jusqu'à 85 % pour Corridor-2 et SR24-1, toutes deux réouvertes en 2024. La cicatrisation des placettes réouvertes en 2021 est particulièrement rapide en termes de développement de la végétation. La majorité sont en effet recouvertes par la végétation à plus de 90 % (cas de SR21-1, SR21-2, CR21-2, NR21-1...). CR21-1 et NR21-2 présentent une proportion légèrement plus importante de sol nu (15 %) mais la cicatrisation est toutefois en bonne voie.

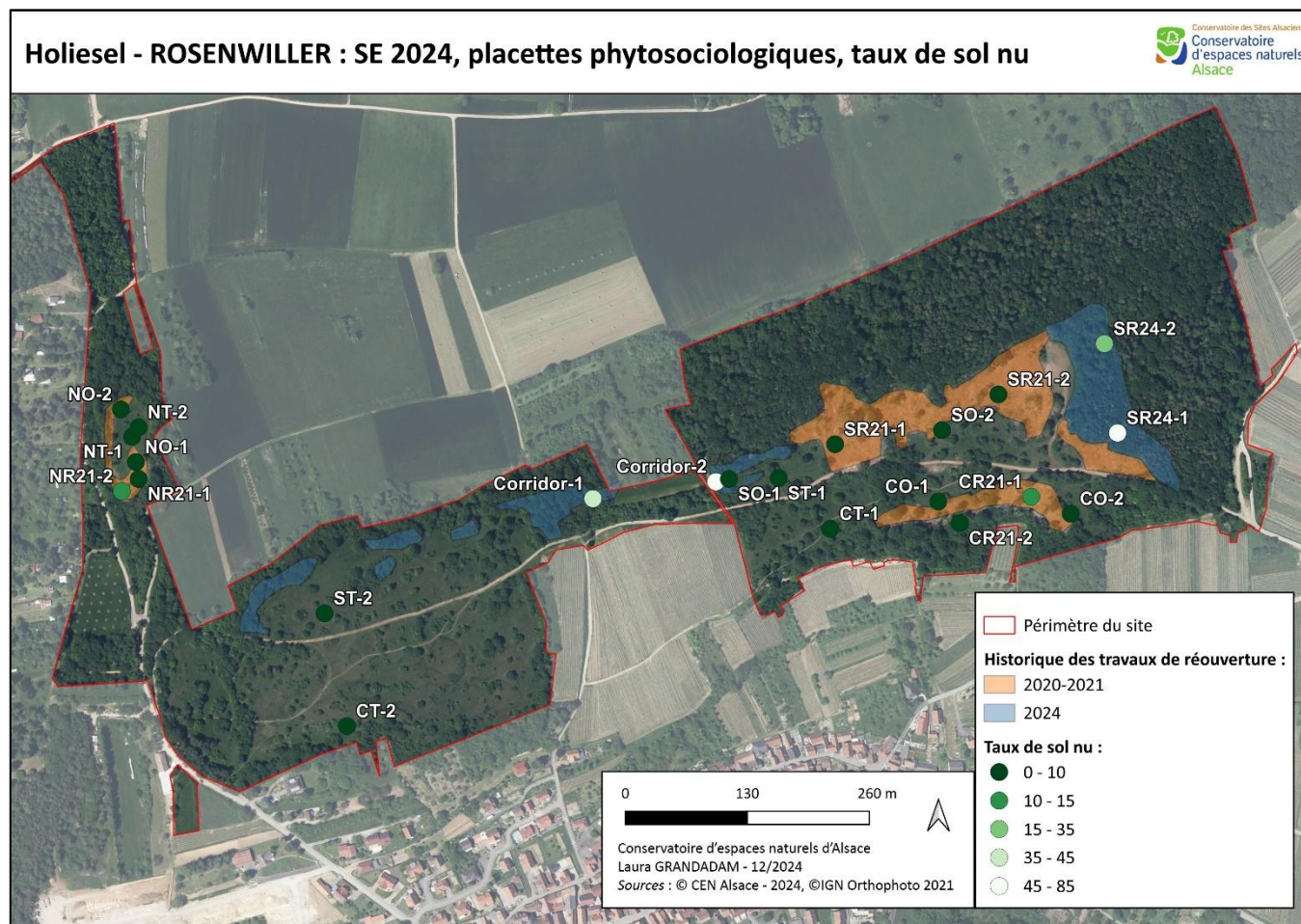


Figure 11. Cartographie des taux de sol nu édaphique des placettes phytosociologiques.

Proportions d'espèces pelousaires :

La base de données BaseFlor réalisée par Julve (1998) propose également, pour chaque espèce de la flore, une caractérisation écologique ou « habitat optimal ». Parmi ces caractérisations, on retrouve plusieurs types de pelouses.

Le pourcentage d'espèces pelousaires, c'est-à-dire dont l'optimum écologique correspond à une pelouse, a ainsi été déterminé pour chaque placette.

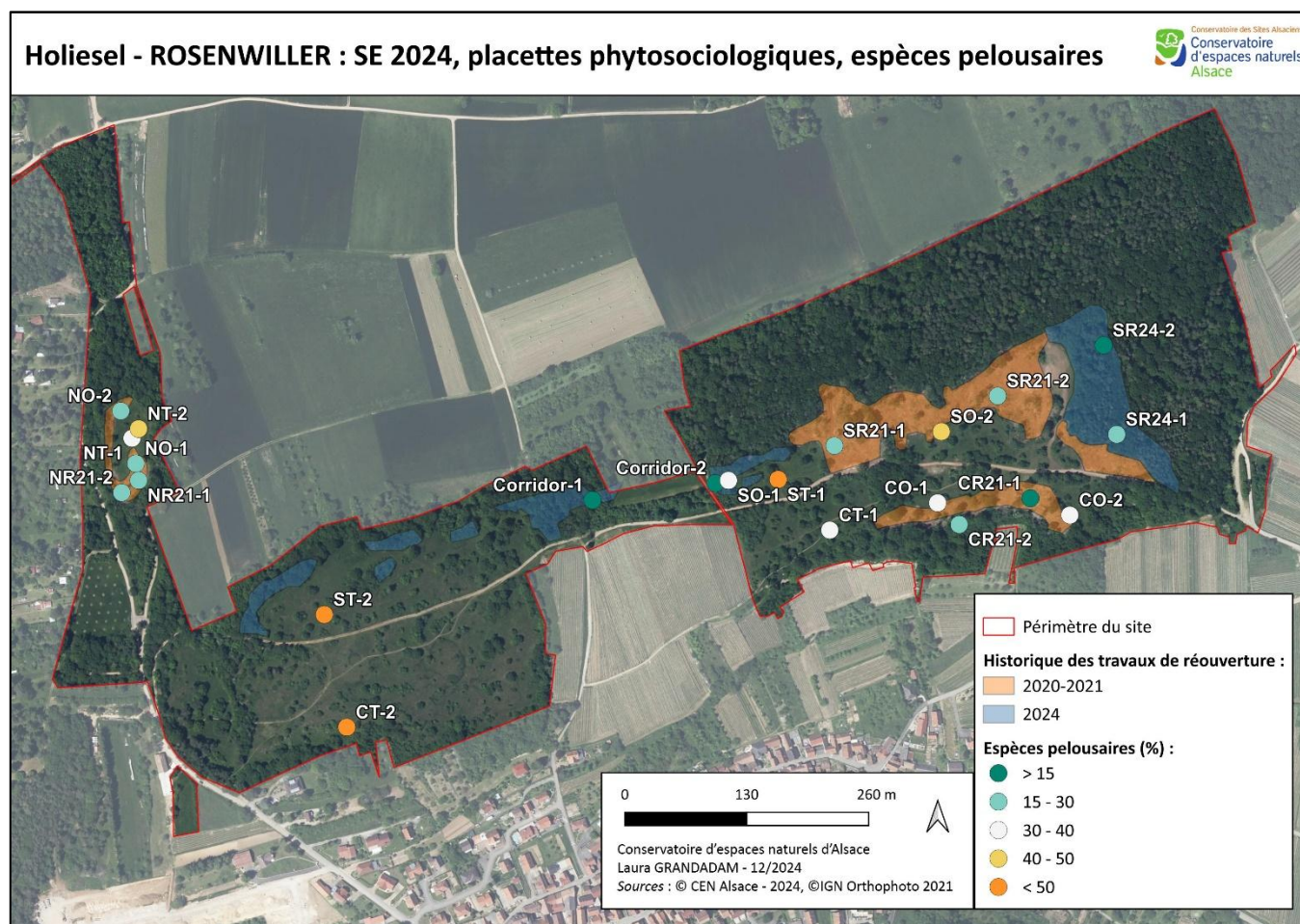


Figure 12. Cartographie des pourcentages d'espèces pelousaires des placettes phytosociologiques.

Les différentes pelouses témoins (ST-1, ST-2, CT-2) ont des proportions importantes d'espèces de pelouses avec plus de la moitié des espèces recensées. Leur choix en tant que placettes témoins est donc confirmé. NT-2 et CT-1 ont des proportions plus faibles qui peuvent s'expliquer par des conditions abiotiques moins favorables : exposition ouest et enclavement de la clairière du Neugrütt pour NT-2 et conditions ombragées avec un microclimat limitant la sécheresse édaphique et atmosphérique pour CT-1.

De façon logique, les placettes les moins pourvues en espèces pelousaires sont également les placettes réouvertes le plus récemment : SR24-2, Corridor-1 et Corridor-2. CR21-1 ressort également comme particulièrement peu riche en espèces pelousaires malgré les trois années passées depuis les travaux. Cet état de fait recoupe également d'autres constatations : sol nu encore relativement important, milieu méso-eutrophe et fortes humidités édaphique et atmosphérique. Ces conditions abiotiques sont relativement peu favorables à l'implantation d'espèces de pelouses.

Si les ourlets ont une importante diversité spécifique, la proportion d'espèces pelousaires est néanmoins plus réduite qu'ailleurs du fait d'une forte présence d'espèces de lisières.

Progression de l'objectif de restauration :

Pour chaque contexte (zone sommitale, coteaux ou Neugritt), deux placettes témoins ont été définies comme étant les habitats de pelouses ciblés pour les zones restaurées. Cela permet de définir un objectif réaliste au regard des conditions abiotiques différentes de chaque zone. Il serait en effet impossible de retrouver une pelouse similaire à celles des coteaux sur les zones réouvertes du Neugritt.

La végétation cible pour chaque secteur est ensuite caractérisée en fusionnant les listes d'espèces des deux placettes témoins de chaque secteur, puis chaque placette de ce secteur est comparée à cette liste, ce qui permet de définir un pourcentage de similarité. Plus ce pourcentage est élevé, plus la végétation de la placette se rapproche de la végétation cible et de l'objectif de restauration.

Pour les coteaux, seule la placette CT-2 a été utilisée pour constituer la liste de référence du fait de l'état de conservation plutôt dégradé de CT-1.

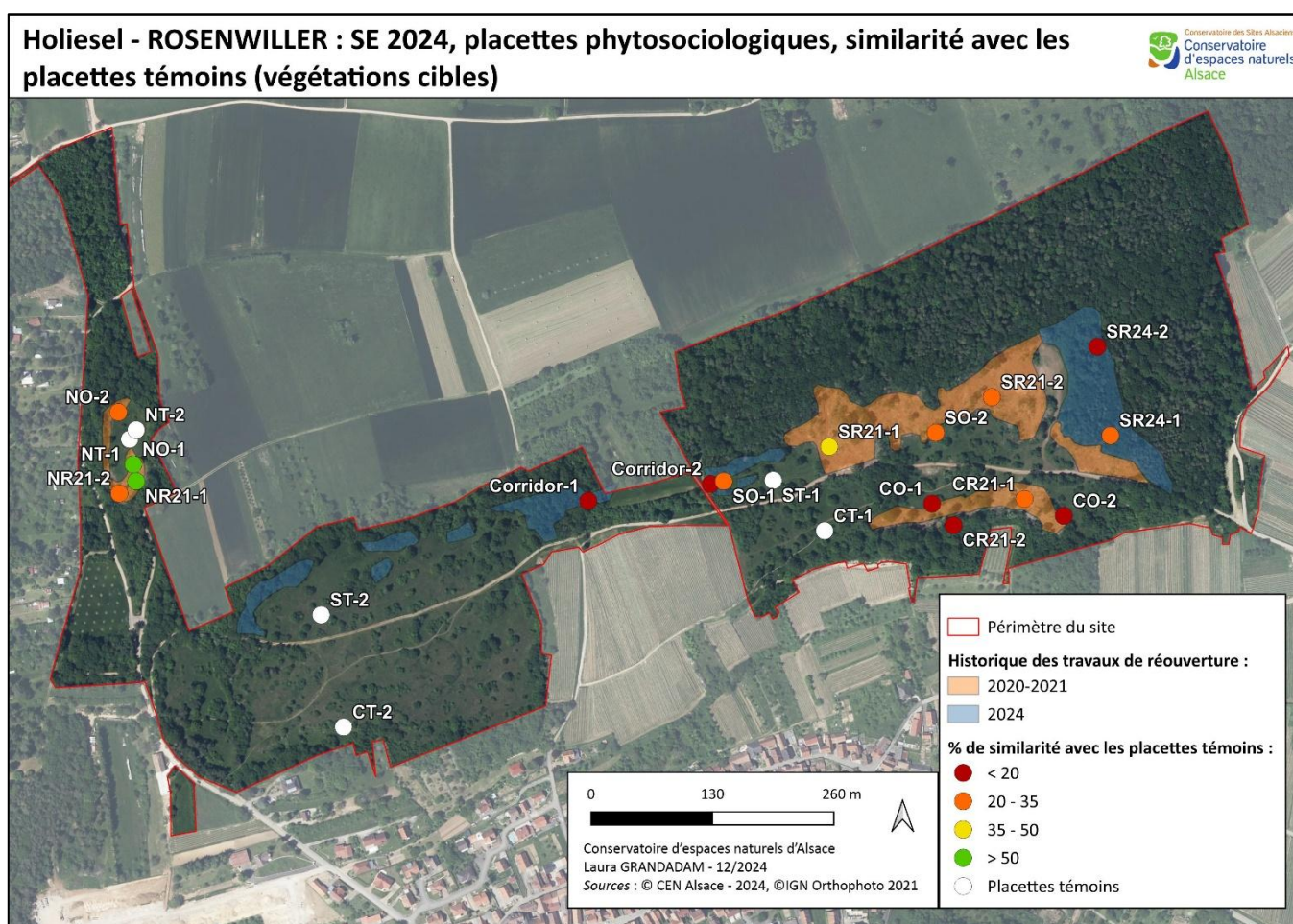


Figure 13. Cartographie des similarités entre placettes phytosociologiques témoins et placettes phytosociologiques suivies.

Dans les placettes les plus éloignées de l'objectif de restauration, nous retrouvons évidemment les parcelles restaurées le plus récemment, en 2024 : Corridor-1, Corridor-2, SR24-2 sont ainsi très éloignées de la végétation pelousaire ciblée. SR24-1 a déjà une similarité de 22 %.

Parmi les placettes restaurées plus tôt, il y a également des disparités. SR21-2 est ainsi particulièrement éloignée d'une végétation de pelouse (similarité de 22 %) et est constituée d'un mélange d'espèces d'ourlets, de friches et de milieux pionniers. La mise en place d'une gestion d'entretien (perturbations annuelles, exportation de la matière organique) devrait permettre d'orienter les successions végétales vers des espèces de pelouses en favorisant des espèces adaptées à ces conditions. SR21-1 a une similarité de 36 %, ce qui est particulièrement encourageant.

Les placettes de coteaux sont toutes très éloignées de l'objectif de restauration. Il est évident que les processus naturels nécessaires à l'installation d'une végétation du type de CT-2 nécessite un temps relativement long pour

s'installer sur des zones ayant été refermées. Le suivi de l'évolution de ces parcelles sur le long terme sera donc particulièrement intéressant.

D'autres placettes présentent, au contraire, une végétation proche de la végétation ciblée, notamment sur le Neugrütt. Cela peut s'expliquer par une végétation moins typique dans ce secteur, et donc un objectif plus facilement atteignable. NO-1 a ainsi une similarité de 66 % et NR21-1 une similarité de 52 %.

L'évaluation de la progression vers l'objectif doit considérer à la fois le pourcentage d'espèces pelousaires et la similarité avec les placettes témoins. Le suivi des paramètres abiotiques apporte, quant à lui, des informations sur les causes des éventuels décalages.

Conclusion :

Les relevés phytosociologiques permettent de mettre en lumière les différences biotiques de façon directe, et abiotique de façon indirecte, entre les placettes étudiées. Les placettes réouvertes en 2024 ont subi très récemment des modifications très brutales entre la destruction directe de la végétation puis un ensoleillement et un réchauffement marqué du sol majoritairement mis à nu. Cette double perturbation a provoqué la disparition de nombreuses espèces et seules quelques-unes se maintenaient lors des relevés. La végétation n'a pas encore eu le temps de s'adapter aux nouvelles conditions et n'est donc pas véritablement représentative des conditions abiotiques réelles.

SR21-1 semble être la placette avec la meilleure évolution au regard de l'habitat cible. Le suivi de son évolution pour les années à venir sera particulièrement intéressant.

L'analyse de ces résultats permet également de mettre en avant certaines corrélations. Ainsi, l'humidité édaphique semble corrélée à l'épaisseur du sol. Plus celui-ci est profond, plus ses capacités de stockage d'eau sont importantes et permettent de maintenir une humidité édaphique conséquente plus longtemps.

La richesse en nutriment semble corrélée à la présence récente de forêts ou de bosquets, dont le fonctionnement écologique implique la production massive de matière organique, puis sa décomposition et transformation en humus, enrichissant le sol.

2. RELEVES PEDOLOGIQUES

Les placettes présentes des sols bruns relativement similaires d'une épaisseur variable reposant sur des cailloux calcaires de diamètres variables. La placette CT-2 se distingue par la présence du socle de la roche mère, sans cailloux calcaires, ces derniers étant probablement facilement lessivés lors des précipitations du fait de la forte pente.

Les placettes des coteaux avec une pelouse historique présentent globalement des épaisseurs de sol réduites (moins de 15 cm d'épaisseur), ce qui s'explique par la pente qui augmente le lessivage et rend difficile l'accumulation de sol et la pédogénèse. Les placettes auparavant occupées par des milieux forestiers ou arbustifs présentent, a contrario, une épaisseur de sol parfois importante (plus de 25 cm). L'accumulation de matière organique et sa décomposition participent à l'évolution des sols squelettiques initiaux en sols bruns forestiers, dont l'épaisseur est bien plus importante que les sols squelettiques des milieux ouverts régulièrement perturbés.

La placette SR24-2 indique une faible profondeur mais cela s'explique par une impossibilité de continuer le relevé pédologique du fait de la présence de racines à proximité de la surface

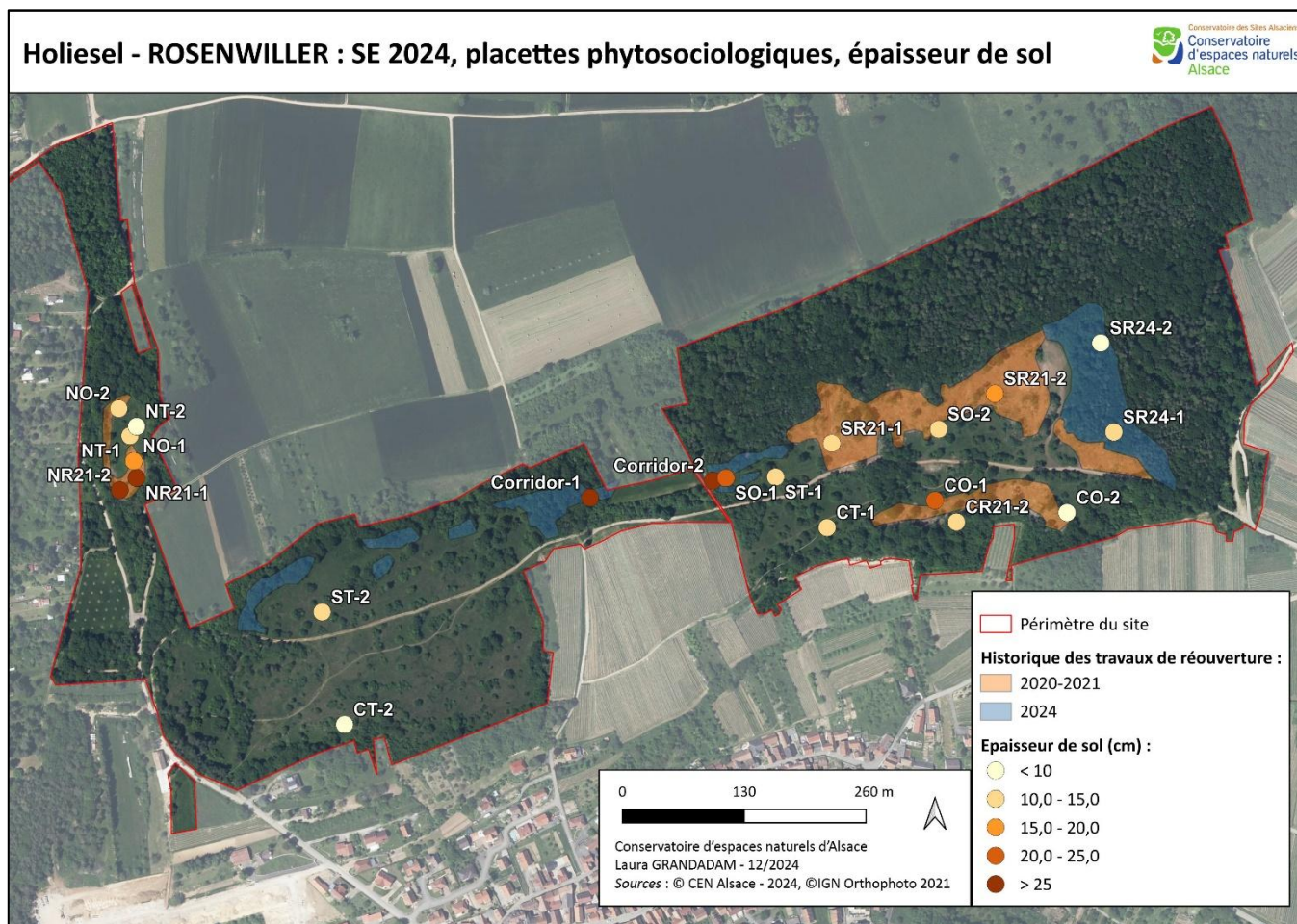


Figure 14. Cartographie de l'épaisseur du sol des placettes phytosociologiques.

3. SOL NU :


Le traitement des images drone a permis d'obtenir un état des lieux à la suite des travaux. La mise en œuvre d'une fauche avant les prises de vue a complexifié les calculs, l'herbe sèche se retrouvant classer aux côtés du sol nu. Les zones fauchées ont donc été retirées manuellement de la zone de traitement.

Les calculs permettent d'obtenir une surface de **4037,9 mètres carrés de sol nu**.

L'évolution de cette valeur permettra de suivre la vitesse de cicatrisation des pelouses sèches réouvertes.

ROSENWILLER - Holiesel : Cartographie du sol nu



 Détection de sol nu

0 80 160 m



Conservatoire d'espaces naturels d'Alsace

Laura GRANDADAM - 03/2025

Sources : © CEN Alsace 2024, © CEN Alsace 2024,
orthomosaïque drone

Figure 15. Résultat de la détection de sol nu sur l'ensemble du Berg.



Figure 16. Résultat de la détection de sol nu, zone ouest du Berg.

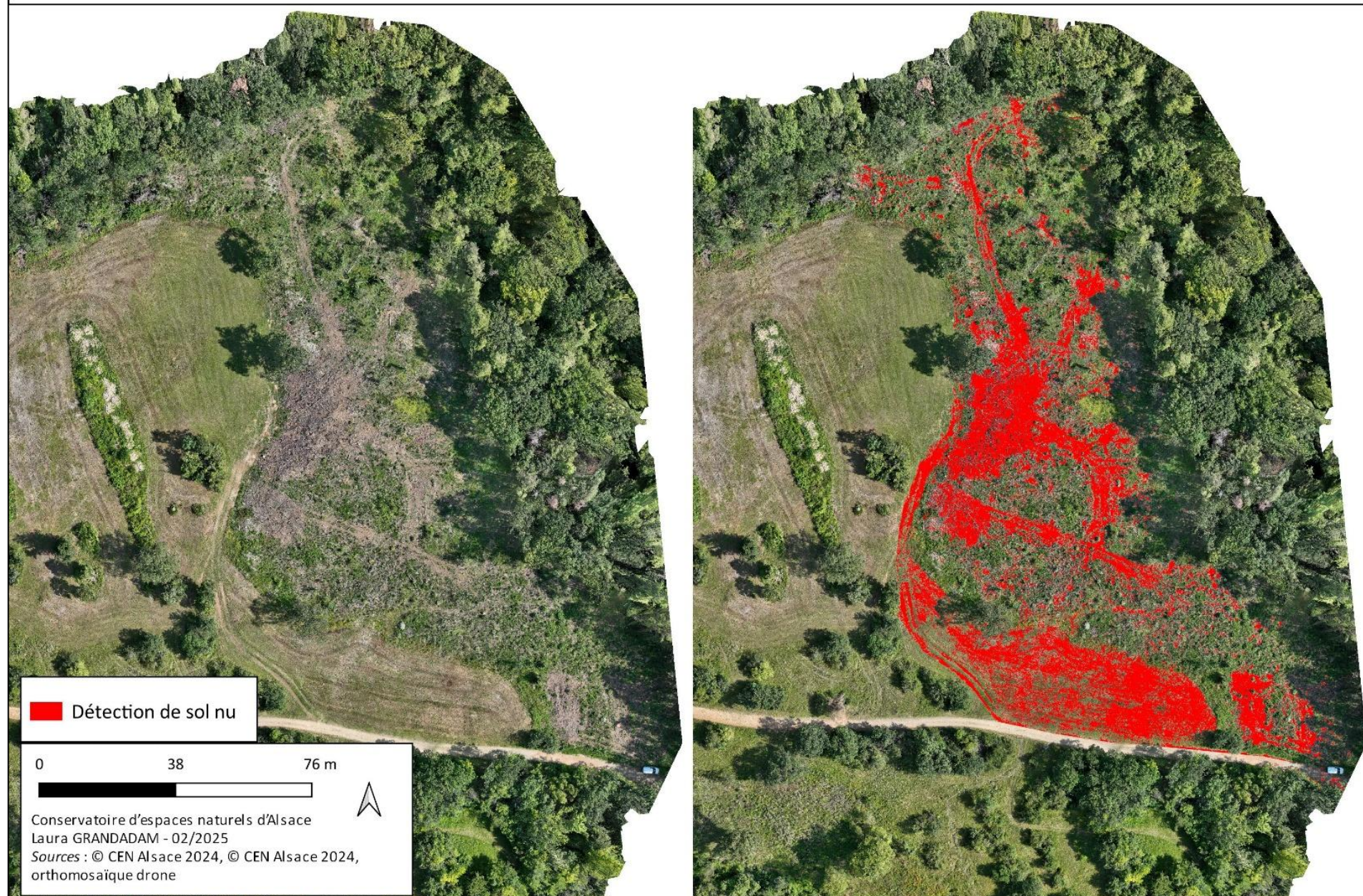


Figure 17. Résultat de la détection de sol nu, zone est du Berg.

4. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE :

L'état initial du suivi photographique des placettes permettra d'évaluer leur évolution visuelle et paysagère.

La comparaison entre les placettes témoins, les placettes d'anciens ourlets, les placettes réouvertes en 2020-21 et celles réouvertes en 2024 permettent d'ores et déjà d'apprécier l'évolution de la végétation et les objectifs à atteindre.



Figure 19. Placette NT-1, habitat témoin et cible pour la restauration des pelouses sèches du Neugritt.



Figure 18. Placette NO-1, secteur de pelouse auparavant en contexte d'ourlet sur le Neugritt dont l'aspect est relativement dense.



Figure 20. Placette NR21-1, état de la végétation trois ans après la réouverture.



Figure 24. Placette ST-2, pelouse témoin et cible pour les zones sommitales réouvertes.



Figure 23. Placette SR21-1 présentant une végétation de friche.



Figure 21. Placette SO-2 présentant une végétation d'ourlet en transition.



Figure 22. Placette SR24-2 dont la végétation éparsse témoigne d'une reprise des végétaux à la suite des travaux de réouverture.



Figure 26. Placette CT-2, pelouse témoin et cible pour les zones réouvertures sur les coteaux.



Figure 25. Placette CO-1 dont la végétation se rapproche de la pelouse témoin malgré une densité légèrement plus élevée.



Figure 27. Placette CR21-1 dont la végétation est en pleine évolution.

5. SUIVI DES POPULATIONS D'ESPECES CIBLES

Anémone pulsatile (*Pulsatilla vulgaris*) :

Les populations d'Anémone pulsatile (*Pulsatilla vulgaris*) sont très importantes sur les coteaux du Holiesel. La réouverture des coteaux du Berg offre donc de nouveaux milieux aux conditions favorables pour le (r)établissement d'une population de cette espèce. Il est en effet possible qu'elle ait été présente avant la fermeture des coteaux par abandon des pratiques agricoles.

Un comptage des individus a donc été réalisé sur les coteaux du Berg en mars 2024 et complété en mars 2025. Ce sont ainsi 45 pieds ou ensemble de pieds (lorsqu'ils n'étaient pas distinguables comme des individus séparés, désignés comme « touffes ») en 2024 et 41 en 2025 qui ont été comptabilisés sur ce secteur.

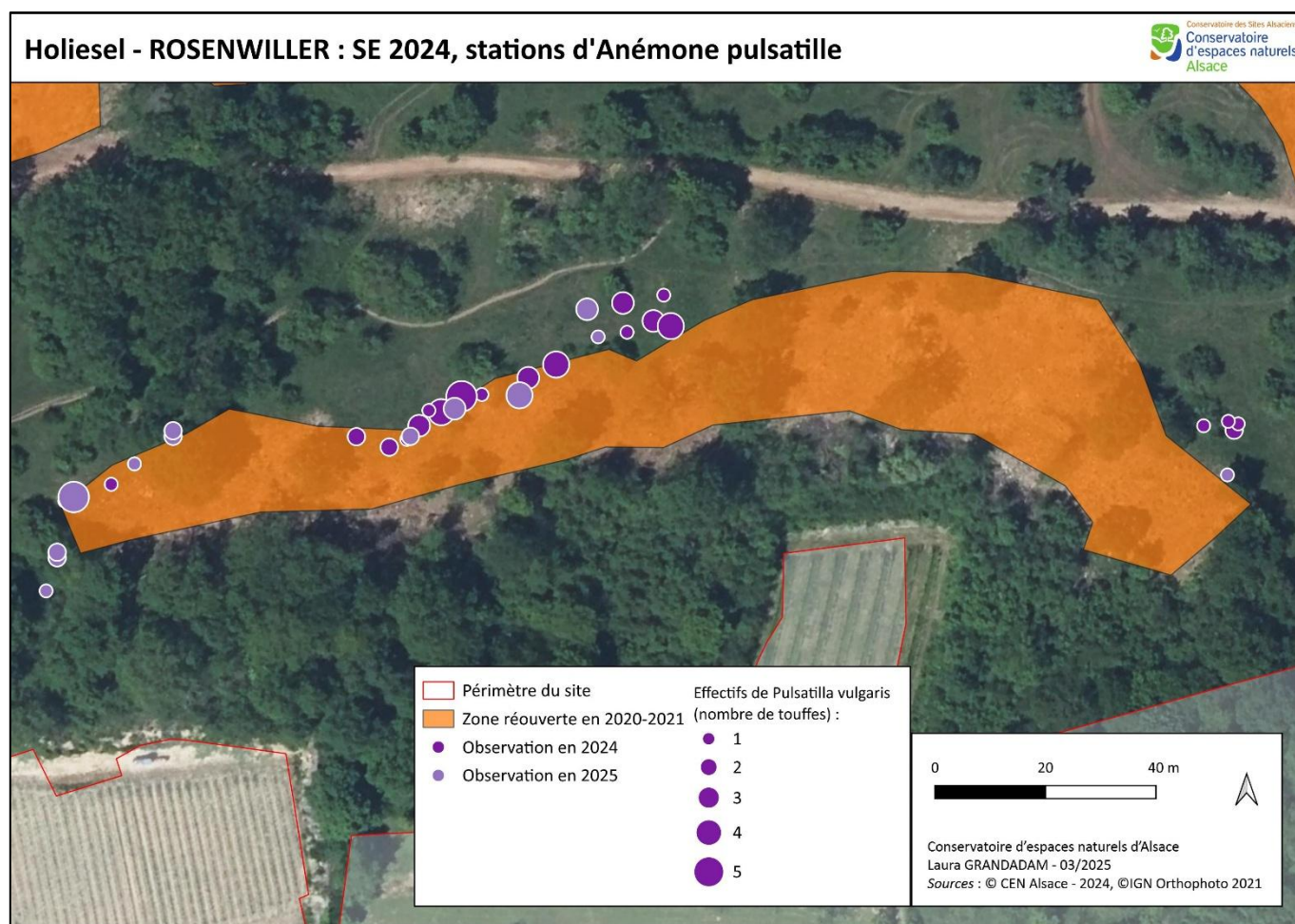


Figure 28. Localisation des individus d'Anémone pulsatile (*Pulsatilla vulgaris*) sur les coteaux du Berg.

La majorité de ces pieds sont situés sur la limite entre la zone réouverte et la pelouse initiale située à l'aplomb du coteau. Deux pieds sont toutefois présents de manière certaine au sein de la zone réouverte. Deux hypothèses peuvent être émises quant à leur origine :

- le développement de nouveaux pieds dans la zone réouverte suite à la reproduction sexuée d'un pied mère dont la graine aurait été déposée dans cette zone,
- le maintien de deux pieds au sein des fourrés depuis la fermeture des coteaux grâce à la présence d'une micro clairière rendant possible leur survie jusqu'au rétablissement de conditions favorables.

Lin à feuilles étroites (*Linum tenuifolium*) :

Le Lin à feuilles étroites (*Linum tenuifolium*) est une espèce très présente dans les secteurs avec un sol relativement perturbé (importante station de plus de 60 pieds à l'ouest, à proximité des vignes). Au total, 263 pieds ont été comptabilisés. Parmi eux, une station de sept pieds est située de façon certaine au sein de la zone de coteaux réouverte en 2020-2021. Les résultats des relevés phytosociologique tendant à montrer une teneur en nutriments moyenne à basse sur les coteaux, la présence pendant quelques décennies d'une fruticée n'ayant pas permis d'enrichir le sol de façon trop drastique. La pente à l'origine d'un important lessivage du sol peut également expliquer ce faible enrichissement. Le sol de la zone est donc relativement pauvre et semble convenir à l'installation de *Linum tenuifolium*, bien que l'espèce soit potentiellement à l'extrémité de son spectre de tolérance à l'eutrophisation des sols. L'évolution à venir de cette espèce sera particulièrement intéressante pour suivre le rétablissement de conditions oligotrophes sur les coteaux, conditions indispensables au rétablissement d'un habitat de pelouse typique.



Figure 30. Floraison de *Linum tenuifolium* sur la plus grande station du site. Photo : L. GRANDADAM, CEN Alsace, 2024.

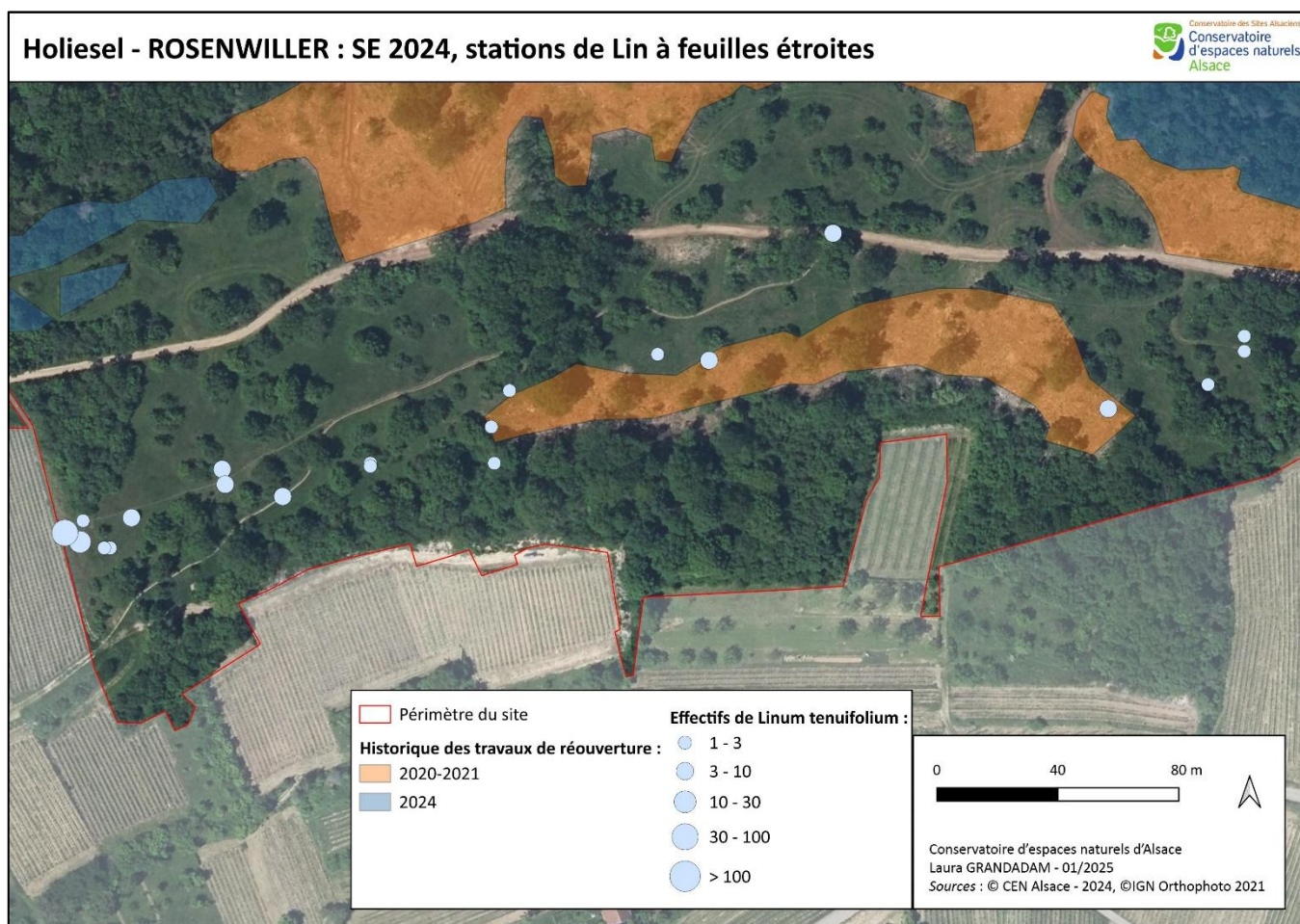


Figure 29. Localisation des individus de Lin à feuilles étroites (*Linum tenuifolium*) sur le Berg.

6. CHRONOVENTAIRE

L'ensemble des 12 chronoventaires a permis de dresser une liste de 25 espèces de rhopalocères et zygènes.

Tableau 3. Liste des espèces contactées dans le cadre des chronoventaires.

Nom latin	Nom commun	LRA	LRF	ZNIEFF	Berg	Holiesel	Neugritt
<i>Argynnis paphia</i>	Tabac d'Espagne	LC	LC		X		
<i>Boloria dia</i>	Petite violette	LC	LC			X	X
<i>Brintesia circe</i>	Silène	NT	LC	10	X	X	X
<i>Coenonympha arcania</i>	Céphale	NT	LC	5		X	
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Fadet commun	LC	LC		X	X	X
<i>Colias crocea</i>	Souci	LC	LC				X
<i>Colias hyale/alfacariensis</i>	Soufré / Fluoré	LC	LC	0 / 5	X		X
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Citron	LC	LC		X	X	
<i>Issoria lathonia</i>	Petit Nacré	LC	LC		X	X	
<i>Lasiommata megera</i>	Mégère	LC	LC				X
<i>Leptidea sinapis</i>	Piérade de la Moutarde	LC	LC			X	
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil	LC	LC		X	X	X
<i>Melanargia galathea</i>	Demi-Deuil	LC	LC		X	X	X
<i>Ochlodes sylvanus</i>	Sylvaine	LC	LC		X	X	
<i>Pieris brassicae</i>	Piérade du Chou	LC	LC		X	X	
<i>Pieris napi</i>	Piérade du Navet	LC	LC		X		
<i>Pieris rapae</i>	Piérade de la Rave	LC	LC				X
<i>Plebejus argyrognomon</i>	Azuré des Coronilles	LC	LC	5	X		
<i>Polyommatus icarus</i>	Azuré commun	LC	LC		X	X	X
<i>Pyronia tithonus</i>	Amaryllis	LC	LC		X	X	
<i>Thymelicus lineola</i>	Hespérie du Dactyle	LC	LC			X	
<i>Thymelicus sylvestris</i>	Hespérie de la Houque	LC	LC		X		
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	LC	LC			X	X
<i>Zygaena filipendulae</i>	Zygène de la filipendule	LC			X	X	X
<i>Zygaena loti</i>	Zygène du Lotier	NT		5	X		
					17	16	12

On y retrouve des espèces de milieux ouverts comme *Boloria dia*, *Coenonympha pamphilus*, *Colias crocea*... voire certaines espèces liées aux pelouses sèches comme *Coenonympha arcania*, *Lasiommata megera* ou *Brintesia circe*. La présence de lisières et de bosquets permet également la présence d'espèces liées aux milieux arbustifs et arborés comme *Ochlodes sylvanus*, *Gonepteryx rhamni*, *Argynnis paphia*...

Le Berg est le secteur avec la plus grande diversité spécifique avec 17 espèces, suivi de près par le Holiesel avec 16 espèces. Le Neugritt est moins diversifié avec seulement 12 espèces au total. Cette diversité moindre peut s'expliquer par une faible disponibilité florale lors des deux dernières sessions à la suite de la fauche de la totalité du secteur, et par son enclavement qui limite le passage d'espèces en provenance d'autres milieux.

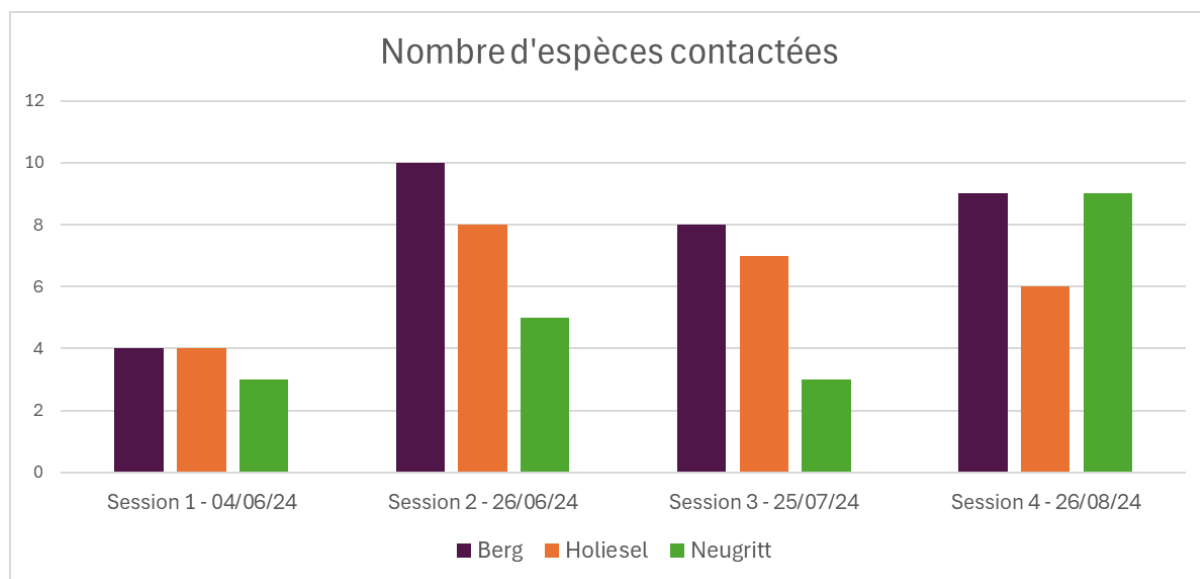


Figure 31. Comptabilisation des espèces observées pour chaque secteur et pour chaque session de chronoventaire.

CONCLUSIONS

Pour rappel, les questions ayant structuré ce suivi sont les suivantes :

1. Comment évolue la cicatrisation de la zone réouverte ?
2. Quels sont les stades d'évolution spontanée de la végétation ?
3. Comment évolue la colonisation de la zone réouverte par des espèces végétales typiques ou patrimoniales ?
4. Quelles sont les différences abiotiques fondamentales entre les différentes zones (trophie, ensoleillement...) ?
5. Quels sont les impacts des travaux sur les pelouses auparavant enclavées ?
6. Les corridors nouvellement créés sont-ils efficaces ? Pour toutes les espèces ?

Entre une à trois années à la suite des travaux, il est possible de répondre partiellement à plusieurs de ces questions.

1. La **cicatrisation de la zone réouverte s'avère être relativement rapide** : les placettes ayant été réouvertes il y a trois ans présentent toutes un recouvrement végétal de plus de 90 %. Les zones réouvertes récemment montrent un fort taux de sol nu qu'il conviendra de suivre dans les années à venir pour apprécier leur cicatrisation.
2. Les premiers stades d'évolution spontanée de la végétation sont des associations pionnières de friches, d'ourlets ou forestières. Les espèces présentes sont héritées de l'habitat précédent (forêt ou fourré). Il s'agit des plantes ayant survécu aux coupes ou ayant rejeté à partir d'organes végétaux laissés sur place. La reprise des ligneux et le broyage influencent fortement la végétation, qui s'oriente alors dans un second temps vers des communautés rudérales, commensales, de friches et de prairies. L'influence du microclimat se ressent avec l'apparition d'espèces mésophiles à xérophiles.
3. La colonisation des zones nouvellement réouvertes par des espèces pelousaires est constatée au bout de trois années suivant les travaux. Concernant les espèces patrimoniales, l'installation de pieds dans les secteurs réouverts est constatée bien que leur origine (nouveaux individus issus de la dispersion de graines, individus ayant survécu au sein des milieux arbustifs) ne soit pas certaine.
4. Les différences abiotiques étant calculées à partir des espèces végétales observées, il est difficile de tirer des conclusions sur des zones ayant été perturbées si récemment. En effet, ce ne sont probablement pas les éléments abiotiques (ou minoritairement seulement) qui expliquent la présence de ces espèces, mais bien les habitats précédents et la gestion mise en œuvre. La réponse à cette question nécessite un temps plus long, afin de s'assurer que l'expression de la végétation reflète majoritairement celle des conditions abiotiques.
5. L'analyse de l'évolution de la végétation est à réaliser sur un pas de temps plus long, permettant notamment d'observer les tendances d'apparition / disparition d'espèces.
6. L'état initial des espèces (flore et lépidoptères) présentes de part et d'autre du corridor sont une première étape de réponse à cette question. L'analyse des inventaires à venir permettra une analyse et une interprétation plus approfondies.

Les travaux présentés dans ce document ont principalement permis de décrire un état initial à la suite des travaux de restauration des pelouses sèches. La reconduction de tels protocoles permettra de répondre plus finement aux questions posées, de comparer l'évolution des communautés étudiées et d'évaluer la progression vers l'objectif de restauration fixé.