

- Fiche Espèces -

L'Azuré des paluds et l'Azuré de la sanguisorbe

2. AZURE DES PALUDS

(*Maculinea nausithous*)



Photo : L. DIETRICH

1. AZURE DE LA SANGUISORBE

(*Maculinea teleius*)



Photo : L. DIETRICH

Classification :

Phylum : *Arthropoda*
Subphylum : *Hexapoda*
Classe : *Insecta*
Ordre : *Lepidoptera*
Sous- ordre : *Rhopalocera*
Superfamille : *Papilionidae*
Famille : *Lycaenidae*
Genre : *Maculinea*

Compte tenu des similitudes du cycle biologique, de l'habitat et des aspects de conservation, les deux espèces de *Maculinea* font l'objet d'une seule fiche pour faciliter la lecture des documents et la compréhension de la problématique de conservation des espèces.

1. Statuts réglementaires et listes rouges

1.1 : Statuts réglementaires

		Azuré des paluds	Azuré de la sanguisorbe
Monde	Convention de Washington		
Europe	Directive Habitats ¹	Annexe II et IV	Annexe II et IV
	Convention de Berne (1979) ²	Annexe II	Annexe II*
France	Arrêté ministériel du 22 juillet 1993 ³	Art. 1	Art. 1

1 Directive 97/62/CEE du Conseil du 27 octobre 1997 portant adaptation au progrès technique et scientifique de la Directive 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et de la flore sauvages.

2 Convention de Berne du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (JORF du 28/08/1990 et du 20/08/1996), * priorité pour l'élaboration de plans d'actions nationaux.

3 Arrêté du 22 juillet 1993 fixant la liste des insectes protégés sur le territoire national (J.O. du 24 Septembre 1993).

1.2 : Mentions sur les listes rouges

	Azuré des paluds	Azuré de la sanguisorbe
Monde (UICN)	Faible risque, espèce quasi menacée	Faible risque, espèce quasi menacée
France¹	En danger	En danger
Alsace²	En déclin	Vulnérable

1 Inventaire de la faune menacée en France, le Livre rouge. Nathan, MNHN, WWF France, 1994.

2 Liste rouge des papillons diurnes en Alsace in ODONAT (coord.), 2003. Les listes rouges de la nature menacée en Alsace. Collection Conservation Strasbourg. 479 p.

Les deux espèces font l'objet d'un plan d'action européen édité en 1999 par le Conseil de l'Europe au titre de la Convention de Bern (MUNGUIRA M.-L. & MARTÍN J., 1999).

L'Azuré des paluds et l'Azuré de la sanguisorbe sont mentionnés dans la catégorie A en priorité 2 du Programme national 2001-2004 pour la conservation des lépidoptères diurnes de l'OPIE (Office pour l'Insecte et son Environnement) (DUPONT, 2000). Catégorie A = Espèces dont l'habitat est menacé dans l'ensemble de leur aire de répartition.

2. Biologie et écologie

2.1 : Description

1°- L'Azuré des paluds

Envergure (aile antérieure) : 17 -18 mm

➤ Dessus :

Mâle : Le dessus des ailes est bleu moyen avec une large bordure distale brun foncé. Des points noirs sont apparents dans l'aire post-discale. La frange est beige.

Femelle : Le dessus est entièrement et uniformément brun foncé avec la frange beige. Parfois, une légère teinte bleutée est apparente à la base des ailes.

Les patterns alaires du dessus ne s'observe que très rarement sur des individus vivants. L'espèce se tient presque toujours avec les ailes refermées à la verticale.

➤ **Dessous :**

Similaire chez les deux sexes, la couleur de fond est uniformément brun chocolat ou brun cannelle. Cette coloration est caractéristique et permet de repérer facilement l'espèce.

Le seul motif du dessous de l'aile est une rangée de points cernés de beige dans l'aire post discale. Ces deux critères permettent d'identifier l'espèce avec certitude.

2°- L'Azuré de la sanguisorbe

Envergure (aile antérieure) : 16 -20 mm

➤ **Dessus :**

Mâle : Le dessus des ailes est bleu clair avec une bordure submarginale brun-noirâtre, les nervures sombres sont apparentes. Sur les deux ailes, une série de points noirs postdiscaux et une tache noire dans l'espace discoïdal sont caractéristiques. Posé, les ailes sont généralement fermées si bien que les points noirs du dessus sont assez difficiles à observer. Le vol, qui semble malhabile, est assez caractéristique, la coloration bleue est visible

Femelle : Comparable au mâle avec une bordure submarginale plus large englobant presque les points postdiscaux un peu plus gros. Le bleu est plus foncé.

➤ **Dessous :**

Similaire chez les deux sexes, la coloration est gris-brun clair avec deux rangées de points cernés de blanc dans les aires postdiscale et submarginale.

2.2 : Confusion possible

L'Azuré des paluds et l'Azuré de la sanguisorbe sont des espèces facilement identifiables et qui s'observent généralement dans de bonnes conditions du fait qu'elles se déplacent assez peu et se tiennent souvent sur les fleurs de Sanguisorbe. L'Azuré de la sanguisorbe diffère de l'Azuré des paluds principalement par la différence de teinte du dessous des ailes et la présence de deux rangées de points au lieu d'une chez l'Azuré des paluds.

Cependant, dans les habitats similaires, les espèces peuvent être confondues par un observateur non expérimenté avec d'autres espèces de lépidoptères :

➤ **- le Demi-Argus (Cyaniris semiargus) :**

Par rapport à l'Azuré des paluds : assez ressemblant ; dessus bleu sombre à brun sans points ; dessous, également une seule rangée de points mais couleur de fond gris-brun clair et présence d'une tache au sommet de la cellule ;

Par rapport à l'Azuré de la sanguisorbe : assez ressemblant ; dessus bleu sombre à brun sans points ; coloration du dessous comparable à *Maculinea telejus* mais une seule rangée de points.

➤ **- l'Azuré des mouillères (Maculinea alcon) :** Plante hôte = Gentiane pneumonanthe.

Par rapport à l'Azuré des paluds : différent, ressemble davantage à *Maculinea telejus* ; très rare en Alsace ; chez le mâle, dessus bleu presque uni et sans points apparents. Sur le dessous (brun clair), deux rangées de points ; plante hôte = Gentiane pneumonanthe ;

Par rapport à l'Azuré de la sanguisorbe : très ressemblant mais très rare en Alsace ; chez le mâle, dessus bleu presque uni et sans points apparents ; le dessous est presque identique. Le point noir de l'espace 2 de l'aile antérieure est proche de la tâche discale.

➤ - **l'Azuré des nerpruns (*Celastrina argiolus*)**

Par rapport aux deux espèces de *Maculinea* : espèce assez différente ; espèce de lisière qui vole souvent assez haut ; dessus bleu bordé de noir sans points ; dessous blanc bleuté à ponctuation anguleuse noire très fine ;

2.3 : Cycle biologique et période de vol

1°- Période de vol

Les deux espèces sont monovoltines, c'est-à-dire qu'une seule génération d'imago (adulte volant) émerge par an. La période de vol, comprise entre fin juin et début septembre, est variable selon les années et les stations. En Alsace, les premières émergences ont lieu entre la fin juin et le début du mois de juillet. Dans le Ried, les émergences débutent habituellement dans la première quinzaine de juillet. Pour les sites les plus suivis, l'émergence plus précoce d'une espèce par rapport à l'autre n'a pas vraiment été constatée.

La période de vol dure environ 6 semaines et se poursuit jusqu'à mi-août ou fin août, exceptionnellement jusqu'à début septembre. La durée de vie des imagos est de l'ordre de 5 jours. Dans le Ried, le pic d'émergence des espèces se produit généralement vers la fin du mois de juillet ou au début du mois d'août selon les années et les sites. Les espèces peuvent alors être présentes en densité importante (p.e. 50 à 100 imagos sur 1 ou 2 ha de prairie) sur quelques rares stations connues (Rossfeld, Huttenheim ...).

Pour l'Azuré de la sanguisorbe, l'hygrométrie du sol est un facteur important pour la période de vol dans une même région. Des observations ont montré qu'un décalage d'une quinzaine de jours existait entre deux sites géographiquement proche, mais avec une hygrométrie du sol très différente (DUPONT, 2000). Le vol est plus tardif dans les prairies humides.

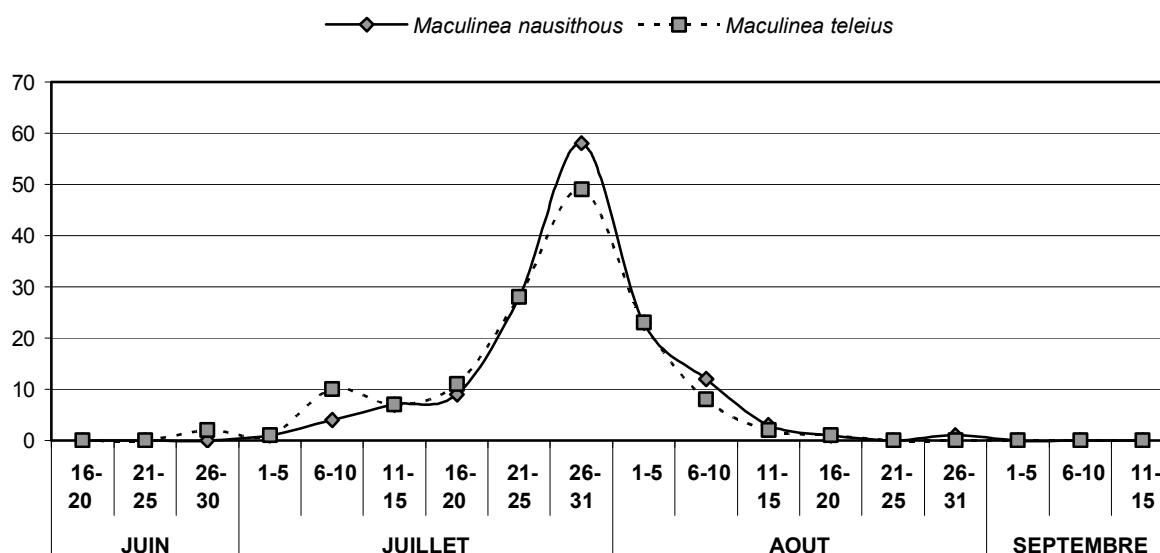


Figure 3 : Répartition temporelle des observations (2002-2005) d'Azuré des paluds (*Maculinea nausithous*) et d'Azuré de la sanguisorbe (*Maculinea teleius*) par pentades.

2°- Reproduction

Chez les deux espèces, les mâles émergent quelques jours avant les femelles qui s'accouplent dès l'émergence. Celles-ci pondent leurs œufs, généralement 1 à la fois, dans les capitules de Sanguisorbe officinale (*Sanguisorba officinalis*), qui constitue l'unique plante hôte.

L'Azuré de la sanguisorbe choisit plutôt les capitules jeunes alors que l'Azuré des paluds pond sur les têtes florales bien développées, ce qui réduirait la compétition interspécifique (ROZIER, 1999).

Quatre à dix jours plus tard, en fonction de la température, l'œuf éclos. La chenille passe alors de 2 à 3 semaines (jusqu'à 4 pour l'Azuré de la sanguisorbe) dans la capicule de la sanguisorbe où elle se nourrit des fleurs et poursuit son développement.

3°- Myrmécophilie

Lorsque la chenille quitte le capitule de la sanguisorbe, sa survie dépend de son adoption par des fourmis du genre *Myrmica*, dont les ouvrières sont couleur rougeâtre. La chenille est emmenée dans la fourmilière où elle hiverne et poursuit son développement jusqu'à l'année suivante en se nourrissant du couvain. Son acceptation par les fourmis est liée à une sécrétion abdominale attractive, sucrée et riche en acides aminés.

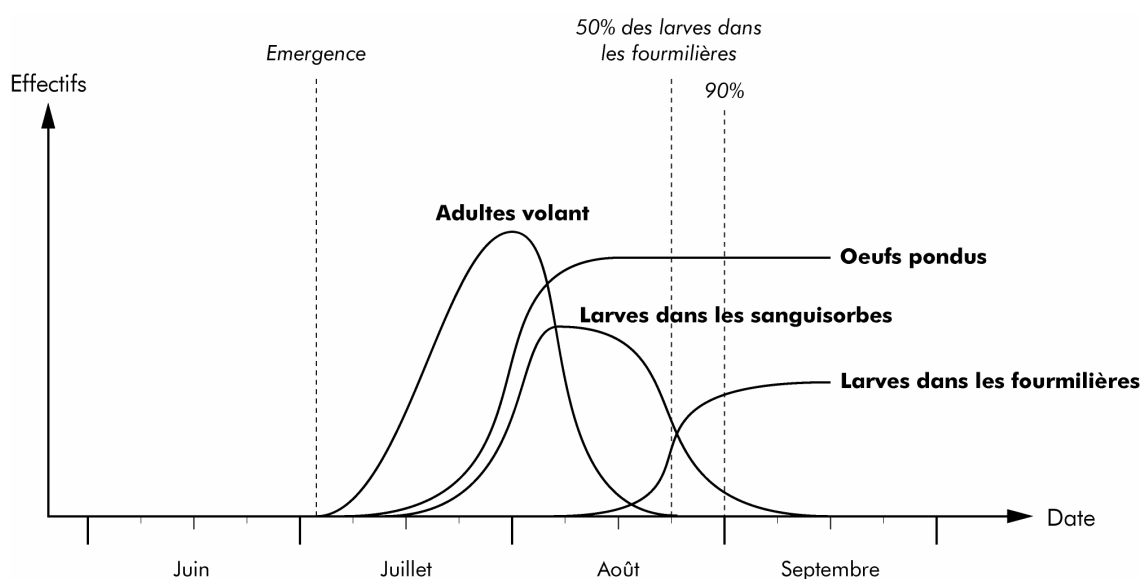


Figure 4 : Diagramme théorique du cycle biologique des *Maculinea* (émergence début juillet, ponte peu après l'accouplement, éclosion après 4-5 jours, larves pendant 3 semaines dans les sanguisorbes) (D'après LACROIX (CSL), 2002).

2.4 : Caractéristiques écologiques

1°- Régime alimentaire

Les chenilles des deux espèces sont monophages stricts durant les trois premiers stades. Elles se nourrissent des fleurs de Sanguisorbe officinale (*Sanguisorba officinalis*), en consommant les anthères, les graines en formation et les ovaires des jeunes capitules. Le quatrième stade se déroule dans une fourmilière où les chenilles consomment le couvain des fourmis.

Les imagos des deux espèces sont floricoles. Alors que l'Azuré de la sanguisorbe peut se nourrir de plusieurs espèces de plantes (*Sanguisorba officinalis*, *Vicia cracca*, *Filipendula ulmaria*, *Centaurea jacea*, *Cirsium arvense*, *Lythrum salicaria*), l'Azuré des paluds s'alimente quant à lui presque exclusivement sur les têtes florales de Sanguisorbe officinale : son existence se déroule ainsi quasi entièrement sur les capitules de la sanguisorbe (ROZIER, 1999).

2°- Comportement

Les adultes sont actifs dès le début de la matinée lorsque les températures dépassent 18°C. Le vol se fait plus souvent sur de courtes distances et à faible hauteur. L'Azuré des paluds se pose exclusivement sur les inflorescences de sanguisorbe, il est rare de l'observer posé sur d'autres plantes. L'Azuré de la sanguisorbe se pose plus volontiers sur d'autres végétaux. En comparaison avec d'autres espèces de lépidoptères, les capacités de vol des *Maculinea* semblent limitées. Le vol de l'Azuré de la sanguisorbe, d'apparence bancale, est assez caractéristique.

3°- Capacités de dispersion, interconnectivité et structure des populations

Bien que les adultes d'Azuré des paluds puissent être très actifs et voler plusieurs jours, leur périmètre d'activité est souvent réduit à leur zone d'émergence (ROZIER, 1999). Les capacités de dispersion des *Maculinea* sont en effet très réduites et les espèces sont connues pour être très sédentaires.

Les populations fonctionnelles de l'Azuré des paluds et de l'Azuré de la sanguisorbe sont organisées en métapopulation (ROZIER, 1999). La taille des populations est très variable, de quelques individus à plusieurs centaines sur une station. Les espèces peuvent également connaître des variations interannuelles d'effectifs assez importantes.

En l'absence d'échanges entre les sous-populations, une métapopulation est dite « non équilibrée ». Le brassage génétique s'en trouve réduit, ce qui favorise un taux élevé de consanguinité, mettant en danger la viabilité des sous-populations à faibles effectifs (DARINOT, 2001). De plus, l'éloignement des sous-populations réduit les possibilités de recolonisation des stations redevenus favorables ou dont les effectifs ont brutalement chuté suite à un événement déterminé ou un aléa. L'interconnectivité des sous-populations est donc cruciale pour la conservation de populations fonctionnelles et viables sur le long terme. La compréhension du fonctionnement des populations demande une connaissance fine de la répartition à l'échelle régionale ainsi qu'une connaissance des possibilités de déplacement des individus.

La dispersion des *Maculinea* a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques. Des observations en Allemagne ont permis de constater un déplacement record de 5 km pour l'Azuré des paluds (ROZIER, 1999). En Suisse, une étude récente conclut qu'au-delà de 500 m, les échanges ne sont qu'accidentels (Rapport 2004 de la réserve naturelle de la Grande Carrière, Suisse). RICHARD (1997) mesure une distance de dispersion moyenne de 230 m et WYNHOFF (1996) estime à 2 km la limite de connectivité entre deux sous-populations. Les possibilités de dispersion des *Maculinea* sont fortement liées à la configuration du paysage, les structures linéaires favorisent les déplacements des papillons (GEISLER, 1990 ; WYNHOFF, 1996). D'après FEIDLER (1990), comme chez bien d'autres espèces de lépidoptères, les femelles âgées de *Maculinea* peuvent avoir des vols de dispersion. Ce phénomène semble lié à d'excellentes conditions météorologiques et à des fortes densités de populations.

Dans son modèle de population sur 2 000 km², SETTELE (1998) utilise pour l'Azuré des paluds une distance moyenne de déplacement de 500 m et une distance maximale de 5 km. Le Conservatoire des Sites Lorrains (2000) utilisent des distances moyennes de 500 et 1000 m dans des paysages très ouverts de vallées alluviales. Pour les Rieds alsaciens, compte tenu de la présence de nombreux boisement, de haies parfois épaisses et de la fragmentation des ensembles de prairies, une distance de dispersion moyenne maximale de 500 m est proposée pour les deux espèces concernées. Ce périmètre théorique permettra de cibler des mesures de rétablissement d'habitats favorables et l'aménagement de corridors.

La problématique de connectivité des sous-populations est illustrée dans la figure ci-dessous. Une bonne connaissance de la répartition des espèces est nécessaire pour appréhender le fonctionnement des populations (échanges possibles entre les stations, recolonisation de sites redevenus favorables, recolonisation suite à une disparition stochastique) (DUPONT, 2000). L'analyse cartographique présentée ci-dessous comme exemple est simpliste car d'autres facteurs que la faculté de déplacement entrent en jeu, notamment l'abondance des effectifs, l'état de conservation de l'habitat de l'espèce au niveau de chaque site et la présence d'obstacles tels que des forêts ou des zones urbaines. Cependant, ce type d'analyse permet d'identifier l'importance de certaines stations « pivot » pour la connectivité du réseau et d'orienter des opérations de réhabilitation d'habitats de reproduction favorables et de création de corridors constitués par une végétation favorable (milieux herbacés).

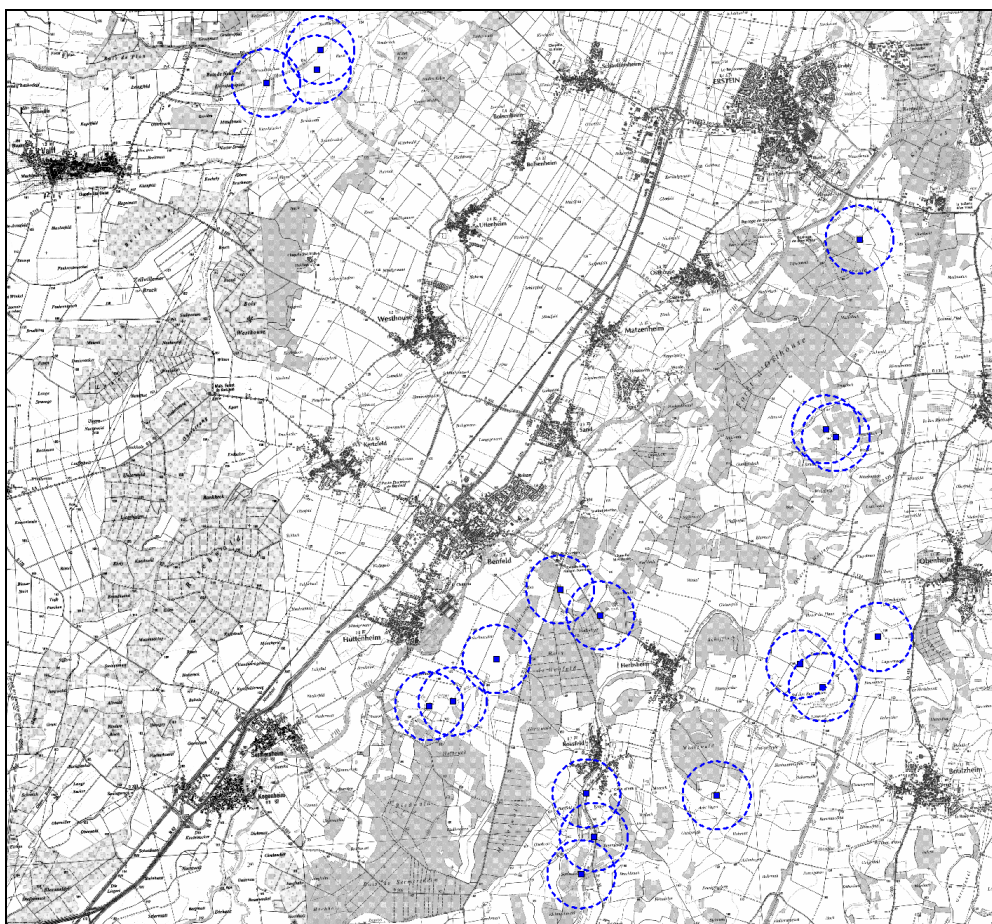


Figure 5 : Capacités d'interconnexions et d'échanges entre les sous-populations d'Azuré des paluds au sein du Ried de la Zembs et avec le sud du Bruch de l'Andlau dans un rayon théorique de 500 m ; stations ou sites d'observation inventoriés dans la période 2002-2004 (CSA, 2005).

4°- Fourmis hôtes

Bien qu'en Alsace, il n'y ait pas eu d'étude spécifique pour déterminer les fourmis hôtes des *Maculinea*, dans la majorité des cas, l'Azuré des paluds est associé à *Myrmica rubra* (= *laevinodis*) et l'Azuré de la sanguisorbe est associé à *Myrmica scabrinodis*. Cependant, la spécificité des fourmis hôtes des Azurés est variable géographiquement (LHONORE, 1998), en particulier pour l'Azuré des paluds parfois associé à *Myrmica scabrinodis* (MUNGUIRA, 1999 ; WYNHOFF, 1996). Des expérimentations menées par LHONORE (1998) ont également permis de montrer l'acceptation de larve de l'Azuré de la sanguisorbe avec *Myrmica ruginodis*.

Myrmica rubra (fourmi hôte pour l'Azuré de la sanguisorbe) vit dans les zones humides, en lisière de forêt et dans les prés humides à végétation haute (WARDLAW, 1998). Les nids se trouvent dans des troncs/branches en décomposition, sous des pierres ou dans le sol. Dans les biotopes froids, des solariums équipent les fourmilières. LHONORE (1998) mentionne la préférence de *Myrmica rubra* pour les zones ombragées, les zones broussailleuses et les boisements où elle colonise parfois les troncs morts au sol. Il précise qu'un début d'embroussaillage est favorable à *Myrmica rubra* dans les biotopes ouverts. Dans les prairies, les fourmilières sont localisées dans les endroits avec une hauteur de végétation haute, en évitant préférentiellement les zones les plus inondées (ROZIER, 1999). Le rayon de prospection des ouvrières, autour de la fourmilière, peut atteindre 10 m (BENSETTITI, 2004) (environ 5 m d'après ROZIER, 1999).

Myrmica scabrinodis (fourmi hôte pour l'Azuré de la sanguisorbe) est moins sensible à l'insolation que *Myrmica rubra* et préfère les milieux herbacés plus ouverts et plus humides. Elle occupe des milieux très variés : marais, prés à litière, clairières, prairies et toute sorte de milieux herbacés dans lesquels elles sont largement dispersées (ROZIER, 1999). Le rayon de prospection des ouvrières, autour de la fourmilière, est d'environ 2 m (BENSETTITI, 2004).

Pour les deux espèces de *Myrmica*, dans les zones inondables, les fourmilières sont localisées dans les touradons de Molinie et de Laîche.

Sur une majorité des stations connues, la présence des deux espèces de *Maculinea* suggère que les conditions de vie pour les deux espèces de fourmis hôtes sont réunies ; la répartition des espèces de fourmis hôtes au niveau d'une station étant principalement corrélée au facteur d'insolation (ROZIER, 1999).

Au niveau d'une même station, cette différence entre l'écologie des fourmis hôtes reflète assez bien les observations de terrain par rapport aux effectifs de chaque espèce et à la zone de vol des papillons.

Dans les milieux plutôt très humides à faciès de friche ou de mégaporbiaie, l'Azuré des paluds est généralement dominant par rapport à l'Azuré de la sanguisorbe parfois absent. Au sein de stations où les deux espèces sont présentes, bien que globalement l'aire de vol totale de chaque espèce soient à peu près similaire, l'Azuré des paluds volera davantage dans les parties les plus proches de bordures boisées et ombragées. L'Azuré de la sanguisorbe occupera les parties plus ensoleillées vers le milieu des prairies. Il est cependant assez rare d'observer l'Azuré de la sanguisorbe en nombre au milieu d'une grande parcelle ou d'un grand ensemble de prairies.

Dans le cadre de la définition de zones refuges non fauchées, lorsque la sanguisorbe est répandue de manière homogène sur une parcelle, il sera donc souvent préférable de définir une bande refuge qui traverse toute la parcelle plutôt qu'un patch limité sur un bord. Cela

permettra aussi d'offrir à chaque rotation de la zone refuge, l'ensemble des conditions favorables aux deux espèces.

2.5 : Caractérisation de l'habitat d'espèce – exigences écologiques

Avec pour unique plante hôte la Sanguisorbe officinale, l'Azuré des paluds occupe souvent les mêmes stations que l'Azuré de la sanguisorbe.

En Alsace, dans leur aires de répartition, l'Azuré des paluds et l'Azuré de la sanguisorbe effectuent leur cycle biologique dans des prairies humides à Molinie, des bas-marais calcaires, des prairies mésophile à Sanguisorbe officinale (*Arrhenatherion* humide), des prés à litière ou des mégaphorbiaies. La sanguisorbe doit obligatoirement être présente, pas forcément en densité importante (environ 1 pied pour 10m² peut être suffisant d'après les observations réalisées sur des stations alsaciennes).

On constate une préférence de l'Azuré des paluds pour les prés à litières, les prairies fauchées tardivement (septembre) ou des formations de hautes herbes de type mégaphorbiaies dans lesquelles la sanguisorbe persiste. On le trouve plus rarement dans des prairies plus productives avec deux fauches annuelles (fin mai, août) mais parfois en densité importante et toujours en lisière d'un boisement et éventuellement d'une friche herbacée (jachère, culture à gibier). Des friches relativement bien boisées peuvent également accueillir l'espèce (Bernardswiller, Huttenheim) pourvu qu'il persiste une strate herbacée avec de la sanguisorbe. L'espèce a par ailleurs été observée sur des sanguisorbes en bordure de plantation de peupliers (Epfing) ou en bordure de chemins lorsque les prairies voisines étaient fauchées pendant la période de vol (Niedernai). Une importante station de l'espèce est également présente dans un verger mixte relativement jeune à Huttenheim.

D'après les observations réalisées ces dernières années en Alsace, la présence de zones de friches herbacées ou arbustives, de bosquets arbustifs ou d'une bordure boisée de parcelle semble indispensable à l'Azuré des paluds, lequel vol de préférence à proximité de ces éléments, sauf dans le cas de petites parcelles où les papillons peuvent occuper presque tous l'espace. Cette dépendance de milieux boisés ou semi-boisés est très probablement liée avec la préférence écologique de *Myrmica rubra* (fourmi hôte supposée) pour ces habitats. Ce facteur est à considérer dans les mesures de conservation de l'espèce ou de restauration d'habitats favorables.

Dans les types d'habitat décrits ci-dessus, l'Azuré de la sanguisorbe est assez souvent présent, bien que dans le Ried et la bande rhénane, il soit plus rare et moins nombreux que l'Azuré des paluds. Dans les sites plus ouverts et moins humides, les effectifs auront tendance à être supérieur à ceux de l'Azuré des paluds. Enfin, l'Azuré de la sanguisorbe vole plutôt dans les zones les plus ensoleillées, mais comme pour l'Azuré des paluds, la station n'est jamais très éloigné d'éléments arbustifs, de boisements ou de friches.

Ainsi, sur une station de regain du Ried de Niedernai, située au milieu d'un grand ensemble ouvert, les Azurés volent préférentiellement autour et au maximum à quelques dizaines de mètres d'un large bosquet de Saule cendré (*Salix cinerea*).

En définitive, l'habitat des *Maculinea* est non seulement caractérisé par les exigences écologiques des papillons vis-à-vis de leur plante hôte mais également par celles de leur fourmi hôte. Sur une station, les éléments périphériques à la zone de vol des papillons comme des boisements, des haies, des friches jouent probablement un rôle fondamental pour cycle biologique des papillons.

Par rapport à l'influence de la fauche, comme pour l'Azuré des paluds, on trouve l'Azuré de la sanguisorbe à la fois dans des prairies fauchées tardivement et dans des prairies à deux fauches annuelles (fin mai et août). Cependant, cela ne présume en rien du succès de reproduction des espèces en fonction de l'un ou l'autre mode de gestion. Comparativement à la surface de prairie à sanguisorbe en regain au mois de juillet, les *Maculinea* les fréquentent très peu, mais c'est paradoxalement dans ce type de prairie que l'on peut observer les plus fortes densités. L'explication est sans doute à rechercher à la fois dans la date de la seconde fauche et dans la présence de boisements, de haies ou de friches contiguës à la station.

Là encore des suivis précis d'un échantillon suffisant de stations et une analyse de la démographie des populations en fonction des modes de gestion seraient nécessaires pour mieux comprendre l'influence de la gestion des habitats sur la dynamique des populations.

Précisons également que les deux espèces de *Maculinea* sont généralement absentes des grands ensembles ouverts de prairies gérées plus intensivement et de la zone directement inondable par les débordements de l'III. Bien que les fourmis hôtes soient capables de résister à des périodes d'inondation prolongées en réduisant considérablement leur activité et leur consommation d'oxygène (en réserve dans les galeries ou le système racinaire des touradons) (ROZIER, 1999), peut-être sont-elles sensibles à l'alluvionnement ou à la force du courant de crue.

3. Evolution et importance des populations

3.1 : En France

En France, l'Azuré des paluds est cantonné dans l'Est de la France. On le trouve en Alsace, Lorraine, Franche-Comté, Bourgogne et au Nord de la région Rhône-Alpes (Isère). L'Azuré de la Sanguisorbe n'est présent que sur trois grands foyers : dans le Nord-est, en Alsace et en Lorraine, dans le Sud-est en Rhône-Alpes et Provence Alpes Côte d'Azur et dans le Sud-ouest en Aquitaine et dans la Loire. Les populations sont très souvent localisées et peuvent être relictuelles.

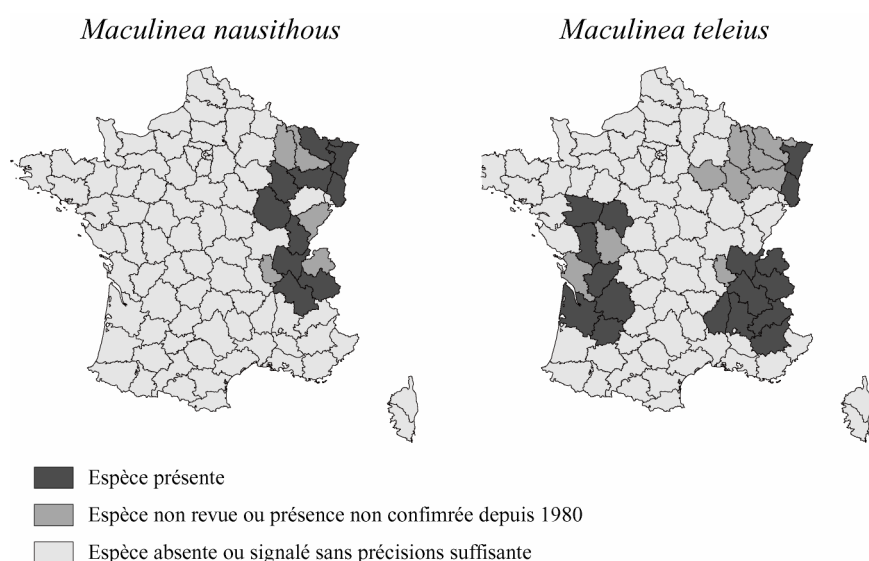


Figure 6 : Répartition française de l'Azuré des paluds (*Maculinea nausithous*) et de l'Azuré de la sanguisorbe (*Maculinea teleius*) (d'après LAFRANCHIS, 2000).

En Lorraine, l'Azuré des paluds se rencontre sur de nombreux sites dans les départements de Moselle, des Vosges et de Meurthe-et-Moselle. Les populations parfois importantes sont directement liées aux vallées alluviales de la Moselle, de la Moselotte, de l'Isch, de la Meurthe, de la Mortagne, de la Plaine, de la Saône, du Taintroué, de la Vezouze et de la Vologne (CONSERVATOIRE DES SITES LORRAINS, 2001).

Pour l'Azuré de la sanguisorbe, une seule localité est signalée en Lorraine, dans la vallée de la Vezouze, près de la confluence avec la Plaine (CONSERVATOIRE DES SITES LORRAINS, 2001).

3.2 : Dans les régions limitrophes

Dans le **Bade-Wurtemberg** (Allemagne), l'Azuré de la sanguisorbe est présent du nord jusqu'au Kaiserstuhl (Fribourg). Les populations sont toutefois concentrées à la hauteur de Fribourg, de Strasbourg, au sud de Karlsruhe et tout au nord du Bade-Wurtemberg. Depuis les années 1980, l'espèce connaît un déclin, critique dans la plaine du Rhin. L'espèce est classée en liste rouge, dans la catégorie « fortement menacée », aussi bien pour l'ensemble du Länder que pour la plaine du Rhin (EBERT, 1991). L'Azuré des paluds a une répartition comparable à celle de l'Azuré de la sanguisorbe, cependant les stations et les effectifs sont plus nombreux. L'espèce est classée en liste rouge dans la catégorie « fortement menacée » pour le Länder et dans la catégorie « menacée » pour la plaine du Rhin (EBERT, 1991).

3.3 : En Alsace

1°- Pour l'Azuré de la sanguisorbe (Cf. carte 2 en page suivante)

D'après l'ensemble des données récentes valorisées dans le cadre de cette étude, l'Azuré de la Sanguisorbe se rencontre dans le ried ello-rhéna (Ried de l'III, de la Zembs, de la Blind, Bruch de l'Andlau, ...), dans quelques localités du piémont bas-rhinois (Bernardswiller, Ried de Goxwiller, Ried d'Epfig), localement sur le pourtour du massif forestier de Haguenau ainsi que dans les vallées vosgiennes : val de Villé, vallée de la Bruche, vallée de Lembach (la plus importante station de ce secteur a été en partie détruite par la construction d'une station d'épuration en 2003).

Les données relativement anciennes, pour la période 1985-1986 (DENNY CONSULTANT, 1994), complètent la répartition de l'Azuré de la sanguisorbe pour le Nord de la bande rhénane, l'Outre-Fôret (Hatten, Stundwiller), la basse vallée de la Lauter, les vallées de la Bruche, de la Lièpvrette, le Ried rhéna à Rhinau et dans le Haut-Rhin, pour le Ried de Colmar-Illhausern et la vallée de la Fecht.

2°- Pour l'Azuré des paluds (Cf. carte 3 en page suivante)

L'aire de répartition actuelle de l'Azuré des paluds se superpose à celle de l'Azuré de la sanguisorbe et comprend en plus l'Alsace Bossue dans les vallées de l'Isch et de la Sarre et une petite population isolée en Petite Camargue Alsacienne.

On note également trois observations ponctuelles de un ou de quelques individus entre 2002 et 2005 sur la Lauter, dans la vallée de la Zorn et dans la vallée de la Thur à Urbès. Toujours par rapport à l'Azuré de la sanguisorbe, l'Azuré des paluds est un peu plus répandu sur la bande rhénane Nord avec des observations réalisées ces dernières années.

Pour la période 1985-1986 (DENNY CONSULTANT, 1994), sa présence est aussi attestée dans l'Outre Forêt, dans les vallées de la Bruche, de la Lièpvrette et de la Fecht, dans le Val de Villé et dans le Ried de Colmar-Illhausern.

Carte 2 : Répartition des populations de Azuré des paluds (*Maculinea nausithous*) en Alsace et localisation des stations sur la bande rhénane, le Ried et le Bruch de l'Andlau.

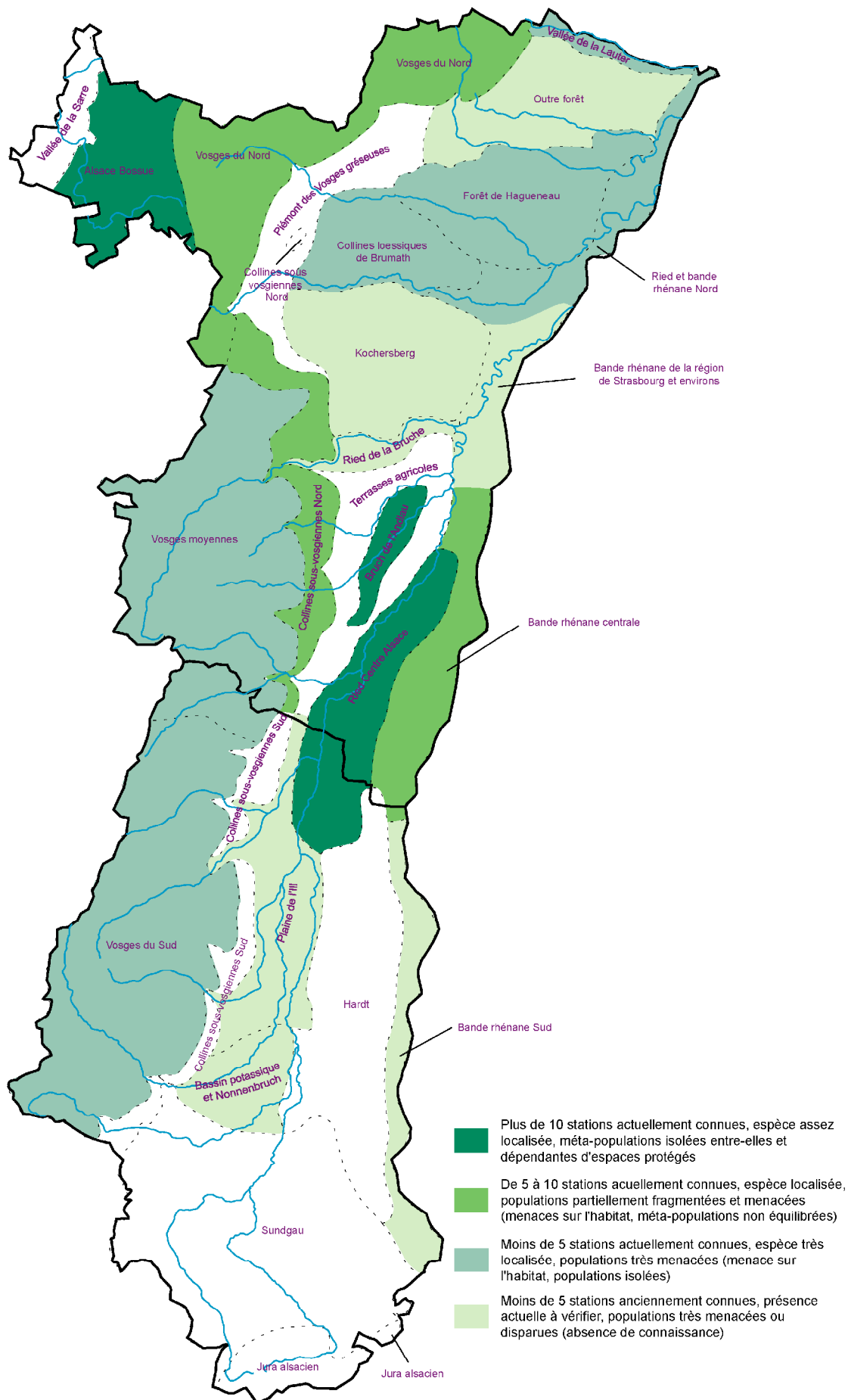
Coordination et cartographie :



Synthèse des données :



et



Carte 3 : Répartition des populations de l'Azuré de la Sanguisorbe (*Maculinea teleius*) en Alsace et localisation des stations sur la bande rhénane, le Ried et le Bruch de l'Andlau.

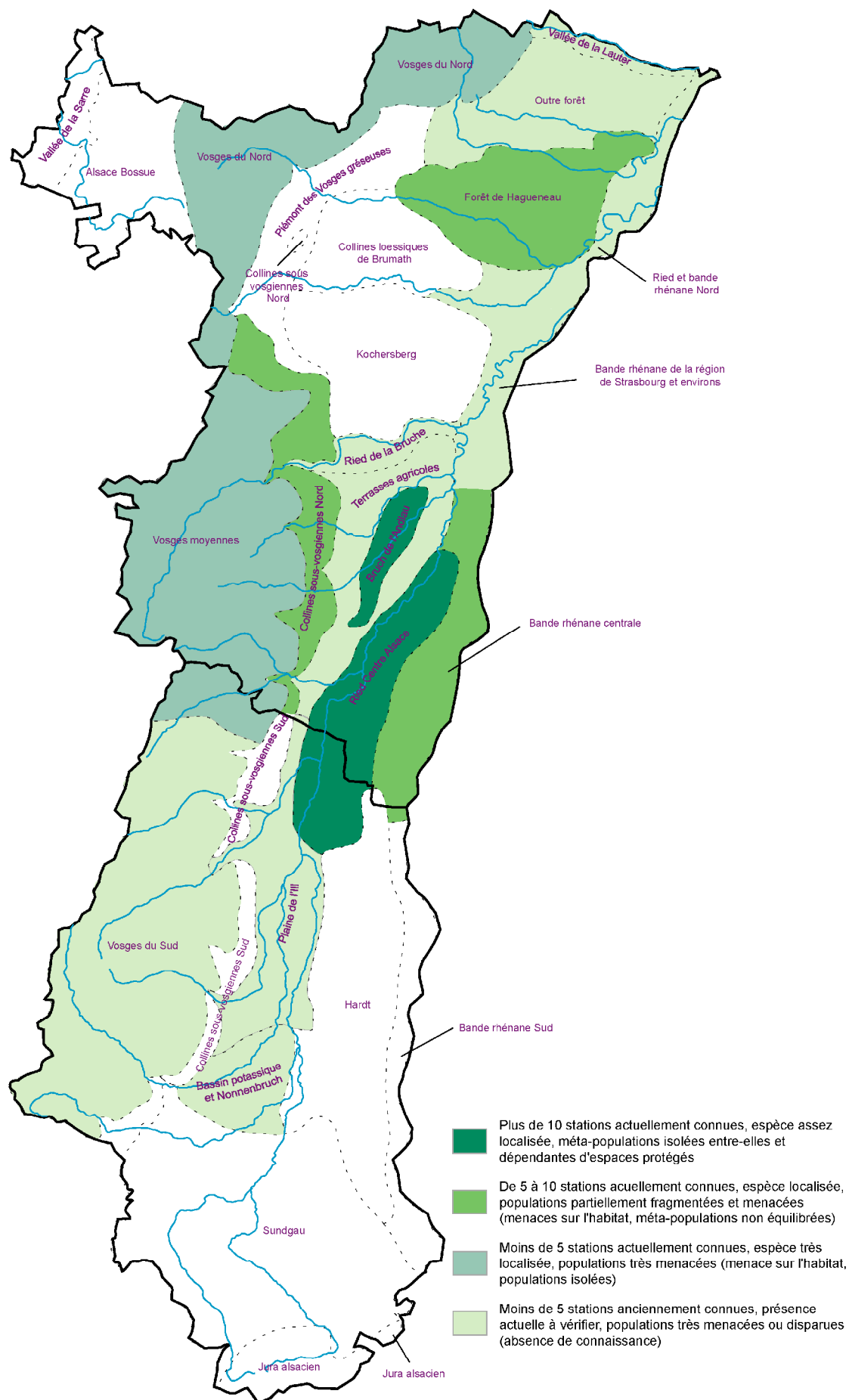
Coordination et cartographie :



Synthèse des données :



et



3°- Pour l'Azuré de la sanguisorbe et l'Azuré des paluds

L'**aire de répartition** alsacienne actuellement connue des *Maculinea* est plus étendue pour l'Azuré des paluds que pour l'Azuré de la sanguisorbe. Il en va de même de l'**aire d'occupation** de l'Azuré des paluds pour lequel on dénombre un nombre plus important de sites d'observation ou de stations alors qu'inversement, il est rare de trouver l'Azuré de la sanguisorbe seul. En ce qui concerne la taille des populations, les effectifs de l'Azuré des paluds sont généralement plus importants que ceux de l'Azuré de la sanguisorbe.

En raison du manque de connaissance de l'aire d'occupation précise des *Maculinea* au sein de leurs aires de répartition et du manque de suivi quantitatif et phénologique des stations connues, l'évaluation qualitative et quantitative des populations présentes au sein des différentes régions naturelles alsaciennes n'est pas possible. Tout comme l'absence de données historiques quantitatives précises sur les effectifs des espèces ne permet pas d'évaluer l'évolution des populations au cours des dernières décennies.

Il est cependant clairement établi, dans les pays ou les régions limitrophes, que la réduction des habitats favorables aux *Maculinea* a entraîné un déclin parfois important des populations. Pour l'Alsace, l'évolution du statut des espèces reflète bien la régression des populations (voir tableau ci-dessous).

Tableau I : Statuts de l'Azuré des paluds et de l'Azuré de la sanguisorbe par différents auteurs entre 1880 et 2003.

	Azuré des paluds	Azuré de la sanguisorbe
PEYERIMHOFF, 1880	Très commun	-
WEISS, 1979	Espèce peu courante qui pourrait être mise en danger dans le futur	Espèce peu courante qui pourrait être mise en danger dans le futur
SCHEUBEL, 1984	Commun, assez localisé	Commun, assez localisé
FEDLTRAUER, 1989	Espèce en forte régression	Espèce en forte régression
ODONAT, 2003	Liste rouge : en déclin	Liste rouge : vulnérable

Par ailleurs, des destructions ou perturbations importantes de stations de *Maculinea* ont été constatées ces dernières années à Niedernai, Nordhouse ou Lembach illustrant les menaces pesant sur ces espèces.

Le tableau II propose un état des connaissances des espèces en Alsace qui donne un aperçu de l'importance des stations connues, regroupées par entités naturelles. L'analyse se base sur le comptage des sites d'observation ou des stations¹ répertoriés dans la période 200-2005 et des stations mentionnées pour la période 1984-1985 dans l'inventaire NATURA 2000.

¹ La notion de station utilisée est définie par l'ensemble de la zone où l'observation de plusieurs individus, d'accouplements et/ou de comportements de ponte suggère ou confirme que l'espèce s'y reproduit et accomplit son cycle biologique. Lorsque les effectifs ne comptent qu'un ou deux individus et qu'aucun comportement reproducteur n'est observé, on qualifie la zone de vol de site d'observation. Le manque de prospections et de suivis est à l'origine de cette distinction.

Tableau II : Etat des connaissances de la répartition alsacienne de l'Azuré des paluds et de l'Azuré de la sanguisorbe par entités naturelles (la comparaison entre les deux colonnes ne traduit en aucun cas l'évolution des populations dans le temps).

	Azuré des paluds		Azuré de la sanguisorbe	
	Nombre stations ou sites d'observation 2000-2005	Nombre stations 1985-1986	Nombre stations ou sites d'observation 2000-2005	Nombre stations 1985-1986
Vallée de la Lauter	(■)	■		■
Haute vallée de la Sauer	■		■	
Bande rhénane Nord Seltz-Lauterbourg	■	■		■
Outre-Forêt		■		■
Vallée de l'Isch	■■■			
Vallée de la Sarre	■			
Est forêt de Haguenau	■		■	
Bande rhénane Nord Moder	(■)	■		
Sud et Ouest forêt de Haguenau	■	■	■	■
Vallée de la Zorn	(■)			
Bande rhénane Nord Wantzenau - Gamsheim		■■		■■
Vallée de la Bruche		■■		■■
Bruch de l'Andlau Nord	■■■	■	■■	■
Bruch de l'Andlau Sud	■	■■	■■	■■
Ried de Goxwiller - Piémont	■■	■	■■	■
Ried d'Epfig - Val de Villé	■	■■	■	■■
Ried de l'III Eschau-Nordhouse	■		■	
Ried de l'III Erstein-Osthouse	■■		■■	
Ried de l'III Benfeld	■■	■	■■	■
Ried de la Zembs	■■	■	■■■	■
Ried rhénan de Rhinau	■	■		■
Ried de l'III Sélestat		■		■
Ried de l'III Sud Sélestat	■■	■■	■	■■
Vallée de la Lièpvrette		■■		■■
Vallée de la Fecht		■		■
Ried de Colmar (Sud)		■		■
Vallée de la Thur	■			
Plaine de l'Au	■			

(■) Observation ponctuelle ; ■ de 1 à 3 stations ou sites d'observation ; ■■ de 4 à 8 ; ■■■ + de 8(■)

En complément, précisons que de nombreuses stations des espèces sont présentes sur des sites protégés et gérés par le Conservatoire des Sites Alsaciens, notamment dans le Ried de la Zembs, la partie Nord du Ried de l'III, dans le Bruch de l'Andlau et le Ried d'Epfig.

3.4 : Dans le site Natura 2000 Rhin-Ried-Bruch

Dans le texte les références à SCHEUBEL concernant des données pour la période 1985-1986 citées dans la Contribution à l'inventaire NATURA 2000 en Alsace (DENNY CONSULTANT, 1994).

1°- Localisation, abondance et évolution des effectifs

En comparaison, avec la quantité de prairies à sanguisorbe, habitat potentiellement favorable si l'on tient compte que les fourmis hôtes sont des espèces relativement ubiquistes, la répartition actuellement connue des deux espèces *Maculinea* leur confère un statut d'espèces assez rares et localisées pour le site NATURA 2000. En ce qui concerne l'évolution des effectifs, l'absence de données quantitatives historiques ne permet pas de comparaison avec les effectifs connus actuels.

2°- Détails par secteurs du site Rhin-Ried-Bruch

L'état des connaissances est fourni par les cartes de localisation des stations et des sites d'observations. Les textes ci-dessous apportent des compléments et des précisions.

Sur le secteur n°1

cf. Annexes 1 et 2

Dans les cinq dernières années, l'Azuré des paluds a été observé sur trois sites à Seltz, Mothern et Fort-Louis. Le site de Mothern est un site protégé et géré par le Conservatoire des Sites Alsaciens situé hors du périmètre de la ZSC. L'Azuré des paluds y a été observé en 2000 mais n'a pas été retrouvée en 2003 et 2004. Il est signalé avec l'Azuré de la sanguisorbe dans le même secteur par SCHEUBEL 1985-1986. A Seltz, l'espèce a été inventoriée dans le cadre de l'étude sur les papillons de la réserve naturelle du delta de la Sauer. Le site d'observation se trouve hors du périmètre de la Réserve naturelle. A Fort-Louis, la présence de l'Azuré des paluds est illustrée par une observation d'1 individu en 2002 et une station signalée par SCHEUBEL 1985-1986.

Une station mentionnée à Lauterbourg sans autre précision par SCHEUBEL devrait orienter les prospections dans la partie incluse dans le site NATURA 2000.

Sur le secteur 1, l'Azuré des paluds apparaît extrêmement localisé avec des effectifs très faibles. Le manque de prospections et de suivi ne permet pas d'évaluer la viabilité et la persistance actuelle de l'espèce qui doit être considérée comme très menacée sur le secteur.

Les importantes populations présentes à environ 5 Km à l'Ouest de la ZSC secteur 1 (bordure Est du massif forestier de Haguenau) pourraient constituer un réservoir pour une éventuelle recolonisation, de proche en proche, d'habitat redevenus favorables aux *Maculinea*.

Sur le secteur n°2

cf. Annexe 3

Dans la partie au Nord de Strasbourg deux stations pour les deux espèces sont signalées par SCHEUBEL 1985-1986 à la Wantzenau et vers le Rhin entre la Roberstau et la Wantzenau. Des prospections devraient être réalisées dans ces secteurs.

Au sud de Strasbourg, une seule observation de l'Azuré des paluds a été réalisée sur une prairie en bordure Ouest du plan d'eau de Plobsheim (2004). L'ensemble des prairies bordant le plan d'eau nécessiterait une prospection approfondie.

Aucune donnée récente ou historique pour l'Azuré de la sanguisorbe.

Sur le secteur n°3

cf. Annexes 3 et 5

Une seule station récente est connue pour l'Azuré des paluds au sud du ban communal de Rhinau (2004). Les effectifs sont très faibles. La zone de vol inclut une petite partie d'un site géré par le Conservatoire des Sites Alsaciens et s'étend sur des prairies de fauche et un

ancien chenal de crue. L'Azuré des paluds et l'Azuré de la sanguisorbe sont également signalés dans le même secteur par SCHEUBEL pour la période 1985-1986 (DENNY CONSULTANT, 1994).

L'ensemble de cette zone devrait faire l'objet d'inventaires et d'un diagnostic pour identifier les facteurs défavorables aux *Maculinea*.

Plus au nord, SCHEUBEL 1985-1986 signale une station pour les deux espèces au sud du village de Rhinau (hors périmètre NATURA 2000) et une autre pour l'Azuré des paluds à Gerstheim.

Sur le secteur n°4	cf. Annexe 4
---------------------------	---------------------

Une seule donnée concerne l'observation de 1 individu d'Azuré des paluds en 2004 (1 seul passage sur le site) cantonné sur une prairie à Sanguisorbe et Œillet superbe (*Dianthus superbus*) sur le ban communal de Saasenheim. Cette prairie se trouve hors du périmètre de la ZSC (environ 1 Km) mais semble incluse dans la ZPS. Des inventaires devraient être menés dans le secteur.

Aucune donnée récente ou historique pour l'Azuré de la sanguisorbe.

Sur le secteur n°5	cf. Annexe 9
---------------------------	---------------------

Aucune donnée récente ou historique pour les deux espèces. Potentialité très faible.

Sur le secteur n°6	cf. Annexe 10
---------------------------	----------------------

Une seule station est connue pour l'Azuré des paluds. Celle-ci est localisée dans la Réserve naturelle de la Petite Camargue Alsacienne. Les effectifs relativement faibles montrent une bonne stabilité depuis de nombreuses années au sein de la Réserve Naturelle de la Petite Camargue Alsacienne.

Pour l'Azuré de la sanguisorbe, une donnée ancienne le signale comme éteint vers les années 50 (comm. J.-J. FELDTRAUER).

Sur le secteur n°7	cf. Annexes 4, 6 et 8
---------------------------	------------------------------

Au sein du site NATURA 2000, les deux espèces sont principalement présentes sur le secteur 7. Les populations sont plus ou moins importantes selon les Rieds. Les mieux conservées se trouvent dans le Bruch de l'Andlau et dans la partie Nord du Ried de l'III.

Dans le Ried de Sélestat et le Ried de la Blind, les populations sont plus fragiles. Certaines stations, mentionnées par SCHEUBEL (1985-1986) n'ont pas été retrouvées ces dernières années, notamment à Mussig et Ohnenheim. Le Ried de Muttersholtz a par ailleurs été prospecté sans que les espèces aient été trouvées.

Dans le Bruch de l'Andlau, la gestion des prairies agricoles ces dernières années a été fortement défavorable aux *Maculinea* (arrêt des MAE, sécheresse). Un grand nombre de stations des deux espèces dans la partie Nord du Bruch de l'Andlau ne sont pas incluses dans le périmètre NATURA 2000, tout comme un ensemble de stations dans le Ried d'Eschau-Nordhouse.

Des noyaux importants de populations pour les deux espèces sont localisés à Niedernai, à Rossfeld, à Herbsheim et à Huttenheim. Les annexes 4, 6 et 8 complètent la localisation des stations ou sites d'observation connus.

4. Conservation

4.1 : Etat de conservation

L'état de conservation d'une espèce est défini par la Directive habitat comme l'effet de l'ensemble des influences qui, agissant sur l'espèce, peuvent affecter à long terme la répartition et l'importance de ses populations. Cette définition est appliquée pour l'ensemble du territoire européen.

L'état de conservation sera considéré comme **favorable** lorsque :

- les données relatives à la dynamique de la population de l'espèce en question indiquent que cette espèce continue et est susceptible de continuer à long terme à constituer un élément viable des habitats naturels auxquels elle appartient ;
- et
- l'aire de répartition naturelle de l'espèce ne diminue ni ne risque de diminuer dans un avenir prévisible ;
- et
- il existe et il continuera probablement d'exister un habitat suffisamment étendu pour que ses populations se maintiennent à long terme.

A l'échelle du site NATURA 2000 Rhin-Ried-Bruch, des indicateurs qualitatifs et quantitatifs peuvent être utilisés pour évaluer l'état de conservation sur une période donnée des deux espèces de *Maculinea* et surtout permettre son évaluation ultérieure, et ainsi suivre l'évolution des espèces au sein du site NATURA 2000.

En fonction des données disponibles et facilement récoltables sur le terrain et des caractéristiques écologiques des espèces, trois indicateurs sont proposés :

- le nombre de stations au sein d'un secteur géographique et sur une période donnée (indicateur de l'aire d'occupation des espèces) ;
- le cumul des effectifs des 5 principales stations au cours de la même période (indicateur de la taille des populations : l'importance numérique des populations favorise la dispersion des espèces et la recolonisation de sites) ;
- la connectivité / isolement des stations (indicateurs des possibilités d'échanges entre les sous-populations).

S'appuyant sur un bon monitoring des espèces, l'évaluation de l'état de conservation proposée par cette méthode sera **très fortement corrélée avec l'effort de prospection et de suivi des stations** au cours de la période définie. Les résultats de l'évaluation ci-après sont basés sur la période 2002-2005.

L'évaluation sera également directement dépendante :

- de la taille du secteur géographique visé : aire potentiel de répartition des métapopulations ;
- de la définition précise des stations par rapport aux sites d'observation (= sites pour lesquels une preuve de reproduction ne peut être apportée avec les données disponibles).

L'aire potentielle de répartition d'une métapopulation pourrait être définie comme l'aire de répartition potentielle d'un ensemble de sous-populations interconnectées entre-elles. Elle correspondrait à l'aire de répartition des habitats potentiellement favorables aux *Maculinea* au sein d'un secteur géographique. Chaque secteur géographique étant séparé par une barrière naturelle (massif forestier, absence de la plante hôte ...) ou d'origine anthropique (ville, vaste secteur de culture ...).

L'aire potentielle de répartition d'une métapopulation étant actuellement impossible à établir avec les données disponibles, le paramètre « taille du secteur géographique » n'a donc pas été prise en compte dans les résultats ci-dessous, ce qui constitue une limite importante à la méthode. La mesure des indicateurs a été réalisée en définissant arbitrairement des secteurs géographiques rassemblant un ensemble de stations ou sites d'observation relativement proches les uns des autres au sein d'une entité biogéographie. Les stations ou sites d'observation proches du périmètre NATURA 2000 ont également été prises en compte.

Pour le dénombrement des stations, **en raison du manque de données de suivi**, les sites d'observations ont également été inclus, étant considérés comme des stations probable ou possible.

Au fur et à mesure de l'amélioration des connaissances de l'aire d'occupation des espèces, des analyses plus fines pourraient être réalisées afin de mieux évaluer les différents indicateurs.

Une autre méthode (DESMERGES, 2002), statistique, permet d'évaluer la tendance d'évolution d'une espèce de papillons sur une station à partir du calcul d'un indice d'abondance spécifique annuel. Toutefois, cette méthode, proposée pour les suivis des rhopalocères dans les réserves naturelles, nécessite la réalisation de plusieurs transects simples d'observation par an et sur chaque station. Elle permet cependant un très bon suivi des populations.

L'évaluation de l'état de conservation ici proposée ne doit donc pas être considérée comme « un état de santé » des populations. Son rôle est de permettre un suivi de l'évolution des populations à moyen et long terme. Il est important de souligner que l'amélioration des connaissances de la répartition des espèces influencera directement de manière positive l'état de conservation évalué par cette méthode, ce biais dans l'évaluation des indicateurs, lié au manque d'information sur la répartition des espèces et la taille des populations, n'apparaît pas gênant dans le sens où une bonne connaissance de l'aire d'occupation des espèces est un préalable indispensable pour l'efficacité des mesures mise en œuvre pour leur conservation.

Les modalités de chacun des trois indicateurs ont été définies de manière arbitraire à partir des données récentes existantes, de façon à couvrir la gamme de modalités pour chaque indicateur. Un coefficient a été attribué aux indicateurs afin de pondérer leur influence sur le résultat final et notamment pour diminuer l'influence de l'indicateur de Connectivité/isolement dont la valeur est indépendante du nombre de stations.

L'indicateur de Connectivité / isolement des stations est basé pour chaque secteur géographique sur le calcul suivant : $\text{Connectivité / isolement} = [\text{Nombre de stations connectées}^* / \text{Nombre total de station}] / [\text{Nombre de groupe de stations}^{**} + (\text{Nombre de stations isolées} / \text{Nombre total de station})]$

* Nombre de stations connectées = Nombre total de stations - nombre de stations isolées

** Nombre de groupe de stations = nombre de groupe d'au moins deux stations connectées entre elles ; chaque groupe étant séparé des autres.

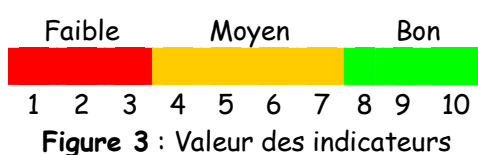


Figure 3 : Valeur des indicateurs

Tableau III : Indicateurs et modalités pour l'évaluation de l'état de conservation des populations de *Maculinea* au sein d'un secteur géographique et d'une période donnée.

Indicateur	Coefficient	Modalités	Valeur
Nombre de stations ou sites d'observation	2	1 à 3	0
		4 à 8	2
		+ de 8	4
Cumul des effectifs des 5 principales stations (effectif max. observé)	2	entre 1 et 49	0
		entre 50 et 100	2
		> 100	4
Connectivité / isolement des stations : % de stations connectées avec un périmètre théorique de dispersion = 500 m	1	de 0% à 25%	0
		de 26% à 75%	1
		+ de 75 %	2

Tableau IV : Résultats de l'évaluation de l'état de conservation pour les différents secteurs géographiques de présence de l'Azuré des paluds (*Maculinea nausithous*) au sein du site NATURA 2000 Rhin-Ried-Bruch (observations sur la période 2002-2005).

Azuré des paluds	Nombre stations ou sites d'observation 2000-2005	Cumul effectifs max. des 5 stations les plus importantes	Connectivité des stations avec rayon théorique 500m	Note finale	Nombre stations 1985-1986	Secteur DocOb Rhin-Ried-Bruch concerné
Bande rhénane Nord Seltz-Lauterbourg	2 (1)	5	0,00%	0	2	1
Bande rhénane Nord Moder	1 (0)	1	0,00%	0	2	1
Bande rhénane Nord Wantzenau - Gamsheim	0	0	0,00%	0	5	2
Bruch de l'Andlau Nord	13 (12)	26	44,44%	5	2	(7)
Bruch de l'Andlau Sud	3 (1)	52	100,00%	4	4	7
Ried de l'III Eschau-Nordhouse	2 (2)	8	0,00%	0	0	(7)
Ried de l'III Erstein-Osthouse	4 (0)	40	25,00%	2	0	7, 2, (3)
Ried de l'III Benfeld	10 (1)	+ 100	50,00%	9	2	7
Ried de la Zembs	7 (0)	+ 100	31,25%	7	3	7
Ried rhénan de Rhinau	2 (1)	2	0,00%	0	2	3, 4
Ried de l'III Sélestat	0	0	0,00%	0	2	7
Ried de l'III Sud Sélestat	6 (2)	58	28,57%	5	5	7
Petite Camargue Alsacienne	2(0)	10	100,00%	1	0	6

(x) nombre de stations ou sites d'observation hors du périmètre ZSC.

Tableau V : Résultats de l'évaluation de l'état de conservation pour les différents secteurs géographiques de présence de l'Azuré de la sanguisorbe (*Maculinea teleius*) au sein du site NATURA 2000 Rhin-Ried-Bruch (observations sur la période 2002-2005).

Azuré de la sanguisorbe	Nombre stations 2000-2005	Cumul effectifs max. des 5 stations les plus importantes	% connectivité des stations avec rayon théorique 500m	Note finale	Nombre stations 1985-1986	Secteur DocOb Rhin-Ried-Bruch concerné
Bande rhénane Nord Seltz-Lauterbourg	0	0	0,00%	0	2	1
Bande rhénane Nord Moder	Absence de données récentes ou historiques					1
Bande rhénane Nord Wantzenau - Gamsheim	0	0	0,00%	0	5	2
Bruch de l'Andlau Nord	5 (3)	67	25,00%	4	2	(7)
Bruch de l'Andlau Sud	7 (1)	+100	100,00%	8	4	7
Ried de l'III Eschau-Nordhouse	3 (3)	8	0,00%	0	0	(7)
Ried de l'III Erstein-Osthouse	4 (0)	11	50,00%	3	0	7, 2, 3
Ried de l'III Benfeld	10 (1)	+ 100	50,00%	9	3	7
Ried de la Zembs	9 (2)	+ 100	42,11%	7	3	7
Ried rhénan de Rhinau	0	0	0,00%	0	2	3, 4
Ried de l'III Sélestat	0	0	0,00%	0	2	7
Ried de l'III Sud Sélestat	4 (1)	20	50,00%	3	5	7
Petite Camargue Alsacienne	Absence de données récentes ou postérieure à 1960					6

(x) nombre de stations ou sites d'observation hors du périmètre ZSC.

La note finale de 8 pour le Bruch de l'Andlau Sud est liée aux observations de 2002 et 2003. Les effectifs ont brutalement chuté en 2004 et sont restés faible en 2005.

La valeur de chaque indicateur est importante à prendre en compte individuellement pour orienter les mesures de conservation des espèces. Le tableau ci-dessous indique les axes de mesures à mettre en œuvre pour améliorer la valeur des indicateurs :

Indicateur	Axes de mesures pour améliorer l'évaluation de l'indicateur
Nombre de stations ou sites d'observation	■ Compléter les inventaires dans les milieux favorables ■ Rétablir des habitats favorables pour les <i>Maculinea</i>
Cumul des effectifs des 5 principales stations (effectif max. observé)	■ Réaliser des suivis phénologiques des stations connues ■ Améliorer les modalités de gestion et/ou étendre les stations
Connectivité / isolement des stations : % de stations connectées avec un périmètre théorique de dispersion = 500 m	■ Compléter les inventaires dans les milieux favorables ■ Créer des corridors comprenant le rétablissement d'habitats favorables pour les <i>Maculinea</i> ■ Améliorer les modalités de gestion et/ou étendre les stations

4.2 : Menaces

Les raisons de la raréfaction des *Maculinea* sont multiples et toutes directement liées à l'évolution du paysage agricole, à l'intensification ou à l'abandon des pratiques agricoles, à l'assèchement des zones humides et à la consommation d'espaces naturels.

L'évolution du paysage agricole préjudiciable aux *Maculinea* se traduit d'une part par l'abandon de la gestion de certaines prairies, ou plutôt près à litière et la fermeture progressive du milieu. Les *Maculinea* peuvent persister pendant quelques années, à priori, tant que la sanguisorbe reste présente. La disparition des habitats favorables aux *Maculinea* peut également être liée à la consommation d'espaces naturels par l'urbanisation. Enfin, les remembrements sont probablement aussi une cause du déclin des espèces du fait de la disparition de haies et de bosquets et de l'homogénéisation des modes d'exploitation sur de grandes surfaces. Parallèlement, à l'évolution du paysage agricole, l'assèchement des zones humides est préjudiciable pour la plante hôte.

Au niveau des **pratiques agricoles**, la fertilisation du sol, le traitement pesticide, le rythme et les dates de fauche ont une influence directe sur les populations de *Maculinea*. Des pratiques non adaptées peuvent détruire complètement une station en une saison.

Depuis de début des années 1990, des mesures agri-environnementales ont été mise en place dans le Ried de l'Ill et le Ried de la Zembs. L'objectif de biodiversité des ces mesures visait deux groupes taxonomiques : l'avifaune des prairies et les espèces végétales patrimoniales. Deux types de contrats « biodiversité » étaient et sont proposés, l'un avec une fauche au 1er juillet, l'autre avec une fauche au 1er septembre. De part la souscription en grande majorité de contrats avec fauche au 1er juillet, la mise en place des ces mesures a probablement eu un impact fort sur les populations des *Maculinea*. Alors qu'il a pu être constaté le développement de populations parfois importantes sur les prairies à deux fauches annuelles en bordure de boisement ou de friches, la fauche des prairies au 1er juillet est totalement incompatible avec le cycle biologique des papillons du fait de la non disponibilité de la plante hôte pour la période de vol des adultes. Les parcelles fauchées au 1er septembre répondent quant à elles assez bien aux exigences des *Maculinea*, mais il peut néanmoins se poser le problème de la persistance de la plante hôte qui, en fonction des secteurs du Ried, apparaît peu compétitive. Les prairies fauchées en septembre sont par ailleurs peu nombreuses et non ciblées sur les stations de *Maculinea*.

La **fragmentation des habitats** favorables aux *Maculinea* a un effet dramatique pour les espèces en provoquant un isolement des petites populations. En l'absence de possibilités d'échanges avec les populations voisines, celles-ci deviennent très vulnérables vis-à-vis de

causes d'extinction déterministes (p.e. gestion inadaptée), ou stochastiques (phénomènes aléatoires naturels), et fragilisées par l'élévation du taux de consanguinité. Il y a en quelque sorte un point de non retour à partir duquel une population gravement affectée dans ses effectifs et sa structure ne pourra pas se reconstituer, malgré tous les efforts de protection des derniers sites existants.

Le **manque de connaissance** adéquate des populations n'est pas considéré comme une cause directe de disparition des *Maculinea* mais il réduit le succès des actions de conservation éventuellement entreprises en faveur de ces papillons.

Pour synthétiser, on peut lister les causes directes conduisant soit à la disparition des habitats, à des échecs de reproduction ou au morcellement des populations :

- la conversion des prairies de fauches en culture ;
- la consommation d'espaces naturels par l'urbanisation ;
- l'augmentation du nombre des fauches annuelles, et notamment celles pratiquées en juillet-août ;
- l'abandon de la gestion des prés à litière et la fermeture des milieux ;
- la destruction des haies et des bosquets limitrophes aux stations ;
- l'assèchement des zones humides ;
- la banalisation et la disparition des plantes hôtes par la fertilisation ;
- les traitements phytosanitaires.

4.3 : Mesures de gestion favorables

D'après une note technique mise au point par le Conservatoire des Sites Alsaciens (2004).

Les principes et les mesures énumérés ci-dessous sont destinés à maintenir et à favoriser les populations de *Maculinea* en appliquant des modalités de gestion des habitats compatibles avec le cycle biologique des espèces. Ces recommandations ne seront pas toujours compatibles avec la présence d'autres espèces patrimoniales susceptibles de vivre dans les mêmes lieux comme par exemple le Coulis cendré, le Râle des genêts ou de nombreuses espèces floristiques. Bien que la plupart des mesures ici proposées, sont à même de répondre également aux objectifs de conservation de nombreuses autres espèces patrimoniales, leur compatibilité devra être vérifiée le cas échéant.

On distingue par ailleurs, les sites à vocation agricole et les sites à vocation conservatoire. La conservation des espèces est possible dans ces deux cadres, mais suppose une adaptation des mesures pour tenir compte de la valorisation des produits. Les mesures définies pour le contexte agricole sont néanmoins subordonnées à une gestion extensive des prairies.

Deux autres axes de mesures pour la conservation des *Maculinea* ne sont pas développés ci-après. Il s'agit du **rétablissement d'habitats favorables aux *Maculinea*** qui peut être mis en œuvre par la restauration de prairies extensives de préférence à proximité d'espaces boisés, et de la **création de corridors écologiques** qui doit être vue sous différents angles selon la nature de l'obstacle. Ces deux types d'actions visent à rétablir les échanges entre les sous-populations et à agrandir les habitats des espèces.

Enfin, des compléments d'inventaire et des suivis phénologiques, selon une méthode standardisée (Transect simple d'observation), sur un large échantillon de stations doivent être considérés comme prioritaire pour améliorer les connaissances de l'écologie des espèces et améliorer l'efficacité des mesures de gestion et de restauration des habitats. Ces inventaires et suivis auront pour objectifs de mieux connaître l'aire d'occupation des

espèces, d'analyser la démographie des populations en fonction de la gestion des sites, de préciser les préférences écologiques de la plante hôte et des fourmis hôtes et de mieux identifier les facteurs défavorables aux espèces. Des tests d'identification des fourmis hôtes devraient également être envisagés.

Compte tenu de la répartition régionale des *Maculinea*, dont beaucoup de stations sont situées hors de sites NATURA 2000, la conservation des espèces au niveau régional dépendra également des actions qui seront entreprises sur les espaces naturels non inclus dans les sites NATURA 2000.

1°- Principes de gestion des habitats pour la conservation des *Maculinea*

- ✿ Sur les zones de présence des espèces, **ne pas créer ou limiter l'impact de la fauche sur les lieux de ponte** (inflorescence de Sanguisorbe), les imagos, les pontes et les larves
 - ➔ Pas de fauche pendant 1 mois avant et après la période de vol des imagos (pas de fauche de début juin à mi-septembre).
- ✿ Appliquer un rythme de fauche compatible avec le maintien de la Sanguisorbe officinale (une faible densité n'est cependant pas incompatible avec la présence des espèces) :
 - ➔ Au moins une fauche tous les 2 ou 3 ans selon la situation pédo-hydro-géomorphologique et le type d'habitat que l'on souhaite conserver (mégaphorbiaie, prairie).
- ✿ Maintenir des **zones refuges** (par bandes ou patches) de taille significative sur les stations. En plus de l'intérêt pour les *Maculinea*, ces zones contribueront au maintien de nombreuses autres espèces. Ces zones peuvent être fixes ou tournantes, fauchées annuellement ou sur un rythme plus long (max. 3 ans). La fauche devra être réalisée à partir de mi-septembre. Lorsque la sanguisorbe est répandue de manière homogène sur une parcelle, il sera préférable de définir une bande refuge qui traverse toute la parcelle plutôt qu'un patch limité sur un bord. Cela permettra aussi d'offrir à chaque rotation de la zone refuge, l'ensemble des conditions favorables aux deux espèces.
- ✿ Conserver les éléments arbustifs ou arborés en bordure de station, proscrire les déboisements à proximité des stations, favoriser éventuellement le développement de friches (jachères avec fauches tardives, cultures à gibier ...) lorsque ce type de milieu est absent.
- ✿ Planter ou laisser se développer une haie de barrage si la station est adjacente à des cultures traitées afin de réduire l'impact des pesticides sur l'entomofaune.
- ✿ Permettre les échanges avec les milieux voisins lorsque ceux-ci abritent des *Maculinea* ou s'ils semblent favorables à la colonisation (présence de la Sanguisorbe, mode de gestion compatible pour les *Maculinea*) :
- ✿ Créer des ouvertures dans les haies pour faciliter les échanges entre les stations proches.
- ✿ Améliorer les connaissances de l'aire d'occupation des espèces :
 - ➔ Poursuivre ou réaliser des inventaires dans les secteurs favorables.
- ✿ Améliorer les connaissances de la dynamique des populations sur les sites :
 - ➔ Mettre en place un suivi annuel des populations selon une méthode standardisée (Line-transect).

Les principes énumérés ci-dessus permettent la mise en place de mesures de gestion favorables au maintien des *Maculinea*. Les modalités de fauches seront adaptées en fonction de la vocation de l'habitat, des contraintes et de la présence d'autres espèces patrimoniales.

2°- Modalités de gestion des habitats

Cas des sites à vocation conservatoire

➤ Modalités de fauche et contraintes

☀ **Manque de portance du sol en milieu humide** conditionnant une fauche estivale (juillet-août) :

- ➔ Laisser une part importante de la station (zone de présence des espèces) non fauchée (zone refuge) par patches ou bande. La zone refuge doit nécessairement en partie couvrir la zone de vol observée des imagos dans le cas où ceux-ci ne sont pas distribués de manière homogène sur la parcelle ;
- ➔ Cette zone refuge peut être fauchée après le 15/9 et jusqu'en mars de l'année suivante (fauche possible en hiver sur sol gelée) ;
- ➔ Si cette zone refuge peut ne pas être fauchée dans l'année, faire une rotation de la zone refuge l'année suivante.

ou

- ➔ Retarder le plus possible la date de fauche de la partie fauchée en été, jamais avant le 20/8.

ou

- ➔ Envisager une fauche précoce d'environ de la moitié de la station :
 - Vérifier l'impact de cette fauche sur la faune et la flore (espèces patrimoniales) ;
 - Pratiquer la fauche au moins 1 mois avant l'émergence des imagos (fin mai/début juin) ;
 - Faire éventuellement et si nécessaire une fauche de regain à la sortie de l'hiver pour un meilleur démarrage de la Sanguisorbe le printemps suivant.

☀ **D'autres espèces d'intérêt patrimonial présentes** sur la station ou bien le maintien de la composition floristique de l'habitat nécessitent une fauche estivale (entre juin et août) :

- ➔ Vérifier l'intérêt effectif de la date de fauche par rapport aux objectifs de conservation des habitats et des espèces ;
- ➔ Mettre en place des zones refuges d'une surface significative, par bande ou par patch :
 - La zone refuge doit nécessairement en partie couvrir la zone de vol observée des imagos dans le cas où ceux-ci ne sont pas distribués de manière homogène sur la parcelle ;
 - Ces zones refuges peuvent être fauchées après le 15/09 et jusqu'en mars de l'année suivante ;
 - Cette zone refuge peut ne pas être fauchée dans l'année, dans ce cas faire une rotation de la zone refuge l'année suivante.

- ☀ La gestion du site est dépendante de la **valorisation des produits**, la fauche intervient alors début juillet ou bien avant s'il n'y a pas d'intérêt avifaunistique :
 - ➔ Mettre en place des zones refuges d'une surface significative, par bande ou par patch :
 - La zone refuge doit nécessairement en partie couvrir la zone de vol observée des imagos dans le cas où ceux-ci ne sont pas distribués de manière homogène sur la parcelle ;
 - ➔ Ces zones refuges peuvent être fauchées après le 15/09 et jusqu'en mars de l'année suivante ;
 - Cette zone refuge peut ne pas être fauchée dans l'année, dans ce cas faire une rotation l'année suivante.

➤ **Techniques**

Lors de la mise en œuvre des opérations de gestion par la fauche, il conviendra :

- ☀ De délimiter les zones refuges par piquetage dans le cas où l'opération est réalisée par un intervenant extérieur ;
- ☀ De réaliser les fauches estivales par beau temps et aux heures chaudes (mobilité des imagos).

Cas des sites à vocation agricole
--

Dans le cas des sites à vocation agricole, l'objectif de l'exploitant est la production de fourrage. Cette exploitation peut selon le cas faire l'objet de mesures agri-environnementales qui visent à concilier une logique de production avec le maintien d'un certain niveau de biodiversité.

Dans le cadre de la conservation à long terme des populations de *Maculinea* en Alsace, et notamment au travers du réseau des sites NATURA 2000, la contribution des prairies à vocation agricole est liée à la mise en place de mesures adaptées et selon un zonage adéquat qui tient non seulement compte de la présence de stations relictuelles mais dont l'objectif sera également d'étendre et de connecter les stations pour reformer des méta-populations fonctionnelles ou équilibrées.

La principale contrainte à l'application des principes de gestion des habitats est liée à la valorisation économique et à l'objectif de production d'un fourrage de qualité. Cependant, en fonction des objectifs de production de l'exploitant et des pertes de production que l'exploitant est prêt à consentir, il est possible de dégager plusieurs scénarii de mode de gestion.

- ☀ Scénario « prairie refuge » (absence de contraintes liée à la perte d'exploitation)
 - ➔ Pas de fertilisation
 - ➔ Pas de traitement pesticide
 - ➔ Pas de fauche jusqu'à 1 mois après la fin de la période de vol des imagos (début juin à mi-septembre)

Ce scénario conditionne une seule fauche par an repoussée à mi-septembre. Il peut à terme faire évoluer la composition floristique vers un état non désirée aussi bien du point de vu de la présence de la Sanguisorbe officinale que de l'exploitant : évolution vers des formations de type cariçaie ou mégaphorbiaie. Ce scénario, proche du contrat MAE III existant, apparaît difficilement compatible avec une valorisation des produits de fauche et introduirait un nouveau niveau de contrainte pour les dates de fauches prévus par les dispositifs agri-environnementaux.

☀ Scénario « prairie refuge » avec une fauche précoce

- ➔ Pas de fertilisation
- ➔ Pas de traitement pesticide
- ➔ Pas de fauche 1 mois avant l'émergence des imagos (début juin)
- ➔ Pas de fauche jusqu'à 1 mois après la fin de la période de vol des imagos (mi-septembre)

Par rapport au précédent, ce scénario introduit une fauche autour de fin mai – début juin limitant ainsi la perte de fourrage. Le principal inconvénient de ce scénario est l'impact négatif sur d'autres espèces faunistiques ou floristiques présentes pour lesquels une fauche précoce n'est pas compatible. Cependant, un grand nombre de prairies des Rieds sont fauchées à cette période, dans le cas de prairies à deux fauches annuelles.

☀ Scénario à impact limité

- ➔ Pas de fertilisation
- ➔ Pas de traitement pesticide
- ➔ Pas de fauche 1 mois avant l'émergence des imagos (début juin)
- ➔ Pas de fauche avant la dernière semaine d'août

En avançant la date de deuxième fauche, on détruit une partie des larves des *Maculinea*. La proportion des larves détruites sera variable en fonction des années et des sites du fait de la variabilité phénologique de la période de vol des papillons. Si le pic d'émergence se produit entre fin juillet et début août, la fauche dans la dernière semaine d'août permet de sauvegarder la majorité des larves de *Maculinea* qui auront déjà gagné les fourmilières.

Pour les autres espèces faunistiques et floristiques présentes, ce scénario présente le même inconvénient que le précédent lié à la première fauche.

☀ Scénario optionnel "zones refuges"

- ➔ Laisser une bande de prairie non fauchée représentant 5 à 10% de la surface de la parcelle. Cette zone refuge doit préférentiellement en partie couvrir la zone de vol observée des imagos dans le cas où ceux-ci ne sont pas distribués de manière homogène sur la parcelle.

ou

- Cette zone refuge peut être fauchée après la mi-septembre
- Cette zone refuge peut ne pas être fauchée dans l'année, dans ce cas, elle doit être déplacée l'année suivante

Ce scénario consiste à maintenir sur une partie de la parcelle les conditions optimales pour le cycle biologique des *Maculinea*, mais également d'offrir un potentiel important d'extension des populations sur des parcelles voisines. Il permet d'améliorer les précédents scénarii et peut être envisagé dans tous les modes de gestion des prairies.

➤ **Conclusion**

Dans le cas des prairies à vocation agricole, la mise en place de zones refuges accompagnant si possible le scénario à impact limité apparaît comme la meilleure mesure à mettre en œuvre pour la conservation des *Maculinea*, selon un zonage pré-établi identifiant les zones de présence des espèces (y compris les sites à vocation conservatoire) et les zones potentielles de reconquête pour améliorer le fonctionnement des méta-populations.

Le scénario « zones refuges » présente les avantages suivants :

- il pourrait être ajouté aux mesures existantes sans modifier les types de contrat existant ;
- il permet un gain de biodiversité important pour la faune et de la flore ;
- il offre un potentiel de recolonisation et de dispersion important pour les populations existantes.

4.4 : Autres espèces de papillons menacées des zones humides

Parmi les autres espèces de papillons des zones humides et considérées comme menacées, le Cuivré des marais fait l'objet d'une monographie identique à celle-ci. L'Azuré des mouillères (*Maculinea alcon*), protégé au niveau national, est actuellement considéré comme disparu en Alsace (ODONAT, 2003) et notamment des Rieds où il vivait sur la *Gentiane pneumonanthe*. L'espèce avait comme statut en 1984 (SCHEUBEL, 1984) : espèce très menacée moins de 5 petites colonies connues. Seul son homologue thermophile, vivant sur les pelouses sèches calcicoles, *Maculinea rebeli*, semble se maintenir sur deux ou trois stations alsaciennes des collines calcaires bas-rhinoises et du Jura alsacien.

Une autre espèce de papillons inscrite à l'annexe II de la Directive habitat, le Damier de la succise (*Euphydryas aurinia*) semble également avoir disparue du Ried. Pour la plaine, seules des petites populations ont pu être retrouvées en 2005 sur des sites du Conservatoire des Sites Alsaciens dans le Ried d'Epfig. L'espèce, dépendante de surface non fauchées d'une année sur l'autre, a également été observée en 2005 dans le val de Villé (Biosphère comm. pers.). Sa présence actuelle dans le Ried Centre Alsace et le Bruch de l'Andlau ne peut être complètement exclue. En cas de redécouverte, des mesures de gestion spécifiques à cette espèce seront à envisager.

Avec la disparition probable dans les Rieds au cours des dernières décennies de ces deux espèces de papillons emblématiques et directement liées aux prairies humides, la conservation de l'Azuré de la sanguisorbe et de l'Azuré des paluds apparaît prioritaire et devrait bénéficier d'une importante attention tout comme la conservation des espèces floristiques patrimoniales, du Courlis cendré ou du Rôle des genêts.

5. Bibliographie

BENSETTITI F., GAUDILLAT V. (Coord.), 2004.- Cahier d'habitat NATURA 2000, connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire - Tome 7 : espèces animales. Muséum National d'Histoire Naturelle. La documentation française. 353 p.

BRAUD Y., 1998. Un exemple de suivi scientifique de la faune : le suivi des lépidoptères protégés de zones humides en Rhône-Alpes. Document CREN Rhône-Alpes. 86 p.

CONSERVATOIRE DES SITES LORRAINS (CSL), 2001. Connaissance des populations d'Azuré des paluds (*Maculinea nausithous*) et d'Azuré de la sanguisorbe (*Maculinea teleius*) en Lorraine. Bilan des prospections 2001 et propositions de mesures de gestion. Conservatoire des Sites Lorrains, DIREN Lorraine. 14 p. + annexes.

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS, 2003. Contribution à l'inventaire de trois espèces de papillons menacées des zones humides. Rapport de projet. Appel à projet de la Fondation Nature et Découvertes : Insectes en danger. 12 p. + annexes.

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS, 2004. Gestion des habitats prairiaux et conservation des *Maculinea* liés à la Sanguisorbe officinale : *Maculinea teleius* et *Maculinea nausithous*. Note technique. Document interne. 8 p.

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS, 2005. Base de données cartographique des stations alsaciennes de *Maculinea nausithous* et *Maculinea teleius* inventoriées dans la période 2002-2004 issue de la contribution à l'inventaire de trois espèces menacées de papillons des zones humides (Conservatoire des Sites Alsaciens, 2002-2004). Document interne.

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS & OFFICE NATIONAL DES FORETS (Coord.), 2004. Référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane : Description, états de conservation & mesures de gestion. Programme LIFE Nature 2002-2005 de conservation et restauration des habitats de la bande rhénane. 158 p.

CREN Rhône-Alpes, 1999. La gestion et le suivi des papillons remarquables de marais et tourbières. Cahier technique n°5. 10 p.

DENNY CONSULTANT, 1994. NATURA 2000, Contribution à l'inventaire. Ministère de l'Environnement, DIREN Alsace. 901p. + annexes.

DEMERGES D. & BACHELARD P., 2002. Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France. Office pour les Insectes et leur Environnement du Languedoc-Roussillon. Réserves Naturelles de France. 29 p. + annexes.

DUPONT P., 2000. Programme national de restauration pour la conservation des lépidoptères diurnes (Hesperiidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae et Nymphalidae) Première phase : 2001-2004. Document OPIE : 188 p.

EBERT G. & RENNWALD E., 1991. Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band 2 - Tagfalter II. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 635 p.

FELDTRAUER J.-J., 1989. Liste commentée des Lépidoptères diurnes (Rhopalocères) nécessitant une protection en Alsace. Société Entomologique de Mulhouse. Atelier d'Ecologie Rurale et Urbaine, DRAE Alsace. 47 p.

LACROIX M., RICHARD P., (CONSERVATOIRE DES SITES LORRAINS), 2002. Site de la confluence Moselette-Moselotte. Etude préalable à la désignation pour le réseau NATURA 2000. *Maculinea nausithous*. Conservatoire des Sites Lorrains. DIREN Lorraine. 28 p.

LAFRANCHIS T., 2000. Les papillons de jour de France, Belgique et du Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénopé. BIOTOPE, Mèze, France. 448 p.

LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE, 1994. Tagfalter und ihre Lebensräume : Arten, Gefährdung, Schutz. Ed.: Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel.

LHONORE J., 1998. Biologie, écologie et répartition de quatre espèces de Lépidoptères Rhopalocères protégés (Lycaenidae, Satyridae) dans l'ouest de la France. Rapport d'études de l'OPIE. Vol 2. 73 p.

MUNGUIRA M.-L. & MARTÍN J., 1999. Action plan for Maculinea butterflies in Europe. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention). Nature and environment, No. 97. Council of Europe Publishing, 1999 : 64 p.)

ODONAT (coord.), 2003. Les listes rouges de la nature menacée en Alsace. Collection Conservation Strasbourg : 480 p.

PREISS F., KNIBIELY P., 2003. Plan de gestion de la Réserve PCA 2003-2007. Association Petite Camargue Alsacienne.

RICHARD A., 1997. Population, déplacement, écologie de la fourmi hôte et conservation de l'Azuré des paluds *Maculinea nausithous* Brgrstr. au Val-de-Ruz (Lepidoptera Lycaenidae). Travail de diplôme. Université de Neuchâtel. 57 p.

ROZIER Y., 1999. Contribution à l'étude de la biologie de la conservation de *Maculinea* sp. dans les zones humides de la vallée du Haut-Rhône. Thèse. Université Claude Bernard - Lyon I. 230 p.

ROZIER Y., MORAND A. & DARINOT F., 2001. Comment gérer l'habitat d'une plante et d'une fourmi pour sauver un papillon. Le Courrier de la Nature n°193 : 34-39.

SETTELE J., 1998. Metapopulationsanalyse auf Rasterdatenbasis. Möglichkeiten des Modelleinsatzes und der Ergebnisumsetzung im LandschaftsmaSSstab am Beispiel von Tagfaltern, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart - Leipzig.

SCHEUBEL A., 1985. Lépidoptères aparastemia = Rhopalocères d'Alsace. Encyclopédie de l'Alsace. Vol. 10 : 5822-5823.

TOLMANN T. & LEWINGTON R., 1999. Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du nord. Delachaux et Niestlé SA, Lausanne, Paris, Lausanne. 320 p.

TREIBER R., 2002. Les libellules, les sauterelles et les papillons diurnes de la réserve naturelle du delta de la Sauer et des zones limitrophes. Communes de Munchhausen et de Seltz (Département du Bas-Rhin). Conservatoire des Sites Alsaciens. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Document provisoire : 40 p.

TREIBER R., 2001. Lépidoptères diurnes de la Forêt de l'III et des zones riveraines. Ville de Sélestat, Office National des Forêts. LIFE Nature Ried de l'III à Sélestat. 24 p.

WARDLAW J.C., ELMES G.W. & THOMAS J.A., 1998. Techniques for studying *Maculinea* Butterflies : II. Identification guide to *Myrmica* ants found on *Maculinea* sites in Europe. *Journal of Insect Conservation* 2 : 119-127.

WYNHOFF I., 1996. International Maculinea Workshop. Dutch butterfly Conservation. De Vlinderstichting. 71 p.