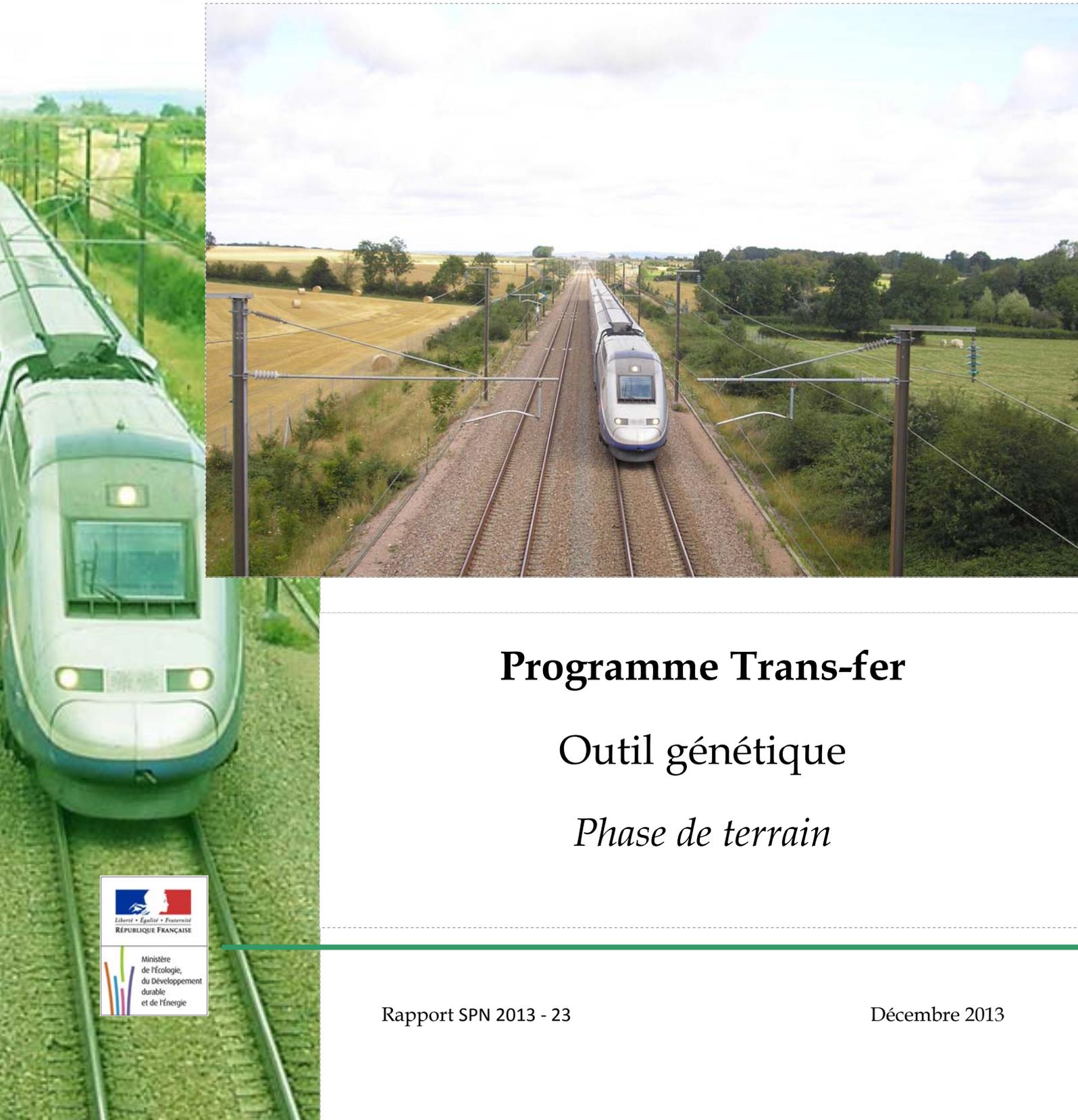




**Muséum  
national  
d'histoire  
naturelle**

Direction de la Recherche, de l'Expertise et de la Valorisation  
Direction Déléguée au Développement Durable, à la Conservation de la Nature et à l'Expertise  
**Service du Patrimoine Naturel**

Romain Sordello & Géraldine Conryut-Rogéon (coord.),  
Laura Douard, Benoît Legros, Arnaud Tanguy, Marianne Vargac, Julien  
Touroult, Olivier Delzons, Renaud Puissauve



## **Programme Trans-fer**

### Outil génétique

### *Phase de terrain*



## Le Service du Patrimoine Naturel (SPN)

### Inventorier - Gérer - Analyser - Diffuser

Au sein de la direction de la recherche, de l'expertise et de la valorisation (DIREV), le Service du Patrimoine Naturel développe la mission d'expertise confiée au Muséum national d'Histoire naturelle pour la connaissance et la conservation de la nature. Il a vocation à couvrir l'ensemble de la thématique biodiversité (faune/flore/habitat) et géodiversité au niveau français (terrestre, marine, métropolitaine et ultra-marine). Il est chargé de la mutualisation et de l'optimisation de la collecte, de la synthèse et la diffusion d'informations sur le patrimoine naturel.

Placé à l'interface entre la recherche scientifique et les décideurs, il travaille de façon partenariale avec l'ensemble des acteurs de la biodiversité afin de pouvoir répondre à sa mission de coordination scientifique de l'Inventaire national du Patrimoine naturel (code de l'environnement : L411-5).

**Un objectif** : contribuer à la conservation de la Nature en mettant les meilleures connaissances à disposition et en développant l'expertise.

En savoir plus : <http://www.mnhn.fr/spn/>

Directeur : Jean-Philippe SIBLET

Adjoint au directeur en charge des programmes de connaissance : Laurent PONCET

Adjoint au directeur en charge des programmes de conservation : Julien TOUROULT



Porté par le SPN, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de mutualiser au niveau national ce qui était jusqu'à présent éparpillé à la fois en métropole comme en outre-mer et aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance, l'expertise et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : <http://inpn.mnhn.fr>

## **Programme Trans-fer - Analyse de la TRANSparence écologique des infrastructures FERroviaires et préconisations**

Convention MNHN/RFF/CNRS/ECOSPHERE/CETE-EST

### MNHN :

**Julien Touroult**, Directeur adjoint en charge des programmes de conservation N2000 et TVB  
**Romain Sordello**, Coordination générale et échantillonnage Bourgogne/Lorraine  
**Géraldine Conruyt-Rogeon**, Échantillonnage Franche-Comté/Rhône-Alpes

### *Experts sollicités pour les espèces :*

Jean-Christophe De Massary, Amphibiens  
Pascal Dupont, Lépidoptères  
Patrick Haffner, Mammifères  
Arnaud Horellou, Coléoptères  
Christine Rollard, Araignées  
Audrey Savouré-Soubelet, Mammifères

### *Participants au terrain :*

Géraldine Conruyt-Rogeon  
Olivier Delzons  
Laura Douard  
Benoît Legros  
Renaud Puissauve  
Romain Sordello  
Arnaud Tanguy  
Marianne Vargac

### *Secrétariat pour matériel et missions :*

Sylvie Chevallier  
Mélanie Hubert  
Fabienne Rue

### *Remerciements à :*

Toute l'équipe du SPN de Brunoy pour la collecte des bouteilles et des boîtes d'œuf et en particulier à Fabienne Rue, secrétaire  
Khaldia Akkari et Marielle Peroz pour le prêt de leur loupe binoculaire  
Pascal Delpy et Céryl Techer (Site de Brunoy) pour l'achat de matériel  
L'hôtel de Madine (Heudicourt-sous-les-Côtes)  
L'hôtel de La Poste (Saulieu)  
Laurent Godé du Parc naturel régional de Lorraine  
Philippe Pagnez de la Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement (DREAL) de Bourgogne  
Nicolas Varanguin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun (SHNA)  
Sébastien Hesse de la Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement (DREAL) de Lorraine

### **Référence du rapport conseillée :**

SORDELLO R. & CONRYUT-ROGEON G. (coord.), DOUARD L., LEGROS B., TANGUY A., VARGAC M., TOUROULT J., DELZONS O., PUISSAUVE R. (2013). *Programme Trans-fer - Outil génétique - Phase de terrain*. Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) - Service du Patrimoine naturel (SPN). 172 pages.

**1<sup>ère</sup> de couverture :** Ligne grande vitesse Paris-Lyon en Bourgogne (R. Sordello)

**4<sup>ème</sup> de couverture :** *Abax parallelepipedus* (R. Sordello), *Salamandra salamandra* (R. Sordello), *Maniola jurtina* (L. Douard)

# SOMMAIRE

<b>I. Introduction : évaluer l'impact d'une ligne ferroviaire avec l'outil génétique .....</b>	<b>7</b>
I.1. Le programme Transfer .....	7
I.2. L'outil génétique .....	8
I.3. Le MNHN-SPN .....	8
<b>II. Les zones d'études concernées .....</b>	<b>11</b>
II.1. Tronçon LC en Franche-Comté.....	11
II.2. Tronçon LC en Rhône-Alpes .....	11
II.3. Tronçon LGV Est en Lorraine.....	11
II.4. Tronçon LGV Paris-Lyon en Bourgogne.....	11
<b>III. Les espèces échantillonnées .....</b>	<b>18</b>
III.1. Critères et processus de sélection .....	18
III.2. Présentation des espèces choisies .....	19
<b>IV. Le protocole d'échantillonnage .....</b>	<b>30</b>
IV.1. Méthode générale .....	30
IV.2. Processus de prélèvement pour chaque espèce .....	30
<b>V. Les sites d'échantillonnage .....</b>	<b>54</b>
V.1. Pour la Salamandre tachetée.....	54
V.2. Pour le Myrtil.....	58
V.3. Pour le piégeage des Coléoptères .....	62
<b>VI. Les sessions de terrains et le temps de prospections .....</b>	<b>102</b>
VI.1. Déroulé de l'échantillonnage par sessions .....	102
VI.2. Déroulé de l'échantillonnage par espèces .....	103

<b>VII. Le traitement des échantillons après récolte .....</b>	<b>108</b>
VII.1. Processus commun.....	108
VII.2. Résultats de l'échantillonnage .....	108
<b>VIII. Discussion &amp; conclusion.....</b>	<b>153</b>
VIII.1. Commentaire général.....	153
VIII.2. Commentaires par espèce .....	153
VIII.3. Conclusion .....	155
<b>IX. Références.....</b>	<b>157</b>
IX.1. Littérature.....	157
IX.2. Sites internet.....	161
<b>X. Lexiques.....</b>	<b>163</b>
X.1. Liste des initiales, sigles et abréviations .....	163
X.2. Liste des figures.....	163
X.3. Liste des planches .....	168
X.4. Liste des tableaux.....	169



# I. INTRODUCTION

# I. INTRODUCTION : EVALUER L'IMPACT D'UNE LIGNE FERROVIAIRE AVEC L'OUTIL GENETIQUE

## I.1. Le programme Transfer

La réduction et la fragmentation des habitats (Vandewoestijne *et al.*, 2005) sont actuellement considérées comme des causes majeures de l'érosion de la biodiversité et les infrastructures linéaires de transports (ILT) ont été identifiées comme l'un des principaux facteurs responsables de cette fragmentation (Gerlach & Musolf, 2000 ; Jackson, 2000 ; Glista *et al.*, 2007).

Les effets et menaces occasionnés par les ILT sont multiples ; on note à la fois :

- des effets directs tels que la perte d'habitats (De Saadeler *et al.*, 2003) ou de la mortalité causée par les collisions (Glista *et al.*, 2007 ; Clewenger *et al.*, 2003 ; Clewenger *et al.*, 2001 ; Jackson, 2000),

- des effets de long terme dus à la disparition d'interactions paysagères de par l'effet barrière (Forman & Alexander, 1998 ; Coffin, 2007). Ces ruptures de flux engendrent parfois une diminution de l'abondance, de la densité et de la diversité spécifique et entraînent une réduction de la viabilité des populations (Scherer *et al.*, 2012 ; Cushman, 2006 ; Vandewoestijne *et al.*, 2005 ; Jackson, 2000).

Pour permettre le passage transversal de la faune malgré la présence d'ILT, des ouvrages spécifiques sont construits depuis une quarantaine d'années. Mais, l'essentiel de ces mesures portent donc majoritairement sur les lignes nouvelles et on assiste à une demande croissante de rétablir des continuités écologiques sur les réseaux existant. Pour cela, il est nécessaire d'évaluer les impacts occasionnés par les voies ferrées sur la biodiversité mais cette connaissance scientifique de la transparence des infrastructures de transport reste modeste (Allag-Dhuisme *et al.*, 2010) et elle est même particulièrement lacunaire concernant le rail (Savouré-Soublet *et al.*, 2012). Par ailleurs, l'évaluation de l'efficacité des ouvrages de franchissement est elle aussi assez récente et très souvent axée uniquement sur les vertébrés (Carsignol, 2006).

En 2007, le Grenelle de l'Environnement a souligné l'importance d'agir face au phénomène de la fragmentation des habitats. Le Ministère en charge de l'écologie s'est alors engagé dans une nouvelle politique, la Trame Verte et Bleue (TVB), afin de préserver et de restituer les continuités écologiques en conciliant aménagement du territoire et préservation de la biodiversité. Plus largement, le MEDDE a mis cet enjeu au cœur des politiques publiques et notamment de sa Stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020 (Ministère de l'écologie, du Développement durable et de l'énergie 2011). Des appels à projet « Restauration des continuités écologiques » ont été lancés dès 2010.

C'est dans ce contexte que Réseau Ferré de France (RFF) a souhaité s'engager en soumettant le projet « Trans-fer » (Analyse de la TRANSparence écologique des infrastructures FERroviaires et préconisations) à l'un de ces appels à projet. L'objectif de Transfer est d'évaluer la fragmentation occasionnée par les voies ferrées sur la biodiversité. Le projet piloté par RFF est basé sur un partenariat avec le bureau d'étude Écosphère, le CETE de l'Est et le MNHN-SPN.

Le projet Transfer est innovant de part :

- sa couverture taxonomique : plusieurs groupes biologiques de faune sont étudiés des invertébrés aux vertébrés (amphibiens, mammifères et insectes). De cette façon, il vise des espèces aux traits de vie distincts et aux sensibilités différentes faces à la fragmentation (mode de déplacement, ...)
- son montage, qui combine expertise et recherche et ayant pour objectif de réinjecter cette connaissance ensuite dans des mesures opérationnelles de restauration,
- la considération des infrastructures de transport réellement par tronçon et non ponctuellement au niveau seulement de leurs ouvrages transversaux,
- le nombre de tronçons considérés (quatre), mélangeant Ligne grande vitesse (LGV) et ligne classique.

## **I.2. L'outil génétique**

La génétique du paysage est une méthode utilisée en recherche, sur la thématique des continuités écologiques et dans le domaine de l'écologie du paysage. Le développement de la biologie moléculaire, des outils statistiques et de la géographie ont notamment participé à son émergence (Manel *et al.*, 2003). Cet outil mobilise l'ADN des individus étudiés, support de leur information génétique.

Dans la nature, les individus d'une même espèce se dispersent en plusieurs populations, évoluant chacune de leur côté. On peut assister à une diversification des populations, cependant, et le plus souvent, ces populations continuent à échanger des individus par migration et ce flux tend à homogénéiser les populations (brassage génétique) et à limiter leur diversification. En réalisant un génotypage d'ADN de ces populations, on obtient des distances génétiques et des indices de différenciation ( $F_{st}$ ) entre populations. En écologie du paysage, cet outil permet ainsi de mesurer des déplacements, d'évaluer l'influence de la structure du paysage sur le flux de gène des populations et donc une éventuelle rupture de la fonctionnalité due à des éléments fragmentants (Cushman, 2006 ; Manel *et al.*, 2003 ; Jehle et Arntzen, 2002).

Dans le programme Transfer, il a été décidé d'utiliser l'outil génétique pour évaluer la transparence globale des tronçons ferroviaires choisis. Quatre espèces de trois groupes différents, souvent peu étudiées lors de projets de rétablissement de continuités écologiques mais potentiellement sensibles à la fragmentation du paysage ont été sélectionnées :

- un amphibien, la Salamandre tachetée (*Salamanca, salamandra* (Linnaeus, 1758)),
- un lépidoptère, le Myrtil (*Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758)),
- deux espèces de carabes, le Carabe des bois (*Carabus nemoralis* (O.F. Müller)) et la Féronie noire (*Abax parallelepipedus* (Piller et Mitterpacher, 1783)).

Cette partie de l'étude Transfer a été confiée au MNHN-SPN en collaboration avec le CNRS de Moulis (équipe de Michel Baguette), en complément de la partie menée par Ecosphère sur d'autres espèces et selon d'autres techniques de suivi (photopiégeage par exemple).

## **I.3. Le MNHN-SPN**

Le MNHN-SPN assure une mission d'expertise scientifique et technique auprès du Ministère de l'écologie concernant le programme Trame verte et bleue. Dans ce cadre, il participe aux réflexions nationales telles que celles portant sur le suivi et l'évaluation de cette politique publique. A ce titre, le SPN a été amené à effectuer des propositions au MEDDE pour suivre et

évaluer l'efficacité des Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE). La mobilisation de l'outil génétique fait partie de ces propositions (Sordello *et al.*, 2012 ; Sordello *et al.*, 2011).

La participation au programme Transfer est ainsi à la fois une diversification des missions du SPN sur le thème des continuités écologiques tout en visant un retour d'expérience à réinjecter pour le suivi et l'évaluation du projet TVB.

Dans le programme Transfer, le MNHN-SPN a été chargé :

- de la phase de préparation en amont du terrain en collaboration avec le CNRS de Moulis (choix des espèces, stabilisation du protocole, ...),
- de mener la phase de terrain d'échantillonnage à proprement parlé.

La phase d'analyse génétique et d'interprétation est confiée au CNRS de Moulis.



## **II. LES ZONES D'ÉTUDES CONCERNÉES**

## **II. LES ZONES D'ETUDES CONCERNEES**

Le programme Transfer concerne quatre tronçons de lignes ferroviaires d'environ vingt kilomètres de longueur (cf. Figure 1) :

- deux tronçons de lignes classiques (LC) : l'un entre Besançon et Mouchard (Région Franche-Comté) et l'autre entre Saint-Amour et Bourg-en-Bresse (Région Rhône-Alpes),
- deux tronçons de lignes à grande vitesse (LGV) : LGV Paris-Lyon en Bourgogne et LGV Est en Lorraine.

Les tronçons ferroviaires ont été sélectionnés de manière à présenter deux types de milieux (faisant échos aux sous-trames de la TVB) : des milieux ouverts (prairies, pelouses, etc.) et des milieux dits fermés (forêts de feuillus, de conifères, etc.).

### **II.1. Tronçon LC en Franche-Comté**

Le tronçon est situé au sud-ouest de Besançon à cheval sur le Doubs et le Jura. Globalement la ligne est parallèle et à l'ouest de la N83, depuis Abbans-dessous jusqu'à Mouchard (cf. Figure 2).

### **II.2. Tronçon LC en Rhône-Alpes**

Le tronçon est situé dans l'Ain, entre Bourg en Bresse et Saint-Amour. Le tronçon est compris entre l'A39 et la D1083 auxquelles il est parallèle (cf. Figure 3).

### **II.3. Tronçon LGV Est en Lorraine**

Le tronçon est situé au sud ouest de Metz, à cheval sur les départements de la Meuse et de la Meurthe-et-Moselle, à proximité du Lac de Madine. La zone d'étude s'étend globalement de Vigneulles-les-Hattonchâtel et le Bois communal de Villecey-sur-Mad (cf. Figure 4). Le tronçon traverse le Parc naturel régional (PNR) de Lorraine.

### **II.4. Tronçon LGV Paris-Lyon en Bourgogne**

Le tronçon est situé à l'ouest de Saulieu en Côte d'Or. Le tronçon correspond globalement à la partie de voie ferrée située entre les départementales D70 (ouest de Précy-sous-Thil) et D906 (sud-est de Saulieu) (cf. Figure 5). Le tronçon traverse le PNR du Morvan.

## Planche 1 : SCAN 25 et aperçus des zones d'études

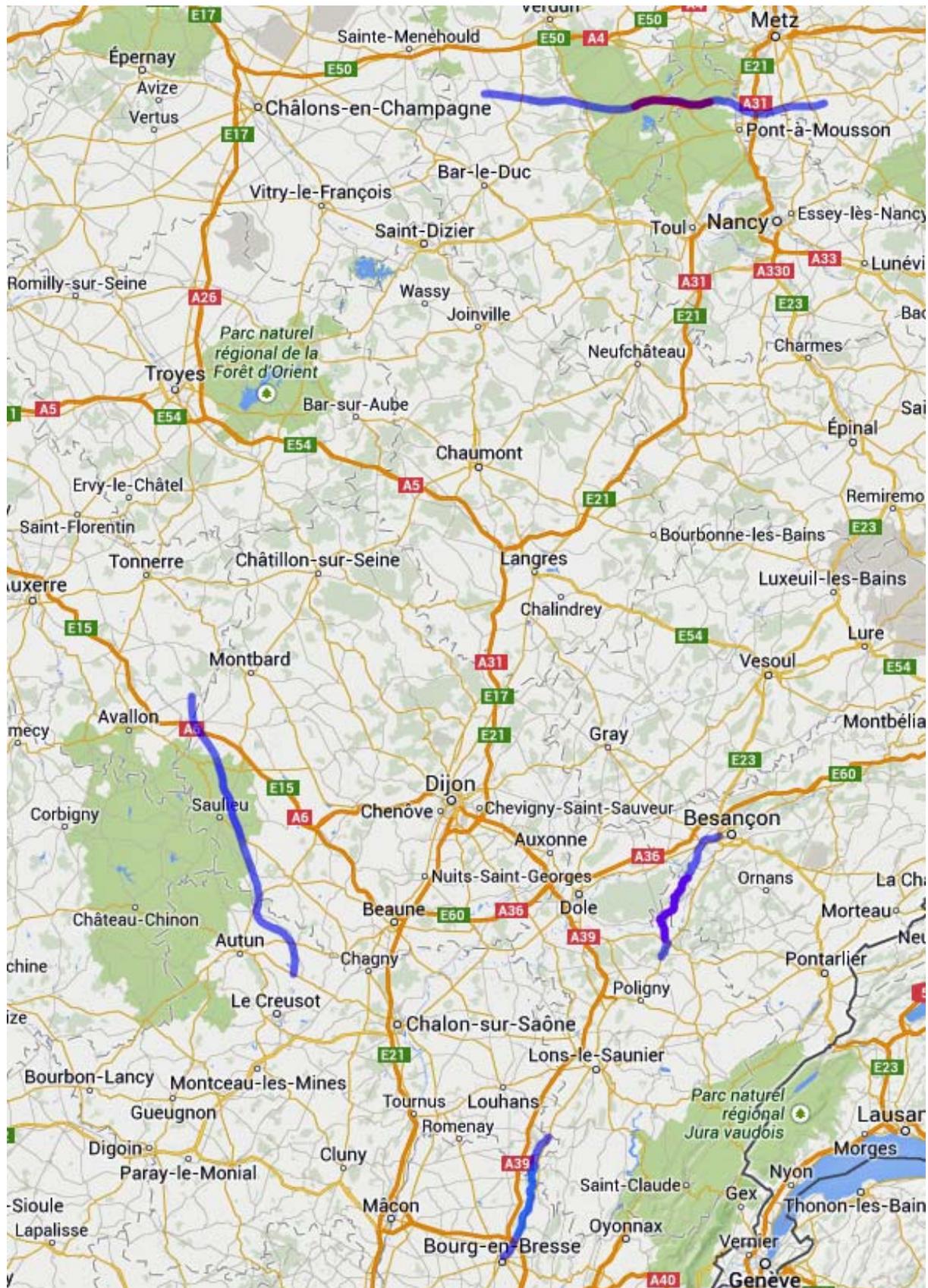


Figure 1 : Portions de ligne incluant les quatre tronçons choisis

Source : Google maps

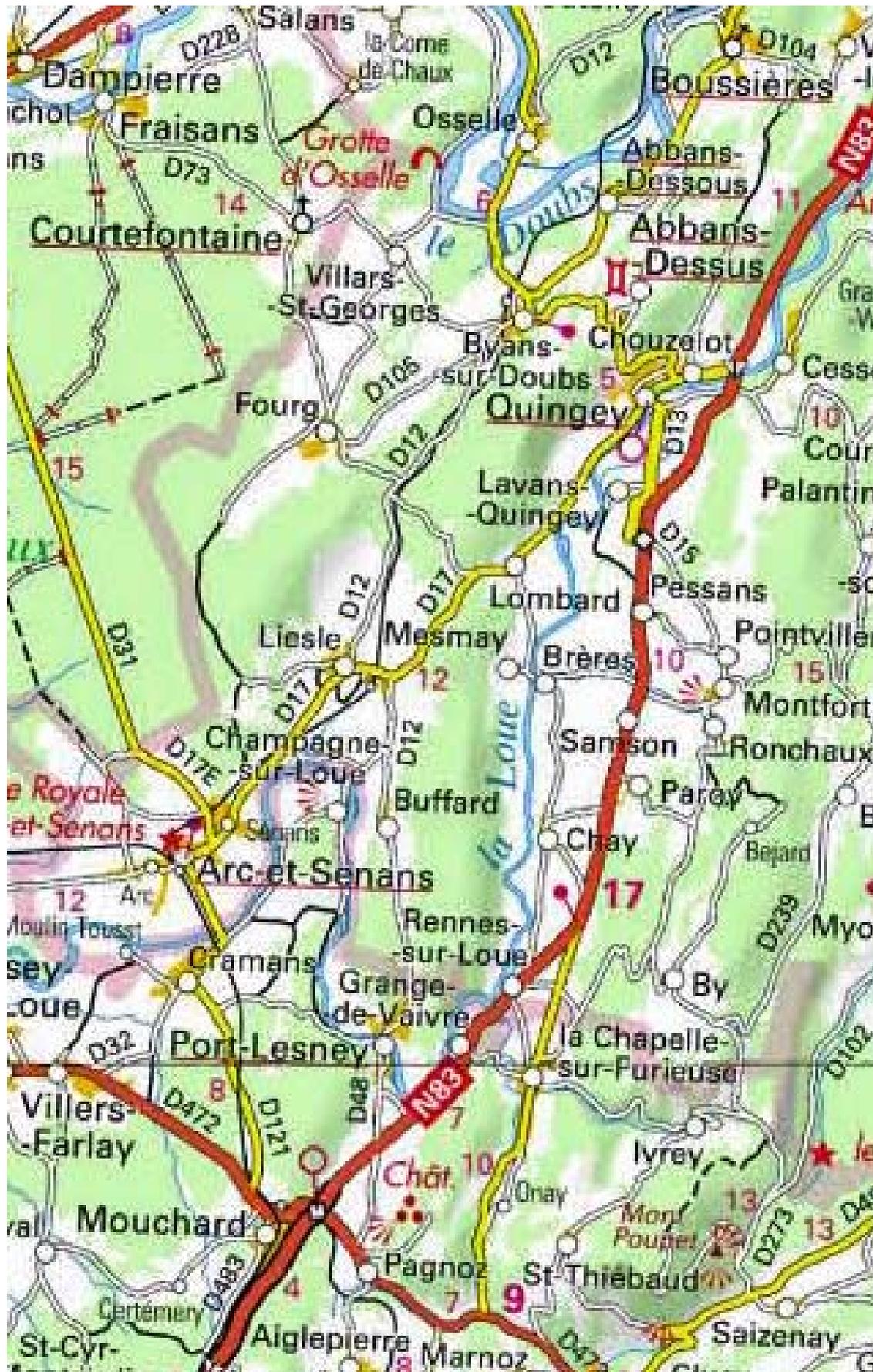


Figure 2 : Tracé sur SCAN 25 du tronçon de LC sélectionné en Franche-Comté  
 Source : Geoportail



Figure 3 : Tracé sur SCAN 25 du tronçon de LC sélectionné dans l'Ain  
 Source : Geoportail

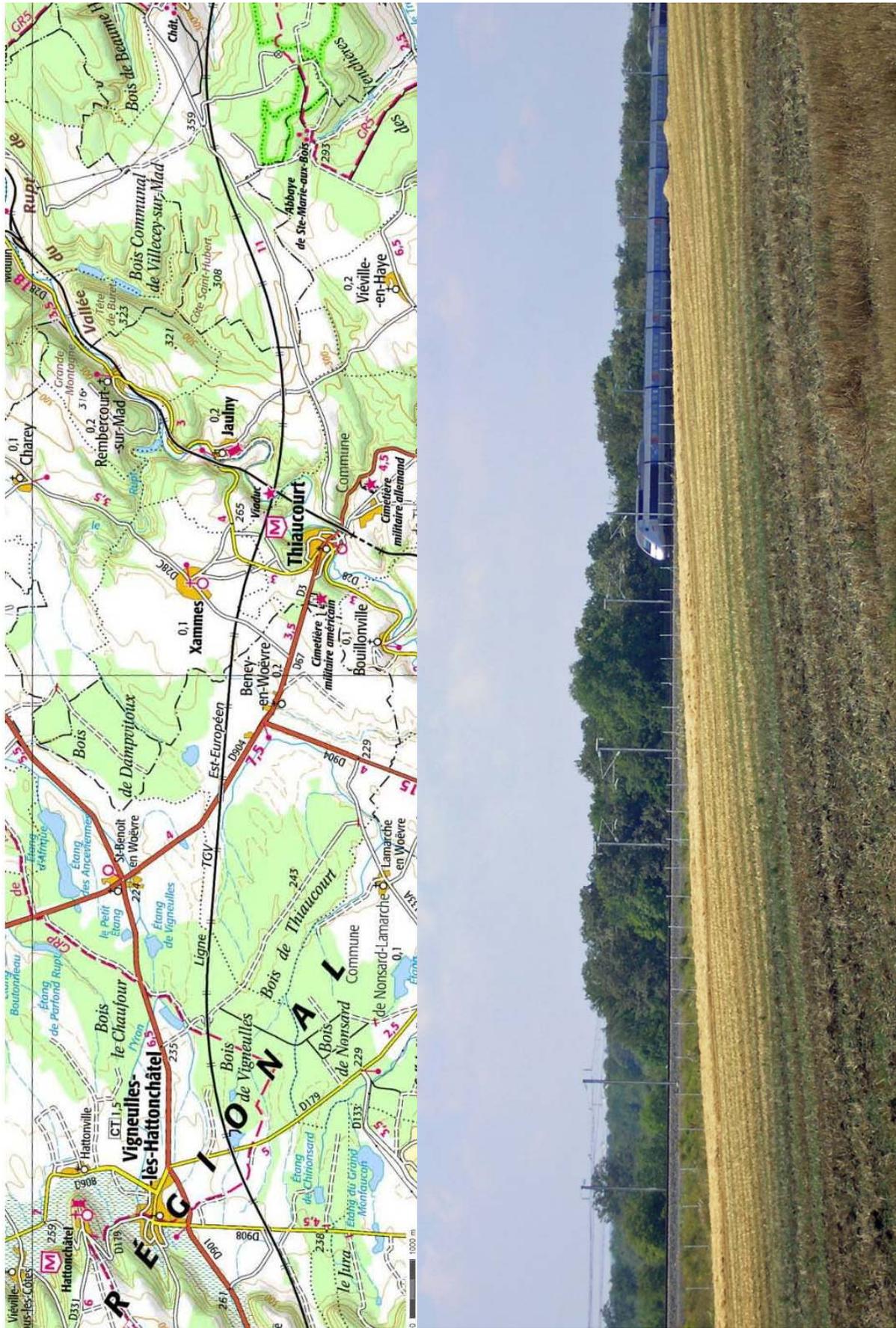


Figure 4 : Aperçu du tronçon de LGV sélectionné en Lorraine et tracé sur SCAN 25  
 Source : Geoportail ; Photo R. Sordello

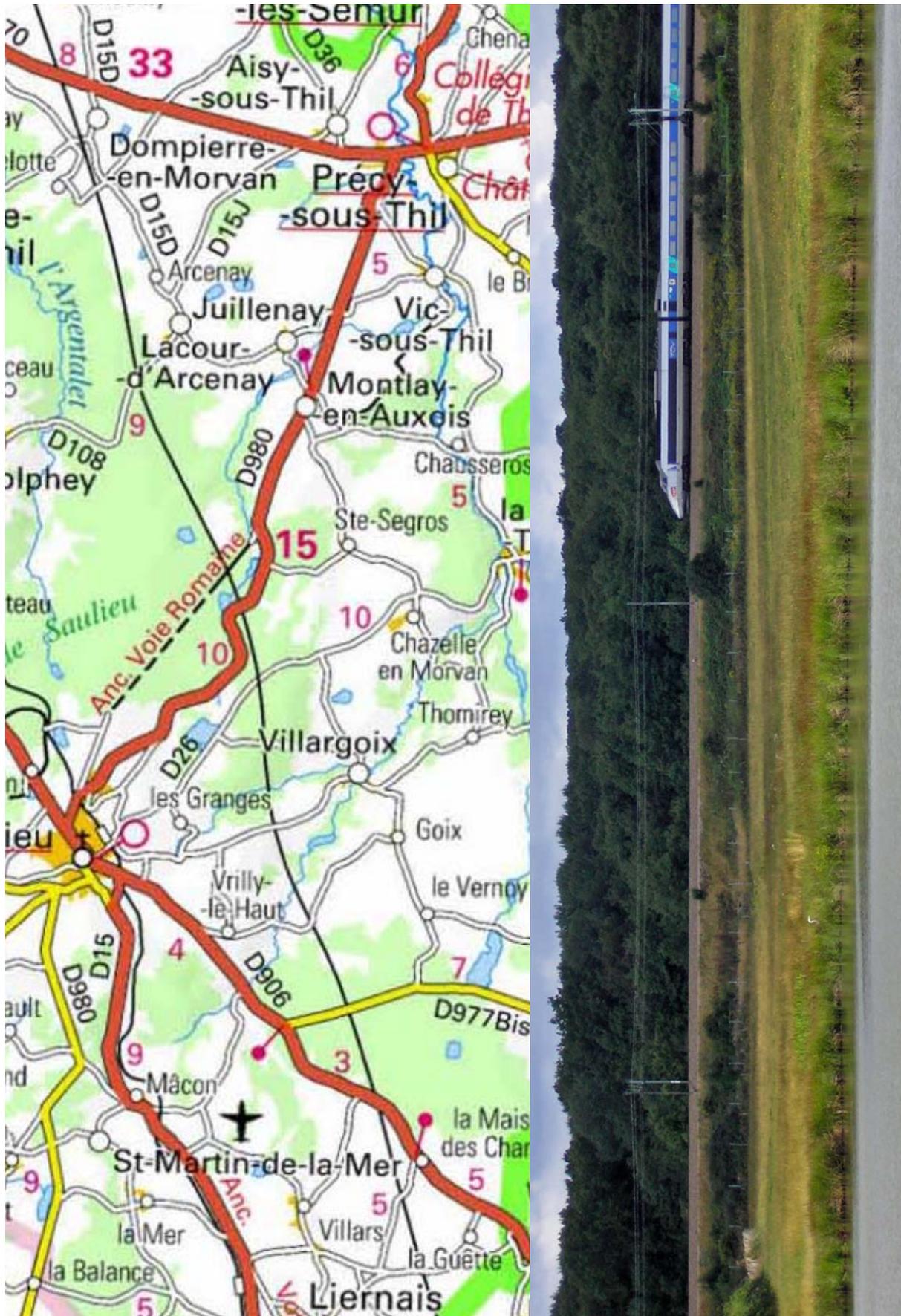


Figure 5 : Aperçu du tronçon de LGV sélectionné en Lorraine et tracé sur SCAN 25  
Source : Geoportail ; Photo R. Sordello



### **III. LES ESPÈCES ÉCHANTILLON- NÉES**

# III. LES ESPECES ECHANTILLONNEES

## III.1. Critères et processus de sélection

Au sein de la petite faune et sur des groupes biologiques venant en complément de ceux étudiés par Écosphère, le choix de quatre espèces a été effectué en vue d'un échantillonnage génétique.

Le fait de viser l'outil génétique a impliqué certains critères pour la sélection de ces espèces. Celles-ci devaient :

- être plutôt spécifiques des milieux ouverts ou des milieux fermés,
- être sensibles à la fragmentation de ces milieux,
- disposer de séquences microsattellites connues pour les analyses génétiques afin de ne pas rajouter de coût lié au génotypage,
- être à cycle de reproduction rapide afin de maximiser les chances de détecter, s'il existe, un impact des lignes ferroviaires sur le patrimoine génétique des individus,
- être relativement faciles à échantillonner, ce qui inclut à la fois d'être commune (présente sur les quatre zones d'études), relativement abondante sur le terrain (effectifs nombreux lorsque l'espèce est présente) et facile à identifier soit directement soit avec recours à la loupe binoculaire. Les critères d'abondances visent une optimisation du temps et des coûts d'échantillonnage ainsi qu'une minimisation des impacts dus à ces prélèvements sur les populations,
- faire l'objet d'une connaissance scientifique bibliographique plutôt riche sur la biologie et l'écologie afin d'établir un protocole d'échantillonnage cohérent et de pouvoir interpréter les résultats ensuite en les comparant à ce que dit la littérature,
- ne pas faire courir aux personnels de risque en termes d'hygiène et de sécurité lors des manipulations,
- permettre des prélèvements non létaux dans la mesure du possible pour des raisons éthiques.

La démarche de sélection des espèces s'est alors faite selon un processus d'élimination d'espèces ne remplissant pas ces critères. Les possibilités se sont avérées finalement assez limitée. Peu d'espèces maximisent l'ensemble des critères et des compromis ont du être effectué.

A titre d'exemple :

- le Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780)), initialement intégré parmi les 4 espèces choisies, a du être abandonné pour des raisons sanitaires (fièvre hémorragique transmissibles aux humains),
- le choix d'une araignée a du être délaissé par manque de connaissances (génétique comme bibliographique).

A l'échelle de l'ensemble de la sélection, l'objectif était également de disposer d'un panel d'espèces :

- de milieux différents (ouverts et fermés),
- aux modes de déplacements différents,
- aux traits de vie différents (distances de dispersion par exemple)

## III.2. Présentation des espèces choisies

### III.2.1 Les quatre espèces sélectionnées

Quatre espèces ont été choisies (cf. Tableau 1) au regard des critères évoqués ci-dessus (cf. Tableau 3).

Amphibiens	<i>Salamandra salamandra</i> (Linnaeus, 1758) - Salamandre tachetée (cf. Figure 6)
Lépidoptères	<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758) - Myrtil (cf. Figure 7)
Coléoptères	<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller & Mitterpacher, 1783) - Féronie noire (cf. Figure 8) <i>Carabus nemoralis</i> O.F. Müller, 1764 - Carabe forestier (cf. Figure 9)

Tableaux 1 : Taxons retenus pour la partie génétique du programme Transfer

Une fois l'échantillonnage commencé, les effectifs de *Carabus nemoralis* s'avérant très réduits, trois autres espèces complémentaires ont aussi fait l'objet de prélèvements pendant les derniers jours de terrain sur les zones d'études des deux LGV (cf. Tableau 2).

Coléoptères	<i>Carabus problematicus</i> Herbst, 1786 - Carabe problématique (cf. Figure 10) <i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Scriba, 1791) - Géotrupe des bois (cf. Figure 11)
Mollusques	<i>Arion rufus</i> (Linnaeus, 1758) - Limace rouge (cf. Figure 12)

Tableau 2 : Taxons complémentaires échantillonnés en partie, du fait des effectifs très réduits de Carabes des bois

Ces trois espèces n'avaient pas été retenues en premier lieu car elles maximisent moins les critères de sélection évoqués ci-dessus (cf. Tableau 3).

### III.2.2 Score pour les différents critères de sélection

Le tableau 3 expose les « points » attribués aux espèces sélectionnées pour les différents critères identifiés en III.2.1. Les critères ont été alimentés à partir de la bibliographie dont le détail est présenté ensuite pour les quatre espèces « principales » du projet (Salamandre, Myrtil, Féronie noire, Carabe des bois).

Critère	Notes	Salamandre tachetée	Myrtil	Féronie noire	Carabe des bois	Carabe problématique	Géotrupe des bois	Limace rouge
Milieu de vie		Forêt/Aquatique	Ouverts	Forêt	Forêt	Forêt	Forêt	Forêt
Spécificité à l'habitat	1 Faible 2 Moyenne 3 Forte	3	3	2	3	3	2	3
Caractère commun	1 Peu commun 2 Commun 3 Très commun	2	2	3	3	3	3	3
Caractère abondant	1 Peu abondant 2 Abondant 3 Très abondant	3	2 (Abondant mais sur une courte période de vol)	3	1	2	3	3
Facilité d'identification	1 Impossible manuellement 2 Possible 3 Immédiate	3	3	2 (Identification sous binoculaire)	3	3	2 (Identification sous binoculaire)	1 (Espèce introduite d'apparence identique)
Facilité de prélèvement	1 Difficile 2 Facile 3 Très facile	3	3	2 (Piégeage nécessaire)	2 (Piégeage nécessaire)	2 (Piégeage nécessaire)	2 (Piégeage nécessaire)	3
État des connaissances bibliographiques	1 Faible voire inexistant 2 Bon 3 Très bon	3	2	2	2	1	1	1
Disponibilité immédiate de marqueurs génétiques	/	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON
Cycle de vie	/	Deux reproductions par an (printemps et automne)	Annuel univoltine	Longévité jusqu'à 4 ans mais plusieurs pontes possibles par an	Longévité moins d'un an			
Éventuelles contraintes logistiques (sanitaire, sécurité ou administratif)	/	Espèce protégée (demande de dérogation nécessaire)	/	/	/	/	/	/

Tableau 3 : Critères de sélection et score pour les espèces retenues

### III.2.3 Présentation approfondie pour les quatre espèces « principales »

#### *Salamandre tachetée*

##### *Milieu de vie et spécificité à l'habitat*

Elle a besoin d'un habitat aquatique pour la reproduction et le développement larvaire et d'un habitat terrestre tout en étant humide le reste du temps. C'est un organisme nocturne qui recherche des températures fraîches (8 à 14 °C) et une hydrométrie assez forte (Denoël 1996 ; Duguet & Melki 2003 ; Bellenoue *et al.* 2006). Les adultes se retrouvent en milieu forestier sous les feuilles, bois morts, et parfois dans les terriers de rongeurs et se nourrissent surtout d'invertébrés (chenilles, coléoptères, cloportes, limaçons, lombrics...), tandis que les rivières, mares ou flaques d'eau peu profondes et avec une grande hétérogénéité sont des milieux favorables pour le développement des larves (Duguet & Melki 2003 ; Manenti *et al.* 2009 ; Ribéron & Miaud 2013). Les caractéristiques de ces zones humides sont en effet très importantes pour le développement des larves du fait de l'absence de poissons et de la présence d'invertébrés aquatiques pour leur nutrition (Duguet & Melki 2003 ; Manenti *et al.* 2009).

##### *Répartition (caractère commun) et densité de population (abondance)*

La Salamandre tachetée se retrouve dans la majorité de l'Europe et est assez commune en France (Liste rouge nationale catégorie LC (préoccupation mineure)) (UICN France *et al.* 2009 ; Muséum national d'Histoire naturelle 2003-2013 ; Ribéron & Miaud 2013).

C'est une espèce plutôt abondante même si certains secteurs peuvent faire exception. Une seule femelle peut déposer dans le milieu aquatique entre 8 et 55 larves (Duguet & Melki 2003 ; Bellenoue *et al.* 2006).

##### *Connaissance génétique*

D'un point de vue génétique, la Salamandre tachetée dispose de séquences microsatellites connues, cette espèce ayant déjà fait l'objet d'études génétiques (Steinfartz *et al.*, 2004 ; étude de Damien Picard, non publiée).

##### *Cycle de vie*

Les caractéristiques intrinsèques de la Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*) (larves nombreuses à chaque reproduction, plusieurs reproductions par an...) (Duguet & Melki 2003) permettent donc d'accélérer le délai à partir duquel l'impact d'une fragmentation commence à pouvoir se lire sur le plan génétique.

##### *Sensibilité à la fragmentation*

Le groupe des amphibiens est l'un des groupes le plus menacé d'extinction dans le monde notamment à cause de la fragmentation de leurs habitats (Baillie *et al.*, 2004 ; Stuart *et al.*, 2004 ; Glista *et al.*, 2007). La réduction des continuités écologiques entre leurs habitats larvaires et adultes les rend particulièrement vulnérables à la fragmentation (Rothermel 2004 ; Cushman, 2006). Une étude génétique a également concerné cette espèce, en Île-de-France, ayant pour objectif d'étudier la fragmentation d'un ensemble d'infrastructures linéaires de transport (Picard *et al.*, données non publiées).

## **Myrtil**

### *Milieu de vie et spécificité à l'habitat*

Le Myrtil affectionne la proximité des ronciers, diverses Poacées et les prairies grasses mésophiles même exploités ainsi que les pelouses calcaires (Lafranchis, 2000 ; Manil et al., 2008). Les femelles recherchent les prairies fraîchement fauchées pour pondre (Lafranchis, 2000).

Le Myrtil fréquente des habitats très variés mais principalement en milieux ouverts : chemins, lisières forestières, prairies, friches, bords de route, haies, jardins et pénètre un peu dans les forêts lors de fortes chaleurs (Lafranchis, 2000 ; Manil et al., 2008 ; Delattre, 2010).

### *Répartition (caractère commun) et densité de population (abondance)*

Le Myrtil est présent dans toute la France et donc sur nos quatre zones d'étude. C'est un papillon localement abondant (on peut dénombrer plusieurs dizaines d'individus dans une seule prairie).

### *Connaissance génétique*

Le Myrtil a déjà fait l'objet de plusieurs études génétiques et il existe donc les marqueurs nécessaires.

### *Cycle de vie*

C'est une espèce univoltine, qui possède donc un cycle de vie rapide. Les papillons volent de fin mai à octobre suivant les années et les conditions climatiques (Higgins et al., 1991 ; Delattre, 2010). Il est actif aux alentours de 16 à 18°C et la probabilité de dispersion des individus augmente de 20 à 40 % avec l'amélioration des conditions climatiques, les trajectoires étant plus longues et moins sinueuses (Delattre, 2010).

### *Sensibilité à la fragmentation*

De nombreuses études ont été menées pour évaluer les effets de changements de la structure du paysage sur le déplacement des papillons, mais la plupart se concentrent sur les éléments naturels, et nous avons peu d'informations sur les effets occasionnés par les structures linéaires telles que les routes et les voies ferrées. D'après une récente étude, les chemins de fer ne constitueraient pas d'obstacle aux déplacements de l'Amaryllis (*Pyronia tithonus*) - proche du Myrtil - en milieu urbain ou dans certains milieux fortement dominés par l'agriculture, les accotements herbeux des voies constitueraient même un habitat de substitution (Vandevelde et al., 2012). Cependant ces premiers résultats s'imposent pour une espèce dans des milieux fortement fragmentés, il est peu prudent de les généraliser à l'ensemble des lépidoptères.

## **Abax parallelepipedus**

### *Milieu de vie et spécificité à l'habitat*

*Abax parallelepipedus* est une espèce forestière péninsulaire. Tous les habitats du milieu forestier sont occupés, parmi lesquels les petites clairières, les peuplements âgés ou gérés selon des sylvicultures irrégulières sont ceux où son activité est la plus forte. Son optimum se trouve dans les forêts feuillues (Loubère, 2010).

### *Répartition (caractère commun) et densité de population (abondance)*

Dans le Nord-Est de la France, comme dans le reste de l'Europe, c'est l'espèce dominante de carabe forestier. En plus d'être commun, c'est un carabe très abondant. On dénombre de 0,37 ind. / m<sup>2</sup> dans les hêtraies belges à 6 dans celles d'Angleterre (Loubère, 2010). Entre 632-1707 individus par hectare ont été estimés avec une méthode de marquage-recapture dans une forêt mixte près de Berne, en Suisse (Keller *et al.*, 2004).

#### *Connaissance génétique*

La Féronie noire est un modèle récurrent en écologie du paysage. Il existe des marqueurs génétiques pour cette espèce.

#### *Cycle de vie*

En conditions semi-naturelles la durée de vie moyenne est de 840 jours et peut aller jusqu'à 4 ans (Loubère, 2010). Une même femelle peut pondre deux fois dans la même saison à quelques semaines d'intervalle, produisant 15 oeufs en moyenne, en hêtraie, jusqu'à 570 en conditions expérimentales (Loubère, 2010).

#### *Sensibilité à la fragmentation*

Cette espèce fonctionne généralement en métapopulations dans les milieux fragmentés. Plusieurs études basées sur des techniques de capture-marquage-recapture ont utilisé cette espèce dans le domaine de l'écologie du paysage comme modèle pour étudier la capacité d'invertébrés carabidés à se déplacer dans le paysage selon différents patrons écopaysagers et selon les processus de modifications en cours dans ces paysages. C'est une des espèces qui a permis de démontrer l'importance de la fragmentation écologique du paysage par les routes ou l'agriculture (Keller, 2004). La diversité génétique des populations d'*A. parallelepipedus* ne diminue pas dans les îlots boisés. La fragmentation de l'habitat forestier a quand même un impact négatif, car la réduction des flux géniques entraîne une différenciation génétique entre les populations isolées. Mais la réponse à la fragmentation de l'habitat est non linéaire : elle est faible lorsque la couverture forestière représente au moins 33% de la surface. La valeur de ce seuil dépend de la présence de corridors pour relier les milieux favorables et de leur nature (Loubère, 2010). En milieu agricole, la présence d'un réseau de haies entre des parcelles boisées est essentielle à la survie des populations locales de *A. parallelepipedus* (Petit & Burel, 1998). La qualité des haies est cependant également déterminante pour garantir l'utilisation de celles-ci comme corridor écologique (Charrier *et al.*, 1997). Les distances de déplacement parcourues en 24 h sont plus importantes dans les milieux boisés que dans le milieu ouvert et lorsque les éléments linéaires du paysage décroissent (haies) (Charrier *et al.*, 1997). Concernant les routes, une étude de Keller *et al.* (2004) suggère que la fragmentation des habitats due aux routes pourrait mener à l'isolement important des populations d'*A. parallelepipedus* dans des patches de forêts. En effet une augmentation significative et importante du FST est observé en relation avec l'augmentation du nombre de routes (Keller *et al.*, 2004).

Sensible à la fragmentation par les routes (Keller *et al.*, 2004). Il est également sensible à la fragmentation par les milieux ouverts, en milieu agricole, le maintien des réseaux de haies est nécessaire à sa survie (Petit & Burel, 1998 ; Charrier *et al.*, 1997)

#### *Autres informations*

En forêt, *A. parallelepipedus* prospecte le milieu selon un modèle de marche aléatoire (Loubère, 2010). La superficie prospectée par un individu varie en fonction de l'habitat. En moyenne 1 m/jour et environ 1,80-2 m par jour et pour les mâles les plus actifs (Charrier *et al.*, 1997 ; Keller

*et al.*, 2004). Le maximum observé est 6,6 m par nuit (Keller *et al.*, 2004). La distance moyenne parcourue diffère d'un milieu à l'autre mais pas les distances maximales (Charrier *et al.*, 1997). La distance de déplacement moyenne dépend de la qualité de l'habitat boisé (Petit & Burel, 1998). L'expérience montre que l'animal se dirige spontanément vers le point le plus sombre de son champ de vision. Ainsi l'on constate un accroissement de l'activité de cette espèce, avec la fermeture du couvert. *A. parallelepipedus* est préférentiellement actif dans les mulls.

La tolérance d'*A. parallelepipedus* à une large gamme de conditions édaphiques et sa tendance à s'aventurer en dehors de la litière en font l'une des espèces de Carabidae possédant le meilleur pouvoir de dispersion. Un individu a été trouvé à 15 km de toute zone forestière. De nombreuses observations sont ainsi reportées des milieux agricoles. Toutefois, *A. parallelepipedus* réagit négativement au pâturage (Loubère, 2010).

### **Carabus nemoralis**

#### *Milieu de vie et spécificité à l'habitat*

*Carabus nemoralis* est une espèce ubiquiste et parmi les carabes les plus fréquents dans les jardins, dans les haies et les buissons mais aussi dans les pâtures (extensives), cultures (avec présence de haies et de bois) et en forêt.

Dans les forêts, à la suite d'une expérience portant sur les Hêtraies, Chênaies et Frênaies, *C. nemoralis* se classe parmi les espèces n'ayant aucune affinité en termes de typologie. On le trouve également dans des forêts de conifères. Malgré la réputation ubiquiste de cette espèce, il apparaît que son activité varie en fonction de la localisation dans le peuplement forestier. En hêtraie-chênaie, l'activité semble un peu plus importante dans la lisière. Également, bien que *C. nemoralis* soit présent à tous les stades de la rotation sylvicole, l'abondance est maximale dans les stades tardifs (jeune futaie plutôt que fourrés ou perchis). Le Carabe des bois est favorisé par les sols de type mull (acidité moyenne).

Les milieux humides seraient évités par ce carabe (Loubère, 2010).

#### *Répartition (caractère commun et densité de population (abondance))*

*Carabus nemoralis* est une espèce très répandue en milieu ouvert comme en milieu fermé. Par contre, tandis que les autres Carabidae préfèrent les habitats relativement stables, *C. nemoralis* semble plus abondant dans les habitats perturbés.

#### *Connaissance génétique*

*Carabus nemoralis* est lui aussi un carabe fréquemment utilisé comme modèle en écologie du paysage et des études via la génétique ont déjà eu lieu. Les marqueurs sont disponibles pour cette espèce.

#### *Cycle de vie*

La durée de vie de l'adulte est comprise entre 240 et 350 jours.

#### *Sensibilité à la fragmentation*

Pour cette espèce, les activités humaines jouent dans les deux sens, à la fois positivement et négativement. Les conséquences positives sont en réalité dues au fait que *C. nemoralis* Müller est plus résistant que les autres espèces. Ainsi, dans les situations où la faune des Carabidae est appauvrie, *C. nemoralis* Müller tend à devenir l'espèce dominante (Loubère, 2010).

En forêt, *C. nemoralis* Müller fait partie des rares espèces de Carabidae qui résistent à la fréquentation touristique. Dans les zones les plus fréquentées, cette espèce peut devenir l'espèce de Carabidae dominante, voire la seule (Loubère, 2010). Une corrélation positive a été trouvée entre la différenciation génétique et la distance à travers des zones ouvertes pour *C. nemoralis*. Ce résultat suggère que les zones non boisées sont de partielles barrières au flux génique pour cette espèce (Brouat *et al.*, 2003). Cependant pour *C. nemoralis*, aucune relation n'a été trouvée entre la différenciation génétique et la distance entre les forêts (Brouat *et al.*, 2003).

Par contre, des populations de *C. nemoralis* dans la même région boisée éloignée de l'autre par seulement 1 km ont été détectés comme génétiquement distinctes (Brouat *et al.*, 2003). *C. nemoralis* Müller montre une réaction négative à la coupe à blanc. Mais ce n'est pas problématique pour cette abondante espèce, capable de trouver refuge dans une grande variété de milieux. La gestion sylvicole n'est pas la seule pratique, ayant un impact sur les faunes de coléoptères. Les pratiques liées à la chasse, telles que l'agrainage des sangliers (*Sus scrofa* L.), ont des effets très négatifs sur les faunes de Coléoptères : réduction du nombre d'espèces de prédateurs et de phytophages, augmentation du nombre d'espèces de nécrophages et coprophages. Là encore, *C. nemoralis* Müller est une des espèces qui résistent le mieux et peut devenir l'espèce dominante (Loubère, 2010).

En milieu agricole, *C. nemoralis* Müller a également bien résisté à l'agriculture intensive et à la destruction des milieux naturels. Ainsi, dans certaines régions, on observe une augmentation de l'importance de cette espèce, comme en Flandres (Loubère, 2010).

En même temps, *C. nemoralis* Müller peut être affecté par les traitements appliqués aux cultures. Ayant tendance à consommer des proies mortes, cet animal, se nourrit des animaux tués par les pulvérisations d'insecticides et meurt intoxiqué par ingestion. Une division par 4 de la quantité d'insecticides appliquée aux cultures conduit à une augmentation significative du nombre de captures au piège barber. L'activité dans les milieux agricoles semble dépendre de la présence de haies. L'enlèvement de celles-ci pourrait ainsi être dommageable (Loubère, 2010).

Cette espèce peut également être affectée négativement par les rejets industriels : la densité diminue lorsqu'on se rapproche des sources de pollution. Il existe cependant une limite à la tolérance de *C. nemoralis* Müller, car cette espèce est sensible à la coupe à blanc, qui provoque une chute significative de son abondance (Loubère, 2010).

Des populations dans la même région boisée éloignée de l'autre par seulement 1 km de *C. nemoralis* ont été détectés comme génétiquement distinctes (Brouat *et al.*, 2003).

La distance de dispersion moyenne pour *C. nemoralis* est de 50 m par nuit et par individus en terrain arable (Kennedy 1994 *in* Brouat *et al.*, 2003) et 2,6 m en milieu urbain (Deichsel, 2007).

## Planche 2 : Aperçus des espèces échantillonnées



Figure 6 : *Salamandra salamandra* - Salamandre tachetée  
Photo G. Conryut-Rogeon, 2013



Figure 7 : *Maniola jurtina* - Myrtil  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 8 : *Abax parallelepipedus* - Féronie noire  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 9 : *Carabus nemoralis* - Carabe des bois  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 10 : *Carabus problematicus* - Carabe problématique  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 11 : *Anoplotrupes stercorosus* - Géotrupe des bois  
Photo M. Vargac, 2013



Figure 12 : *Arion* sp. - Limace rouge  
Photo R. Sordello, 2013



## **IV. LE PROTOCOLE D'ÉCHANTILLON- NAGE**

# IV. LE PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

## IV.1. Méthode générale

Le laboratoire du CNRS de Moulis, qui effectuera les analyses génétiques des échantillons collectés, a proposé un protocole d'échantillonnage, exposé par la figure 13 ci-dessous.

Ce protocole consiste, pour chaque espèce, à :

- prélever des échantillons sur 6 sites différents répartis par 3 de chaque côté de la voie,
- prélever pour chacun de ces six sites 30 individus.

Les distances génétiques seront ensuite comparées entre sites situés d'un même côté de la voie et de part et d'autres de la voie. L'effet fragmentant des voies, s'il existe, sera alors mis en évidence.

Conditions de réussite du modèle :

- trouver des sites favorables répartis selon les égalités de distances mentionnées sur le modèle,
- respecter les distances capables d'être parcourues par les espèces afin de ne pas constater de fragmentation qui serait due à cette distance et non à la voie,
- minimiser la présence d'éléments « parasites » qui pourraient jouer le rôle de fragmentation entre sites d'un même côté et entre sites de part et d'autres de la voie. Ces éléments (routes, villes, agriculture intensive, ...) risqueraient de rendre ensuite impossible toute conclusion d'attribution des distances génétiques à la seule voie ferrée.

Ce protocole, simple en théorie, s'est donc révélé difficile à mettre en pratique car le choix des sites a dû se faire en composant avec la réalité du terrain des différentes zones d'études (occupation du sol rencontrée sur place, présence ou non des espèces malgré des conditions en apparence favorables des milieux, ...).

## IV.2. Processus de prélèvement pour chaque espèce

### IV.2.1 Généralités

Pour toutes les espèces, l'échantillonnage a inclus :

- 1- Le relevé d'un point GPS, au minimum pour chaque station de prélèvement et dans la mesure du possible pour chaque échantillon,
- 2- La conservation des échantillons dans une solution à base d'éthanol confectionnée par le laboratoire CNRS de Moulis (Alcool + TE1x), ou, à défaut, dans de l'alcool à brûler acheté dans le commerce. Le rapport tissu prélevé/solution doit être idéalement de 1/10 au minimum. Dans le cas contraire, l'eau contenue dans les tissus de l'individu prélevé est susceptible de diluer le taux d'éthanol et donc de limiter son action de conservation sur l'ADN,
- 3- Le stockage des échantillons avec cette solution dans des Eppendorfs de 1,5 mL ou 2,0 mL. Un code couleur d'Eppendorf a été convenu pour les quatre zones d'études afin de prévenir de toute confusion entre échantillons de zones d'étude différentes, information impossible à retrouver ensuite (cf. Tableau 4). Pour la Limace des sacs congélations ont été utilisés.

Zone d'étude	Couleur d'Eppendorf	
Bourgogne	Bleu	
Lorraine	Orange	
Franche-Comté	Vert	
Rhône-Alpes	Jaune	

Tableau 4 : Code couleur des Eppendorfs en fonction des zones d'études

4- Chaque échantillon a fait l'objet d'un étiquetage selon une formule prédéfinie pour les quatre zones d'études (cf. Tableau 5).

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>AAX-YBB ZZ/ZZ/ZZZZ</b> </div>	
<p>Avec :</p> <p><b>AA</b> = Initiales permettant d'identifier la zone d'étude, soit :</p> <p style="padding-left: 20px;">A pour Ain (Rhône-Alpes) BO pour Bourgogne FC pour Franche-Comté LO pour Lorraine</p> <p><b>X</b> = Numéro du site</p> <p><b>Y</b> = Numéro de l'échantillon</p> <p><b>BB</b> = Initiales permettant d'identifier l'espèce, soit :</p> <p style="padding-left: 20px;">SS pour Salamandra salamandra, AP pour Abax parallellepipedus, CN pour Carabus nemoralis, MJ pour Maniola jurtina, GS pour Anoplotrupes stercorosus, PB pour Carabus problematicus, LI pour Limace rouge</p> <p><b>ZZ/ZZ/ZZZZ</b> = Date du prélèvement selon le format Jour/Mois/Année</p>	

Tableau 5 : Nomenclature pour l'étiquetage des Eppendorfs.

La formule a été marquée au crayon de papier ou au feutre indélébile sur des étiquettes autocollantes blanches, apposées sur chaque Eppendorf.

5- Dans la mesure du possible, toute information a été doublonnée pour se prémunir de toute perte. Des fiches de terrain ont été préparées à l'avance afin de noter les informations relatives à chaque échantillon (cf. Figure 14 et Figure 15).

Les parties suivantes exposent les particularités du protocole d'échantillonnage pour les différentes espèces.

#### IV.2.2 Salamandre tâchetée

La Salamandre tachetée étant strictement protégée sur le territoire français (Source : Arrêté du 19 novembre 2007), ses captures, manipulations et prélèvements ont nécessité l'accord du Préfet des différentes régions, après avis favorable du Conseil national de protection de la nature (CNP), autorisant une dérogation au statut de protection. La Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Franche Comté a effectué le travail de coordination entre les 4 régions visées par la demande de dérogation.

Les prospections ont été effectuées équipés de bottes, d'un sceau et d'une époussette à fines mailles en plus de tout le matériel nécessaire à l'échantillonnage commun à toutes les espèces (GPS, ...). La nuit, un éclairage artificiel est indispensable pour se repérer et distinguer les individus (frontale + torche).

### Larves

#### *Identification*

Les larves de Salamandre tachetée sont distinguables à (Miaud & Muratet, 2004) :

- la présence systématique de quatre pattes. Chez cette espèce ovovivipare, le développement des œufs, l'éclosion et le début du développement des larves ont lieu dans les oviductes maternels. Au moment de la mise bas, les larves déposées dans l'eau, où elles continueront leur développement jusqu'à la métamorphose, possèdent déjà quatre pattes,
- leur coloration brunâtre comportant une tâche claire à la base de chaque patte (cf. Figure 16),
- lorsque la larve est déjà à un stade avancé, les tâches jaunes caractéristiques de l'espèce apparaissent sur le reste du corps.

Sur nos zones d'études, ces critères permettent de distinguer sans équivoque *Salamandra salamandra* d'autres larves d'urodèles. Les larves de tritons, vivipares, possèdent deux pattes au moment de la mise bas avant d'acquiescer ensuite 4 pattes avec la formation des pattes arrières et ne possèdent pas de tâche claire à la base des membres. Aucune autre espèce à larve similaire n'est présente sur nos zones d'études.

#### *Technique de prélèvement*

Au regard des conditions de développement des larves, les prospections ont ciblées aléatoirement les mares, ornières, cours d'eau à faible courant (cf. Figure 17 et Figure 18).

Les distances entre deux prélèvements ont été espacées dans la mesure du possible afin d'obtenir un maximum de diversité génétique étant donné le dépôt localisé des larves (plusieurs larves dans une même mare) par les femelles (Duguet & Melki 2003). Cependant, dans les cours d'eau, les larves se laissent dériver si la présence de congénères est trop grande, si le manque de nourriture se fait ressentir, ou tout simplement si le courant est trop fort par rapport à leur taille (Thiesmeier & Schuhmacher 1990). Il est donc également possible de trouver plusieurs larves de pontes différentes dans une même localité.

Les larves de Salamandres tachetées ont été récoltées à l'aide d'une époussette à fines mailles. La technique consiste à épousseter à proximité des différents habitats pouvant servir de cache aux larves de salamandres (par exemple dans les plantes aquatiques, le long des berges, etc.). La nuit les larves peuvent être très visibles à la surface des points d'eau.

Une fois capturée, la larve est placée dans un sceau avec un fond d'eau. Le matériel nécessaire au prélèvement est préparé (cf. Figure 19). Puis le prélèvement peut être effectué. L'extrémité de la

queue est coupée sur quelques millimètres (1 à 3 mm généralement) à l'aide d'un cutter ou d'une paire de ciseaux alors que la larve est maintenue délicatement posée sur un morceau de bois ou dans la main mouillée (cf. Figure 20). Le fragment de queue est ensuite placé dans un Eppendorf rempli d'alcool et étiqueté (cf. Figure 21). L'individu capturé est ensuite relâché à l'endroit du prélèvement, dans son habitat d'origine.

Cette technique n'est pas létale et est considérée comme peu invasive car elle n'implique pas de handicap définitif à l'individu compte tenu de la capacité de régénération des tissus à ce stade de développement (Marvin 2011). Plusieurs précautions ont été prises pour diminuer au maximum tout stress aux individus prélevés et éviter les contaminations (cf. Encadré plus loin sur les mesures étiques).

### **Adultes**

#### *Identification*

Parmi les amphibiens urodèles, la Salamandre tachetée se reconnaît très facilement à l'âge adulte par sa coloration noire marbrée de jaune (cf. Figure 22). Aucune autre espèce similaire (ex : *Salamandra corsica*) n'est présente sur les zones d'études concernées.

#### *Technique de prélèvement*

Les adultes ont été capturés à la main et ont été exposés à des frottis buccaux au moyen de cotons tiges (cf. Figures 23 à 25). Le bout de coton tige imbibé de salive est ensuite placé dans un Eppendorf rempli d'alcool (cf. Figure 26).

### IV.2.3 **Myrtil**

#### **Identification des individus**

Le Myrtil possède une envergure de 40 à 48 mm et présente un dimorphisme sexuel : le dessus du mâle est uniformément brun sombre avec un ocelle noir centré de blanc, parfois auréolé de fauve, alors que la femelle présente une plage fauve plus ou moins étendue autour de cet ocelle, lui-même étant aussi plus gros que celui du mâle. Cette coloration fauve s'étend largement sur l'aile antérieure (Lafranchis, 2000 ; Higgins *et al.*, 1991) (cf. Figure 27).

Compte tenu de ces critères faciles, les individus sont déterminés sur le terrain en mobilisant si cela s'avère nécessaire une clef d'identification (Guide Lafranchis, 2000). Les individus appartenant à une autre espèce ont été relâchés immédiatement.

#### **Technique pour le prélèvement de tissu**

L'échantillonnage du Myrtil a été effectué à l'aide d'un filet à papillon comme moyen de capture. Les filets utilisés sont munis d'un manche en aluminium réglable 65/140 cm et d'une poche de 40 cm de diamètre (cf. Figure 28).

Une fois un individu capturé, une patte est prélevée et placée dans un Eppendorf rempli d'alcool de manière à conserver l'échantillon (cf. Figure 29 à 34). Un code de marquage a été convenu entre les échantillonneurs de manière à éviter le prélèvement deux fois de suite d'un même Myrtil : le prélèvement visait systématiquement la patte arrière droite et tout papillon capturé ayant déjà perdu cette patte a été relâché sans prélèvement. Après prélèvement, les individus sont relâchés directement et sur place.

#### IV.2.4 Coléoptères

##### **Identification des espèces recherchées**

###### *Abax parallelepipedus*

De la classe des Insectes, de l'Ordre des Coléoptères et de la Famille des *Carabidae*, les *Abax* se reconnaissent par « l'interstrie » externe qui est modifiée en carène depuis l'épaule et est visible au moins sur la moitié de la longueur. Les *Abax* ont également la base du pronotum non rétrécie et dans la moitié basale, les côtés sont parallèles.

La seule espèce continentale avec laquelle le genre *Abax* peut être confondu est *Percus villai*, endémique des Alpes-Maritimes et donc non interférante avec notre étude.

Dans le genre *Abax*, 5 espèces sont présentes en France : *A. carinatus* cantonné dans l'est et *A. pyrenaicus* (endémique pyrénéen.) ainsi que *A. ater*, *A. parallelus*, *A. ovalis* pouvant se trouver sur nos zones d'études en plus d'*Abax parallelepipedus*.

Ce dernier s'en distingue par la présence d'une rangée de trics pointus de chaque côté du dernier article portant les griffes (cf. Figure 35). L'identification nécessite donc une analyse à la loupe binoculaire pour être considérée comme certaine.

###### *Carabus nemoralis*

De la classe des Insectes, de l'Ordre des Coléoptères et de la Famille des *Carabidae*, le Carabe des bois *Carabus nemoralis* est oblong, convexe et mesure entre 18 et 28 mm. De couleur noire, les côtés du pronotum sont violets ou bronzés et présentent de fines élytres oblongs bronzés, verdâtres, bleuâtres ou pourprés (Du Chatenet, 1986) (cf. Figure 36).

Chez cette espèce, le pronotum transverse est légèrement rétréci vers l'arrière avec le plus souvent 3 soies latérales, les bords latéraux arrondis en avant du milieu et les lobes postérieurs triangulaires saillants (Chatenet, 2005).

Les élytres oblongs ont une sculpture fine. Tous les intervalles sont résolus en petites granulations à peine saillantes ; les primaires étroits, indiqués par des rangées de fovéoles ne constituant pas de chaînons réguliers, les secondaires fins les tertiaires dédoublées et plus ou moins confluentes généralement peu nets et résolus en granulations.. Sillons abdominaux à peine indiqués (Chatenet, 2005).

###### *Les deux autres coléoptères prélevés en complément de nemoralis*

Le Carabe problématique (Chatenet, 2005) :

De la classe des Insectes, de l'Ordre des Coléoptères et de la Famille des *Carabidae*, le Carabe problématique *Carabus problematicus* mesure environ 18-32 mm. Ovale ou allongé, il est noir violacé ou bleuâtre avec les marges du pronotum et des élytres violettes, bleues, plus rarement verdâtres. Les antennes et les pattes sont noires. Les mandibules sont courtes.

Le pronotum un peu transverse et entièrement ponctué, possède des bords latéraux arrondis vers l'avant et relevés et plus ou moins sinués vers l'arrière. Ses lobes postérieurs sont bien développés et plus ou moins larges.

Les élytres ovales et convexes sont plus ou moins renflés et sont non sinués à l'apex. Leur sculpture est triploïde homogynome : les primaires sont en chaînons plus ou moins nets, les fovéoles sont généralement petites et peu visibles, les secondaires et les tertiaires sont lisses ou râpeux et d'égale largeur, soit continus soit interrompus.

Le Géotrupe des bois (Baraud, 1992 ; Meurgey & Sadorge) :

Le genre *Anoplotrupes* se caractérise par une seule carène en plus de la carène apicale sur les tibias postérieurs alors que le genre *Geotrupes* se caractérise par la présence de 2 carènes entières en plus de la carène apicale (cf. Figure 37). Au sein du genre *Anoplotrupes*, il ne peut ensuite s'agir que d'*Anoplotrupes stercorosus*, le Géotrupe des bois.

Le critère des carènes apicales est assez difficilement perceptible pour un débutant. Une confusion est alors très souvent effectuée avec *Geotrupes stercorarius* qui possède les mêmes caractéristiques qu'*Anoplotrupes stercorosus* en dehors de ce nombre de carènes. Les deux bousiers possèdent en effet :

- 7 stries entre la suture et le calus huméral sur les élytres (cf. Figure 38) (à la différence de *G. mutator* au sein du genre *Geotrupes* qui en possède 9),
- une ponctuation continue sur toute la partie sternale de l'abdomen (cf. Figure 37) (à la différence de *G. spiniger* au sein du genre *Geotrupes* chez qui cette ponctuation est nettement interrompue (surface lisse) au centre de cette partie sternale).

### **Recours au piégeage**

Les Coléoptères ont été échantillonnés à l'aide de piégeage, modulo quelques individus trouvés inopinément sur des chemins forestiers.

La technique de piégeage utilisée est celle des pots Barber ou pièges à fosse (pitfall trap) (Yamada *et al.*, 2010 ; Noordijk *et al.*, 2006 ; Gotelli et Colwell, 2001 ; Waage, 1985). Le principe est simple, efficace et peu coûteux. Les pièges sont formés par des fonds de bouteilles plastiques coupées sur 11 cm environ à partir du culot (cf. Figure 39). Ces fonds de bouteilles ont été préalablement percés pour éviter l'accumulation d'eau de pluie une fois posés. Les bouteilles utilisés sont des bouteilles de soda ou d'eau minérale d'1,5 L en grande majorité. Celles-ci possèdent un diamètre de 8,5 cm ce qui est le diamètre recommandé car un diamètre supérieur augmente les captures accidentelles de micromammifères et d'amphibiens (Bouget et Nageleisen, 2009).

Pour l'échantillonnage des lignes à grande vitesse, piloté depuis Brunoy, les bouteilles utilisées sont des bouteilles usagées collectées auprès du personnel du SPN basé à Brunoy. Pour l'échantillonnage des lignes classiques, piloté depuis Besançon, les bouteilles utilisées ont été mises à disposition gracieusement par le centre de tri de l'intercommunalité du Grand Besançon ainsi et par la communauté d'agglomération de Bourg en Bresse.

Lors d'une session de pose, des trous sont d'abord effectués dans le sol à l'aide d'une barre à mine (cf. Figure 40). Puis, les fonds de bouteille sont positionnés dans les ouvertures ainsi créées et la terre est rabattue et la litière reconstituée autour du piège afin de mimer au maximum un sol non perturbé (cf. Figure 41). De cette façon, la micro-faune marcheuse chute dedans sans pouvoir en ressortir.

Pour améliorer le déroulement du piégeage (cf. Figure 42) :

- un morceau de pomme, constituant un attractif non léthal, est placé à l'intérieur de chaque piège afin d'augmenter l'effort de piégeage,
- un compartiment de boîte à œufs ou de la mousse est mis dans chaque piège afin de limiter les contacts directs entre individus piégés et ainsi de minimiser les risques de cannibalisme entre deux sessions de contrôle.

## Méthode de prélèvement

### *Généralités*

Le contrôle des pièges consiste à constater les individus tombés dans le fond de la bouteille entre deux sessions de terrain (cf. Figure 43 à 45). Les individus appartenant à des espèces non recherchées sont relâchés immédiatement.

### *Abax parallelepipedus*

Du fait de l'identification différée des *Abax parallelepipedus*, tous les *Abax* relevés à chaque session de contrôle ont été conservés dans un Eppendorf rempli d'alcool puis déterminés ultérieurement au laboratoire sous loupe binoculaire.

La question de conserver les *Abax* dans des Eppendorfs sans alcool avant identification s'est posée. Éthiquement, ce processus aurait permis de relâcher vivants les *Abax* non souhaités. En revanche, ce dispositif aurait impliqué de relâcher sur nos laboratoires (Besançon, Brunoy) des individus en provenance d'autres populations éloignées, faisant ainsi de l'introgrétion génétique. Nous avons donc opté ici pour un protocole légal.

*Abax parallelepipedus* étant très abondant et représentant une part importante des *Abax* piégés (environ 2/3), le piégeage de cette espèce s'est déroulé rapidement et les pertes d'individus appartenant à d'autres *Abax* ont été limitées.

Après détermination les individus n'étant pas des *Abax parallelepipedus* sont éliminés. Les individus identifiés comme *Abax parallelepipedus* sont conservés dans leurs Eppendorfs et étiquetés selon la procédure habituelle. Les individus ont été laissés entiers pour l'échantillonnage LGV. Pour l'échantillonnage des LC, seule une patte a été conservée sur les individus identifiés.

### *Les Carabus*

Les individus de *C. nemoralis* trouvés piégés ont été prélevés d'une patte. Un code de marquage, consistant à prélever systématiquement la patte médiane gauche, a été utilisé afin de ne pas échantillonner deux fois le même individu. Pour effectuer le prélèvement, l'individu est tenu entre pouce et index pendant que la patte choisie est coupée à l'aide d'une paire de ciseaux. La patte est récupérée et placée avec une pince dans un tube Eppendorf rempli d'alcool.

Le prélèvement de *Carabus problematicus* s'est déroulé selon la même méthode.

### *Anoplotrupes stercorosus*

Compte tenu de l'identification nécessairement différée (sous binoculaire) des Bousiers, les individus piégés ont tous été récupérés puis identifiés ensuite au laboratoire. La totalité des individus récupérés correspondaient à *Anoplotrupes stercorosus*. Il n'y a donc pas de perte d'autres espèces.

## IV.2.5 La Limace rouge

### Identification

En France, deux espèces de limaces rouges sont présentes :

- *Arion rufus*, espèce native sur tout le territoire français,
- *Arion vulgaris* initialement présente dans la péninsule Ibérique et jusque dans la moitié Ouest de la France et qui a récemment été introduite plus largement jusque dans l'Est de la France.

Visuellement, ces deux espèces ne sont pas distinguables.

L'identification nécessite une dissection ou le recours à la génétique directement.

Les individus de Limace rouge ont été prélevés entiers. La littérature ne mentionne pas de protocole non létal pour ce type d'espèces. Par ailleurs, un prélèvement par mutilation ne semblait pas optimal. Enfin, la décision d'échantillonner la Limace rouge a été prise tardivement, au regard de l'imprévisible absence de *Carabus nemoralis*. Compte tenu des effectifs très importants de Limace rouge, il a été considéré que le prélèvement des individus entiers n'aurait qu'un impact négligeable sur les populations.

Les individus prélevés ont été placés dans des sacs de congélations avec un fond d'alcool à brûler. Les sacs de congélations, noués, ont été placés dans des boîtes plastiques hermétiquement fermées puis elles-mêmes placées dans des sacs poubelles fermés.

**Ce que nous avons entrepris pour considérer du mieux que nous pouvions les questions éthiques qui se posent inévitablement dans un tel protocole**

De fait, un protocole de prélèvement constitue une perturbation pour les individus et les populations des espèces ciblées. Conscient de ne pouvoir éviter cet impact, nous avons néanmoins essayé de le minimiser en considérant un certain nombre de points de méthode et de critères éthiques.

- Le choix d'espèces en priorité non protégées et non menacées nationalement et régionalement,
- Des espèces choisies communes, à effectifs abondants et à cycle de vie rapide pour diminuer au maximum les impacts des prélèvements sur les populations,
- Une méthode de prélèvement non létale choisie dès que possible,
- Une capture et une manipulation des animaux avec le plus de respect possible (coupure propre de la patte ou de la queue ; conservation des larves dans un sceau dans l'attente du prélèvement, maintien du papillon entre doigts sans pression ; ...),
- Des moyens de captures et de piégeages doux et non létaux (pièges pitfall sans attractif létal et avec diamètre minimisant la capture de micromammifères et amphibiens, filet à papillon, épuisette),
- Des dispositions pour minimiser les risques de transmissions de pathogènes entre sites échantillonnés (nettoyage des bottes au Zirkon, rinçage des outils dans un bain de javel entre deux prélèvements)
- Un temps de manipulation le plus court possible et dans les conditions les plus appropriées (environnement aqueux par exemple pour les larves de Salamandre),
- Des animaux tous relâchés sur le lieu du ramassage dans l'habitat d'origine lorsque le protocole n'est pas létal,
- Une fermeture des pièges entre sessions de terrain plutôt courtes dans la mesure du possible pour éviter tout risque de piégeage d'autres espèces. Des passages réguliers sur les sites de piégeages et un relâché immédiat des espèces non souhaitées trouvées dans les pièges.

### Planche 3 : Principe général du protocole d'échantillonnage

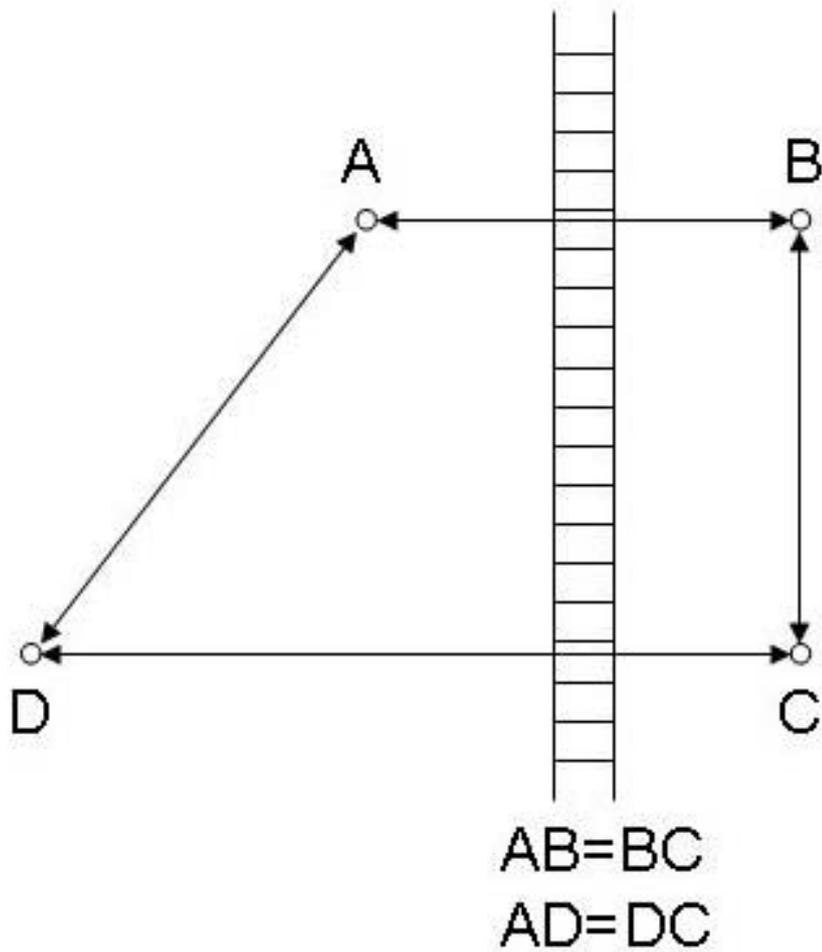


Figure 13 : Schéma théorique pour l'échantillonnage selon modèle mis au point par le CNRS de Moulis



## Planche 5 : Échantillonnage de la Salamandre tachetée

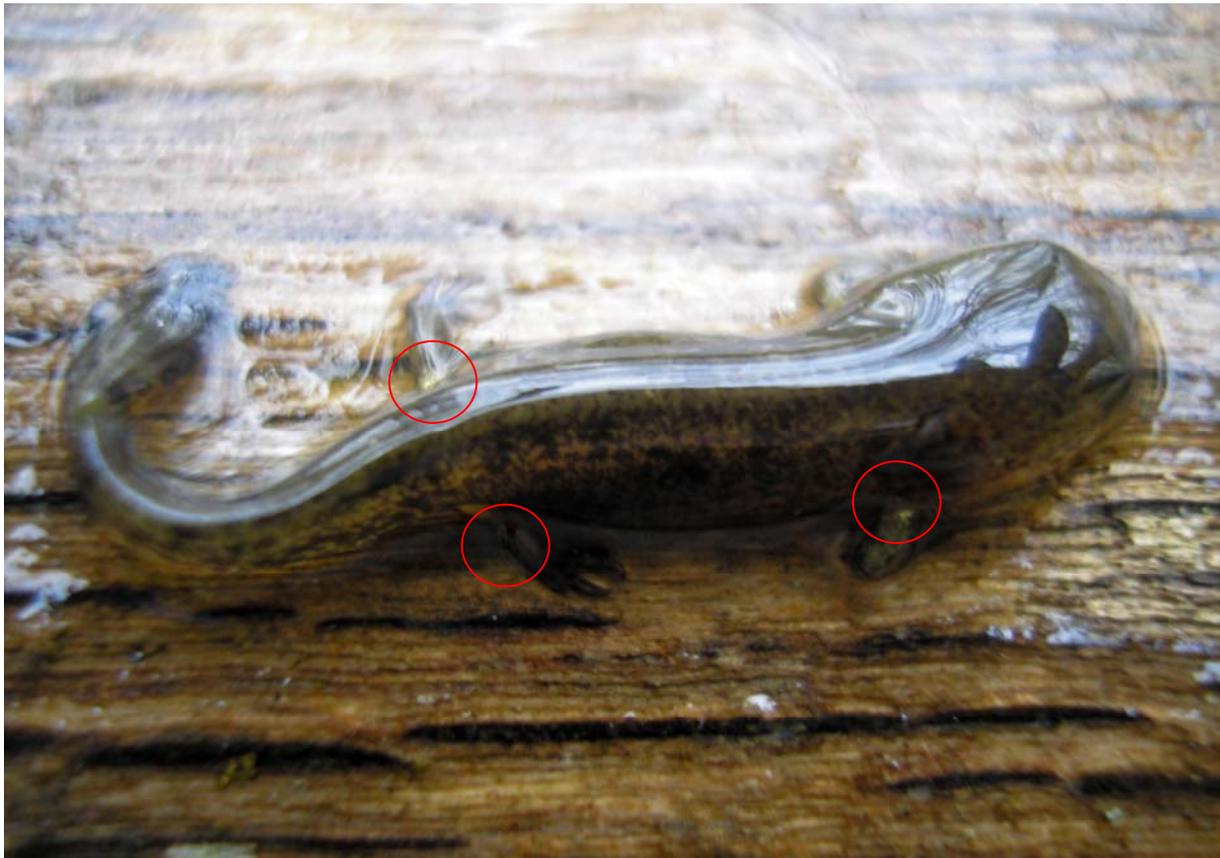


Figure 16 : Larve de Salamandre tachetée : quatre pattes avec tâches jaunes à leur base (ronds rouges)  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 17 : Larve de Salamandre tachetée dans un point d'eau  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 18 : Prospection à l'épuisette dans une zone humide à la recherche de larves de Salamandre  
Photo A. Tanguy, 2013



Figure 19 : Etape 1 - Préparation du matériel pour le prélèvement d'un fragmentant de queue d'une larve de Salamandre  
 Photo R. Sordello, 2013



Figure 20 : Etape 2 - Un fragment de queue est coupé au cutter ou avec à l'aide d'une paire de ciseaux sur la larve capturée  
 Photo Conruyt G., 2013



Figure 21 : Etape 3 - Echantillon mis en Eppendorf  
 Photo R. Sordello, 2013



Figure 22 : Adulte de Salamandre tachetée  
Photo A. Tanguy, 2013



Figure 23 : Prélèvement sur un adulte de Salamandre tachetée : Étape 1 - Capture  
Photo A. Tanguy, 2013



Figure 24 : Prélèvement sur un adulte de Salamandre tachetée : Étape 2 - Ouverture de la bouche  
Photo A. Tanguy, 2013



Figure 25 : Prélèvement sur un adulte de Salamandre tachetée : Étape 3 - Réalisation du frottis  
Photo A. Tanguy, 2013



Figure 26 : Prélèvement sur un adulte de Salamandre tachetée : Étape 4 - Stockage du coton tige imbibé de salive dans un eppendorf rempli d'alcool  
Photo R. Sordello, 2013

## Planche 6 : Échantillonnage du Myrtil



Figure 27 : Mâle de Myrtil à gauche ; Femelle de Myrtil à droite.  
Photo L. Douard, 2013



Figure 28 : Prospections au filet à papillon pour l'échantillonnage du Myrtil  
Photo R. Sordello, 2013 (haut) et Conruyt G., 2013 (bas)



Figure 29 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 1 - L'individu capturé dans le filet est sorti du filet  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 30 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 2 - L'individu est maintenu par faible pression entre pouce et index pour la manipulation pour ménager les ailes au maximum  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 31 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 3 - La patte arrière droite de l'individu est coupée à l'aide d'une paire de ciseaux  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 32 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 4 - La patte est coupée et recueillie dans un récipient pour éviter qu'elle ne se perde ou ne s'envole avant transfert dans l'ependorf  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 33 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 5 - La patte est prise avec une pince pour être placée dans un eppendorf rempli d'alcool  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 34 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 6 - La patte prélevée est conservée dans un Eppendorf  
Photo R. Sordello, 2013

## Planche 7 : Échantillonnage des coléoptères

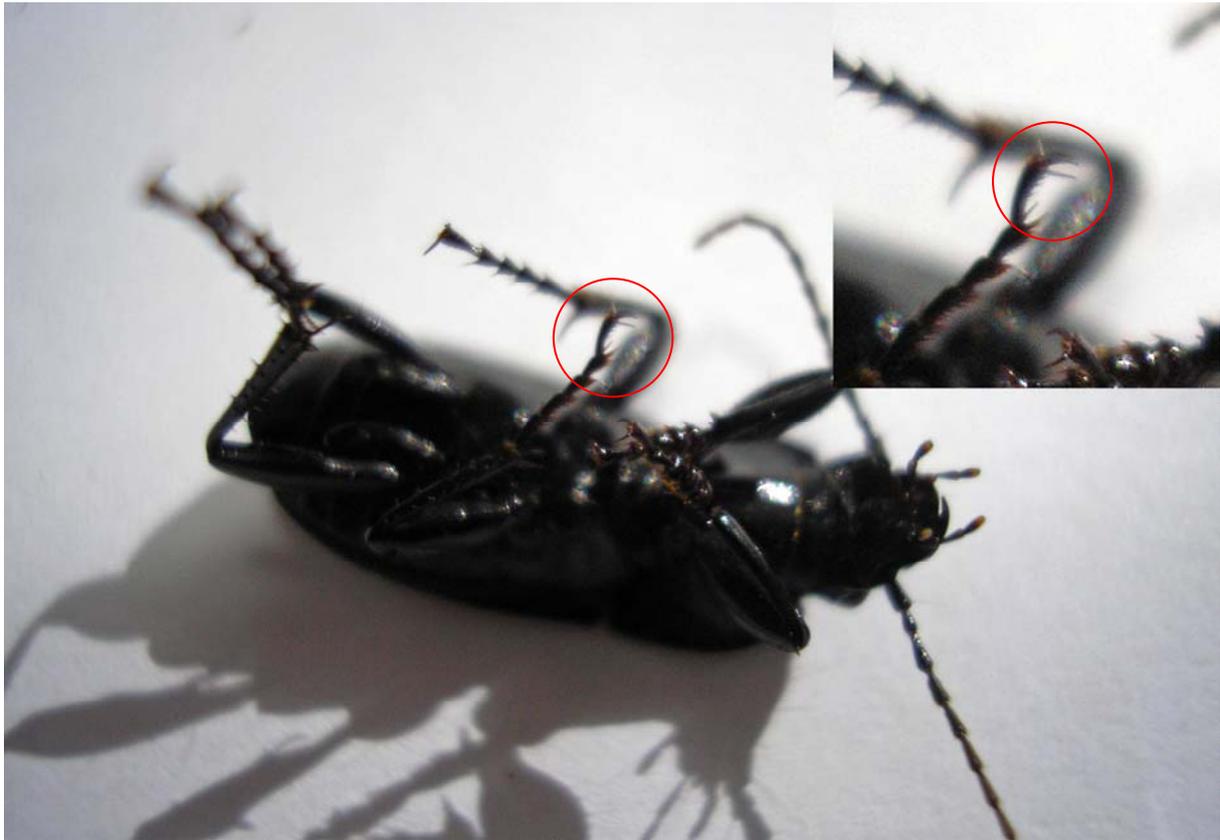


Figure 35 : *Abax parallelepipedus* avec son critère discriminant (présence de 3 trics sur le dernier article portant les griffes) visible sur la patte médiane gauche  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 36 : Carabe des bois *Carabus nemoralis*, l'abdomen convexe et portant des rangées de points, critères distinctifs, sont bien visibles  
Photo G. Rogeon, 2013

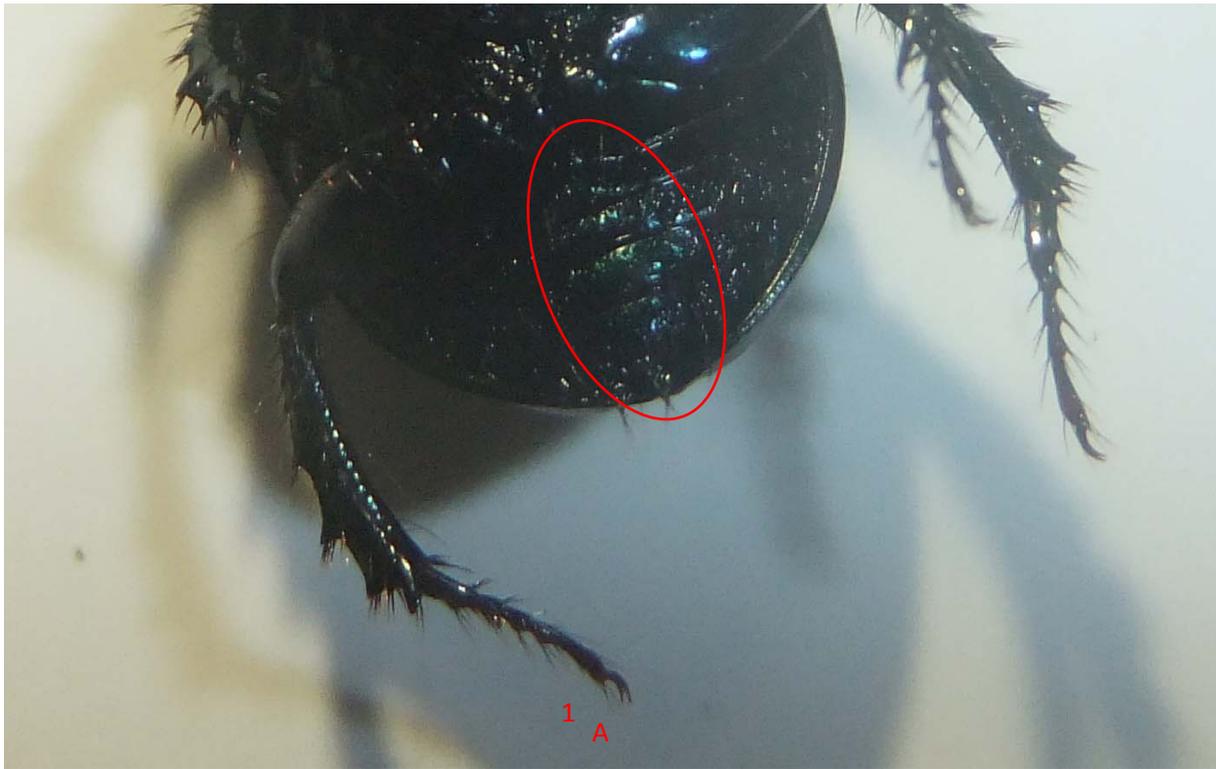


Figure 37 : *Anoplotrupes stercorosus*. Surface sternale de l'abdomen ponctuée. Une seule carène (1) en plus de la carène apicale (A) sur les tibias postérieurs.  
Photo R. Sordello, 2013

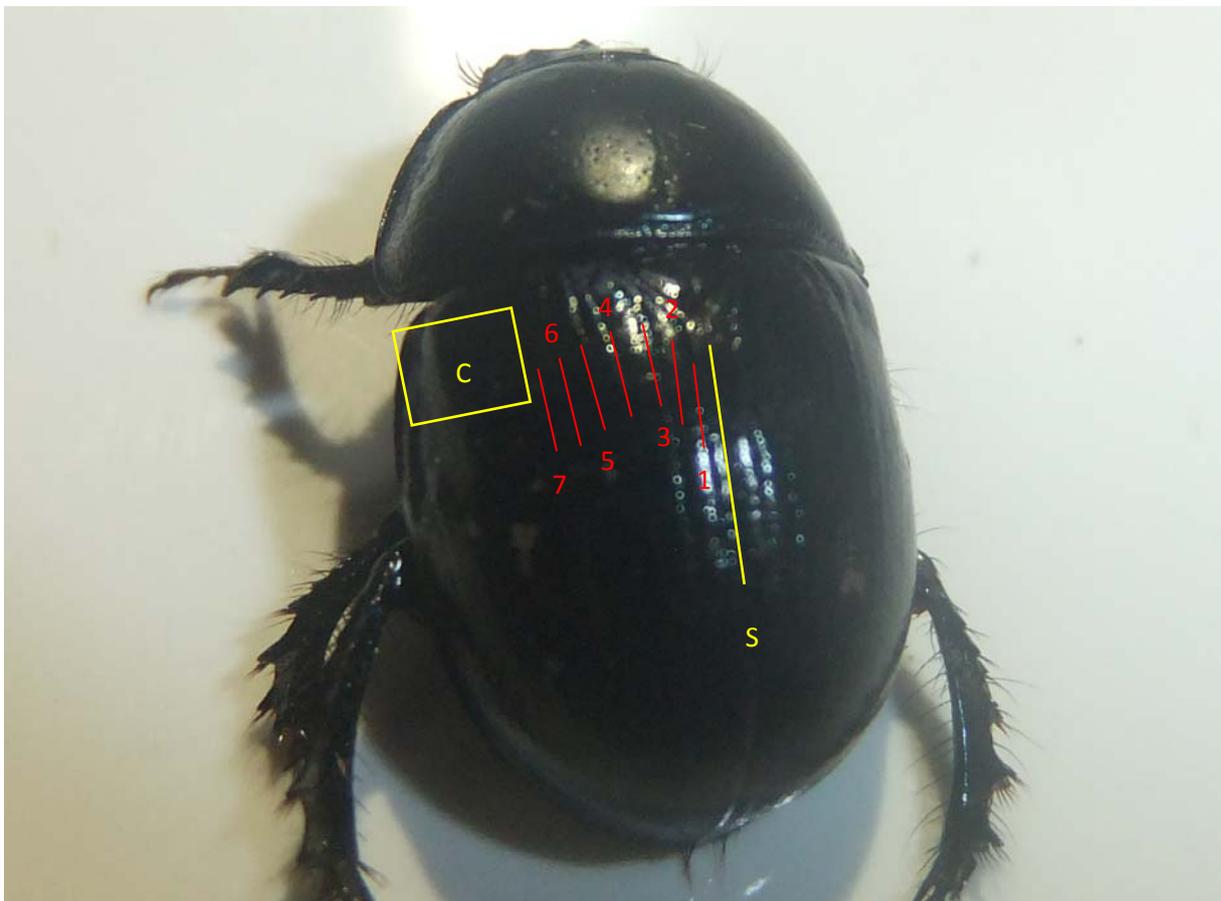


Figure 38 : *Anoplotrupes stercorosus*. Sept stries sur les élytres de la suture (S) au calus huméral (C).  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 39 : Pose des pièges 1 - Stock de fonds de bouteilles prêts à être posés  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 40 : Pose des pièges 2 - Formation des trous dans le sol à l'aide d'une barre à mine  
Photo R. Sordello, 2013

Figure 41 : Pose des pièges 3 - Rabat de la terre autour du piège et reconstitution de la litière  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 42 : Pose des pièges 4 - Piège installé avec pomme et boîte d'œuf  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 43 : Contrôle d'un piège ayant capturé un *C. nemoralis*  
Photo R. Sordello



Figure 44 : Contrôle d'un piège ayant capturé plusieurs coléoptères  
Photo R. Sordello



Figure 45 : Contrôle d'un piège ayant capturé un *C. problematicus*  
Photo R. Sordello



## **V. LES SITES D'ÉCHANTILLON- NAGE**

## V. LES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

En suivant le schéma de prélèvement théorique exposé précédemment (cf. Figure 13) et en composant avec les limites déjà indiquées, les sites potentiellement favorables ont repérés préalablement selon l'écologie et les exigences de chacune des espèces recherchées :

- par interprétation de vues aériennes des zones d'étude sur Google maps,
- par des prospections et repérage à pied.

### V.1. Pour la Salamandre tachetée

#### V.1.1 Choix des sites

En accord avec la bibliographie, nous avons recherché des sites favorables à la présence de l'espèce. Les forêts de feuillus présentant des zones humides telles que des mares, des ornières ou des cours d'eau à faible courant ont donc été privilégiées pour les prospections. Puis les sites ont été retenus en fonction de la présence et de l'abondance effective de l'espèce.

De manière à ne pas avoir d'effet dû à un isolement par la distance ou de perturbations d'autres éléments fragmentant (routes, villages, ...), l'échantillonnage a été réalisé au plus près de la voie ferrée. Il a été montré que la dispersion annuelle de *Salamandra salamandra* pouvait dépasser le kilomètre et que son domaine vitale pouvait atteindre 2 265 m<sup>2</sup> sur deux ans (Bar-David *et al.*, 2007 ; Schulte *et al.*, 2007). Néanmoins, cette espèce possède généralement un domaine vital de quelques dizaines de mètres carrés et y est fidèle (Denoël, 1996 ; Rebelo & Leclair, 2003 ; Bellenoue *et al.*, 2006).

#### V.1.2 Description des sites retenus

##### Franche-Comté

	Description des sites échantillonnés	Commune
Site 1	Zone humide au bord d'un étang et petits ruisseaux en forêt de feuillus.	Byans-sur-Doubs
Site 2	Petit ruisseau en contrebas d'un bois.	Abbans-Dessous et Byans-sur-Doubs
Site 3	Petit ruisseau en bordure d'une forêt de feuillus.	Liesle
Site 4	Zone humide en forêt de feuillus.	Arc-et-Senans et Chissey-sur-loue
Site 5	Petit ruisseau dans une forêt mixte et petit ruisseau dans forêt de feuillus.	Cramans
Site 6	Réseau de flaques en forêt de feuillus.	Villers-Farlay et Cramans

Tableau 6 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de *Salamandra salamandra* en Franche-Comté.

##### Rhône-Alpes

Cette zone d'étude, très agricole et encadré par une autoroute et une route nationale, n'a pas facilité le choix des sites pour la Salamandre tachetée. La présence de milieux favorables le long

de ce tronçon est réduite et les prélèvements se sont donc concentrés sur le peu de milieux présents sans pouvoir toujours tenir compte du schéma théorique de prélèvement (cf. Figure 13).

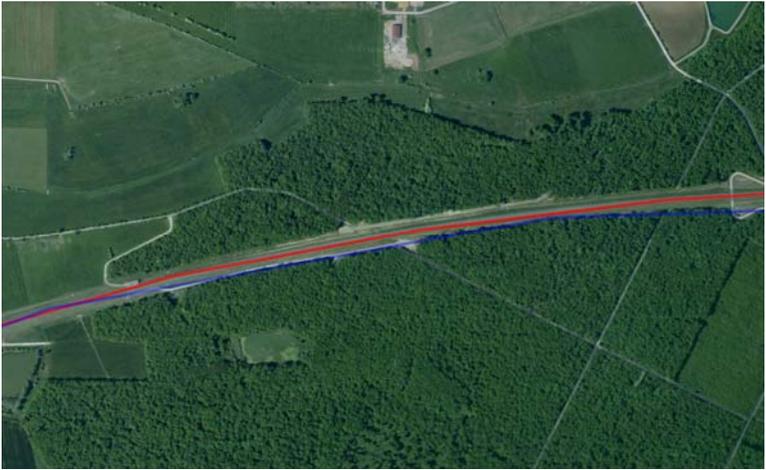
	Description des sites échantillonnés	Commune
<b>Site 1</b>	Zone humide en forêt de feuillus	Bény et Saint-Etienne-du-Bois
<b>Site 2</b>	Talus le long d'une petite route et petit ruisseau en forêt de feuillus	Bény et Saint-Etienne-du-Bois
<b>Site 3</b>	Petit ruisseau en forêt de feuillus	Coligny
<b>Site 4</b>	Zone humide, talus et petit ruisseau en forêt de feuillus	Coligny et Salavre
<b>Site 5</b>	Petit ruisseau en forêt mixte	Chazelle
<b>Site 6</b>	Petit ruisseau en forêt mixte	Coligny et Chazelle

Tableau 7 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de *Salamandra salamandra* dans l'Ain.

### Lorraine

La zone d'étude de Lorraine est caractérisée par la présence à l'Ouest d'un vaste massif forestier formé des Bois de Vigneulles et de Thiaucourt, sectionné en longueur par la LGV Est. Le reste de la zone d'étude comporte peu de forêts. Une seconde zone de boisement est située à l'extrême Est (Bois communal de Villecey-sur-Mad). Un repérage a été effectué dans ces boisements sans y déceler aucune larve de Salamandre.

Les prélèvements de Salamandre tachetée en Lorraine se sont donc concentrés dans les Bois de Vigneulles et de Thiaucourt. Dans la mesure où les prélèvements sont effectués relativement près de la voie ferrée pour cette espèce, la distance entre les sites de prélèvements d'un même côté du tronçon est comparable à la distance entre sites de part et d'autre.

	Aperçu des sites échantillonnés
<b>Site 1</b> Figure 46	
<b>Site 2</b> Figure 47	

<p><b>Site 3</b> Figure 48</p>	
<p><b>Site 4</b> Figure 49</p>	
<p><b>Site 5</b> Figure 50</p>	
<p><b>Site 6</b> Figure 51</p>	

Tableau 8 : Aperçu de localisation des sites de prélèvement de *Salamandra salamandra* dans les bois de Vigneulles et de Thiaucourt en Lorraine.

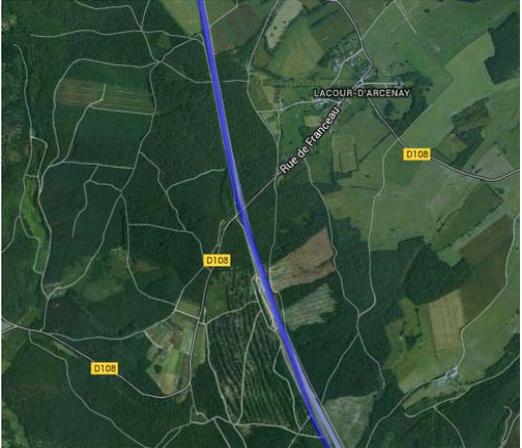
D'autres espèces d'amphibiens ont été vues sur ces secteurs en plus de la Salamandre tachetée (cf. Annexe 1).

### **Bourgogne**

La zone d'étude de Bourgogne est caractérisée par plusieurs massifs de forêts au fil du tronçon, sectionnés par celui-ci. Des premières prospections dans le massif de, situé au sud du tronçon se sont révélées infructueuses de jour comme de nuit. Cette absence totale de Salamandre tachetée semble étonnante dans ces forêts d'apparence très favorables, humides et comportant des ornières et des petits cours d'eau.

Les prélèvements de Salamandre ont donc été répartis :

- dans le Bois du Bas des Vingt Arpents au Nord de la zone d'étude,
- dans les Bois Brulé et de Niserteau au centre du tronçon,
- dans le Bois de Villargoix plus au sud de la zone d'étude.

	Description des sites échantillonnés	Aperçu du SCAN 25
<p><b>Sites 1 &amp; 2</b></p>	<p>Milieux aquatiques : petits cours d'eau à courant faibles, mares en ronciers, fossés en bord de chemin</p> <p>Végétation : dominante feuillus, quelques parcelles de conifères</p> <p>Éléments fragmentants éventuels dans les sites : présence d'une route départementale coupant en deux le site</p> <p>Passages aquatiques éventuels entre les deux sites : Buses hydrauliques permettant la connexion des cours d'eau et fossés à faibles courants</p> <p>cf. Figures 52 et 53</p>	
<p><b>Sites 3 &amp; 4</b></p>	<p>Milieux aquatiques : en jonction des deux étangs (Grand étang et Étang de Sainte-Isabelle) séparés par la voie ferrée. Constitués de cours d'eau passant sous la voie à débit plutôt rapide et donnant lieu à des zones de marais quasi continue</p> <p>Végétation : Dominante de feuillus avec quelques résineux. Strate herbacée abondante de type végétation aquatique (ronce, molinie, ...) en lien avec le caractère très marécageux des sites</p> <p>Passages aquatiques éventuels entre les deux sites : Buses et canaux hydrauliques reliant les deux étangs</p> <p>Éléments fragmentants éventuels dans les sites : Aucun</p> <p>cf. Figures 54 et 55</p>	
<p><b>Sites 5 &amp; 6</b></p>	<p>Milieux aquatiques : Fossés, mares sur chemin et ornières, quelques mares isolés de plus grandes tailles</p> <p>Le site 6 possède un faciès relativement sec aux abords de la voie, sa topographie descend ensuite perpendiculairement avec présence de résurgence et formation de torrent à débit rapide jusqu'aux milieux agricoles extérieurs à la forêt</p> <p>Le site 5, plus humide, possède quelques cours d'eau à courant faible</p> <p>Végétation : Dominante de feuillus, litière de feuille épaisse et plutôt sèche. Les mares sont souvent sans végétation aquatique ni rivulaire</p>	

	Éléments fragmentants éventuels dans les sites : Aucun	
	Passages aquatiques éventuels entre les deux sites : Aucun	
	cf. Figures 56 et 57	

Tableau 9 : Description et localisation des sites de prélèvement de *Salamandra salamandra* en Bourgogne.

D'autres espèces d'amphibiens ont été vues sur ces secteurs en plus de la Salamandre tachetée (cf. Annexe 1).

## V.2. Pour le Myrtil

### V.2.1 Choix des sites

En accord avec la bibliographie, les prospections se sont focalisées sur les milieux ouverts le long des tronçons ferroviaires tels que les prairies fleuries, de fauche ou pâturées. Un repérage sur photoaérienne a permis d'identifier des zones intéressantes qui ont ensuite été confirmées ou non sur le terrain en fonction de la présence effective du Myrtil et d'effectifs suffisants. Pour cette espèce, l'échantillonnage a été effectué à une distance d'environ 2 à 3 km des voies en accord avec les capacités de déplacements du Myrtil données par la bibliographie.

La biologie de l'espèce et nos observations de terrain nous ont permis de constater que les prairies fleuries non fauchées entourées de haies offraient un optimum pour la capture d'un grand nombre d'individus sur un même site en peu de temps.

### V.2.2 Description des sites retenus

#### Franche-Comté

Le Tableau 10 décrit rapidement les 6 sites identifiés et échantillonnés en Franche-Comté.

	Description des sites échantillonnés	Commune
<b>Site 1</b>	Prairie fleurie non fauchée sur les hauteurs du village, attenant à un verger.	Byans sur Doubs
<b>Site 2</b>	Prairie fleurie non fauchée au milieu de cultures céréalières.	Byans sur Doubs
<b>Site 3</b>	Prairie fleurie en présence de ruches sur les hauteurs du village.	Lombard
<b>Site 4</b>	Prairie fleurie non fauchée sur les coteaux du village.	Liesle
<b>Site 5</b>	Prairie fleurie occupée par des chevaux de traie.	Buffard
<b>Site 6</b>	Prairie fleurie non fauchée dans petit lotissement en bordure de la forêt de Chaux.	Arc et Senans

Tableau 10 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de *Maniola jurtina* en Franche-Comté.

## Rhône-Alpes

Comme pour les autres espèces l'enclavement du site entre l'autoroute A 39 et la D1083 a restreint fortement les zones potentielles de prospection. Les recherches se sont ainsi focalisées sur les prairies, les chemins et les petites routes de campagnes bordés de haies et de ronciers en fleurs. Au final, 6 sites ont pu être identifiés avec des effectifs suffisants pour parvenir aux objectifs du protocole théorique (cf. Tableau 11).

	Description des sites échantillonnés	Commune
<b>Site 1</b>	Haies de ronciers en fleurs le long de chemins et petites routes.	Bény
<b>Site 2</b>	Haie de ronciers en fleurs en bordure de champs de maïs et d'un petit bois.	Bény
<b>Site 3</b>	Haies de ronciers en fleurs le long de chemins et petites routes.	Villemotier
<b>Site 4</b>	Haies de ronciers en fleurs et autres le long d'une petite route, en bordure de champ de maïs.	Bény
<b>Site 5</b>	Haies de ronciers en fleurs le long d'une petite route et haie arborée.	Coligny
<b>Site 6</b>	Prairie fleurie non fauchée.	Pirajoux

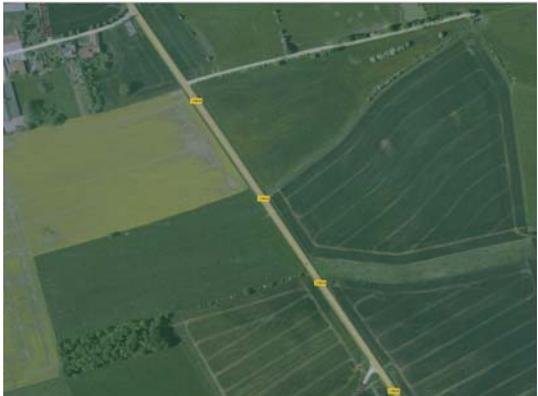
Tableau 11 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de *Maniola jurtina* en Franche-Comté.

## Lorraine

En Lorraine, la zone d'étude présente relativement peu de milieux ouverts propices au Myrtil. En dehors des massifs forestiers et des cultures céréalières, la zone héberge peu de zones pâturées, bocagères ou de chemins. Les chemins des abords immédiats du grillage de la voie ferrée sont des milieux potentiellement intéressants ; néanmoins ils ne permettaient pas de respecter le schéma théorique et les distances souhaités entre sites. Nous nous sommes donc concentrés sur les quelques secteurs de pâturage, de prairies fleuries et les abords de hameaux, qui correspondaient le plus aux conditions de vie du Myrtil.

Un repérage sur photoaérienne a néanmoins permis de disposer théoriquement de 6 sites favorables distants respectivement d'environ 2-3 km. En revanche, l'exploration de ces sites sur le terrain a remis en cause cette pré-identification. En effet, l'un des sites pré-identifié s'est révélé totalement inadapté et seuls deux individus de Myrtil y ont été vus.

	Description des sites échantillonnés	Aperçu
<b>Site 1</b>	Périphérie Ouest du village de Xammes : prairies fleuries et de fauche, bords de routes cf. Figure 58	

<p><b>Site 2</b></p>	<p>Prairies fleuries comprise entre d'un côté maison et bois et de l'autre un champ en repos. Proximité du bourg de Thiaucourt ; en face du cimetière cf. Figure 59</p>	
<p><b>Site 3</b></p>	<p>Prairie de fauche en bordure de bois à la périphérie du bourg de Jaulny cf. Figure 60</p>	
<p><b>Site 4</b></p>	<p>Prairie de fauche sans doute utilisée pour la chasse (mirador), en contrebas d'un champ et en bordure de bois cf. Figure 61</p>	
<p><b>Site 5</b></p>	<p>Prairie pâturée en lisière de bois, en bordure de la D904. Site prolongé de l'autre côté de la D904 le long d'une haie buissonnante en bordure de champ cf. Figure 62</p>	

<b>Site 6</b>	Prairies pâturées et zone en délaissée, en bordure du Bois de Thiaucourt cf. Figure 63	
<b>Site 7</b>	Lisière entre bois et champ cultivé. Site abandonné du fait de la quasi absence de Myrtil, ayant donc impliqué également l'abandon du site 8 cf. Figure 64	
<b>Site 8</b>	Chemin bordé de haies avec boisement isolé et ronciers cf. Figure 65	

Tableau 12 : Description et localisation des sites de prélèvement du Myrtil en Lorraine.

D'autres espèces de lépidoptères ont été vues sur ces secteurs en plus du Myrtil (cf. Annexe 1).

### **Bourgogne**

	Description des sites échantillonnés
<b>Site 1</b>	Prairies pâturées et ensemble de haies de roncier. Site situé au sud de Saulieu, entre la D906 et la LGV. cf. Figure 66
<b>Site 2</b>	Prairie fauchée dans un ensemble bocager de haies arborées (frênes, érables, chênes). cf. Figure 67
<b>Site 3</b>	Prairie fauchée, pâturage et chemin bordés de haies de ronciers. cf. Figure 68
<b>Site 4</b>	Prairie fauché incluse dans un ensemble bocager avec haies de ronciers et arborées. cf. Figure 69

<b>Site 5</b>	Prairie fauché incluse dans un ensemble bocager avec haies de ronciers et arborées. cf. Figure 70
<b>Site 6</b>	Haie arbustive et arborée (dominance chêne et fusain) en bordure de route. Contexte plus hygrophile avec <i>Filipendula ulmaria</i> et pré-humides (présence de <i>Juncus</i> sp.) cf. Figure 71

Tableau 13 : Description et localisation des sites de prélèvement de Myrtil en Bourgogne.

D'autres espèces d'amphibiens ont été vues sur ces secteurs en plus du Myrtil (cf. Annexe 1).

### V.3. Pour le piégeage des Coléoptères

#### V.3.1 Choix des sites

En accord avec la bibliographie, nous avons recherché prioritairement les forêts ou bosquet de feuillus, avec une litière relativement importante, un substrat pas trop humide et situé pour partie à proximité d'une lisière. Compte tenu des capacités de dispersion à courte distance des Carabes, les sites de piégeage ont été positionnés près de la voie (100 m environ).

#### V.3.2 Description des sites retenus

##### Franche-Comté

Le tableau 14 ci-dessous décrit rapidement les sites de piégeage en Franche-Comté.

	Description des sites échantillonnés	Commune
<b>Site 1</b>	Forêt de feuillus (chêne et hêtre principalement) en lisière. Roche mère peu profonde.	Byans-sur-Doubs et Lombard
<b>Site 2</b>	Forêts mixte en bas de pente.	Fourgs
<b>Site 3</b>	Hêtraie-charmaie.	Lombard
<b>Site 4</b>	Lisière d'une forêt de feuillus en pente. Roche mère peu profonde.	Fourgs
<b>Site 5</b>	Forêts de feuillus (chêne et hêtre).	Cramans
<b>Site 6</b>	Forêt de feuillus (chêne, hêtre et charme) en pente sur alluvions.	Cramans

Tableau 14 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de *Carabus nemoralis* et de *Abax parallelepipedus* en Franche-Comté.

##### Rhône-Alpes

Le tableau 15 ci-dessous décrit rapidement les sites de piégeage en Rhône-Alpes. Les mêmes contraintes que pour localiser les sites de prélèvement optimum de *Salamandra salamandra* ont été rencontrés sur cette zone d'étude du fait de la faible présence de milieux favorables. Ce tronçon ferroviaire est enclavé entre l'autoroute A39 et la D1083 et traverse de vastes cultures. Aussi, les prélèvements se sont-ils donc focalisés sur le peu de milieux présents sans pouvoir toujours tenir compte du schéma théorique de prélèvement.

	Description des sites échantillonnés	Commune
<b>Site 1</b>	Petit bosquet de charmes, acacias et hêtres sur alluvions. Peu de litière.	Saint-Etienne-du-Bois
<b>Site 2</b>	Forêt mixte composée majoritairement de chênes, charmes et résineux. Litière composée d'épines de résineux et feuilles.	Bény
<b>Site 3</b>	Forêt mixte composée majoritairement de chênes, charmes et résineux. Litière composée d'épines de résineux et feuilles.	Salavre
<b>Site 4</b>	Forêt de feuillus (majoritairement de hêtre et charme) en bordure d'un ruisseau. Peu de litière et présence d'alluvions.	Salavre
<b>Site 5</b>	Forêts de feuillus (chêne, hêtre et charme) en présence de litière.	Chazelles
<b>Site 6</b>	Forêt de feuillus (chêne, hêtre et charme).	Chazelles

Tableau 15 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de *Carabus nemoralis* et de *Abax parallelepipedus* dans l'Ain.

### Lorraine

Le tableau 16 ci-dessous décrit rapidement les sites de piégeage en Lorraine. Tel que décrit pour la Salamandre tachetée précédemment, les milieux forestiers de la zone d'étude de Lorraine se concentrent principalement au niveau des Bois de Vigneulles et de Thiaucourt. Deux sites ont donc été positionnés dans ce massif. Afin de diversifier les lieux de prélèvements, les quatre autres sites de piégeages à Coléoptères ont été positionnés dans le Bois communal de Villecey-sur-Mad situé à l'Est de la zone d'étude. Les distances du schéma théorique ne sont donc pas totalement respectées.

	Description des sites échantillonnés	
<b>Sites 1 &amp; 2</b>	Forêt comportant des parcelles de résineux et des parcelles de feuillus. Le site 1 au sud de la ligne est un boisement de feuillus, séparés de la voie ferrée par une bande de résineux. Le site 2 au nord de la ligne est un boisement de résineux sur la très grande majorité de sa surface. L'est du site passe en boisement de feuillus.	

<b>Sites 3 &amp; 4</b>	<p>Dans le prolongement des sites 1 et 2 vers l'est de la zone d'étude, les sites 3 &amp; 4 sont tous les deux des boisements de feuillus</p>	
<b>Sites 5 &amp; 6</b>	<p>Dans les bois de Vigneulles et de Thiaucourt, les sites 5 et 6 correspondent à des boisements de feuillus humides</p>	

Tableau 16 : Sites de piégeage pour les Carabes en Lorraine.

### **Bourgogne**

Le tableau 17 ci-dessous décrit rapidement les sites de piégeage en Bourgogne. Deux sites (5 & 6) ont été positionnés dans le massif où sont également localisés les sites 5 et 6 de la Salamandre tachetée (Bois de Villargoix). Les quatre autres sites sont localisés au sud de la zone d'étude au niveau des forêts de Thoisy, des Petits bouts et des Grandes bruyères.

	Description des sites échantillonnés	
<b>Sites 1 &amp; 2</b>	<p>Le site 1 (Forêt des Grandes Bruyères) est à dominante de feuillus (chênaie-charmaie) et comporte quelques parcelles de résineux. Dans les feuillus la litière de feuilles est épaisse.</p> <p>Le site 2 est une forêt de feuillus de type Hêtre et Chênaie.</p> <p>Les sites 1 et 3 et les sites 2 et 4 sont séparés par la D977bis</p>	

<p><b>Sites 3 &amp; 4</b></p>	<p>Le site 3 (Forêt des Petits Bouts) est une forêt de feuillus de type chênaie-charmaie. La litière est épaisse et constituée de bois morts et de feuilles</p> <p>Le site 4 (Forêt de Thoisy) est à grande majorité résineux et possède quelques localités dans des parties feuillues (chênaie-charmaie). Les parcelles de résineux présentent des alignements de conifères avec un sous-bois dégagés où la litière est constituée de mousses et de ronces.</p>	
<p><b>Sites 5 &amp; 6</b></p>	<p>cf. Salamandre tachetée : forêts de feuillus se révélant plutôt sèches (quelques ornières et petits points d'eau). Litière de feuilles épaisses.</p> <p>Les deux sites sont compris entre les D et D</p>	

Tableau 17 : Sites de piégeage pour les Carabes en Bourgogne.

### V.3.3 Organisation des sites de piégeage

En Bourgogne et Lorraine, chacun des six sites d'échantillonnage a été lui-même divisé en localités (ou sous-sites) différentes (5 à 9), chacune espacées de plusieurs dizaines de mètres (environ 100m entre chaque localité). Chacune de ces localités est elle-même composée de 4 à 6 pièges afin d'améliorer le plus possible l'effort d'échantillonnage.

Selon la configuration du boisement, et afin de faciliter leur repérage ensuite, les pièges ont été disposés en ligne ou en forme circulaire, par exemple autour d'un arbre. En Franche-Comté et Rhône Alpes, selon les milieux, les pièges ont été disposés soit sur une ligne de 20 pièges espacés de 5 m soit sur 2 lignes chacune composée de 10 pièges espacés de 5 m, distantes d'une soixantaine de mètres.

L'emplacement des localités a été déterminé en partie par les facilités d'accès, tout en essayant de rester cohérent par rapport aux distances et à l'emplacement des différents sites. La majorité d'entre elles ont ainsi été placés près ou le long de chemin forestier afin de faciliter ensuite les sessions de contrôle.

Les coordonnées GPS de chaque localité sont enregistrées. De la rubalise est placée sur un arbre de la localité afin de la retrouver plus facilement lors des contrôles ultérieurs (cf. Figure 80).

Au final, près de 200 pièges ont été posés en Lorraine, près de 300 en Bourgogne et environ 360 pièges en tout en Franche-Comté et Rhône-Alpes.

Les tableaux 18 et 19 qui suivent présentent le nombre de localités et de pièges installés respectivement en Lorraine et en Bourgogne. Le détail des sites de piégeage pour ces deux régions est donné en annexes 2 et 3.

Site	Nombre de localités	Nombre de pièges
1	6	33
2	5	30
3	5	27
4	5	30
5	6	37
6	6	39
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>196</b>

Tableau 18 : Nombre de localités et de pièges en Lorraine

Site	Nombre de localités	Nombre de pièges
1	8	41
2	9	43
3	8	44
4	9	49
5	9	51
6	8	53
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>282</b>

Tableau 19 : Nombre de localités et de pièges en Bourgogne

Par ailleurs, les photographies des sites de prélèvement sont visibles pour la Lorraine et pour la Bourgogne (Figures 72 à 74 pour la Lorraine ; Figures 75 à 79 pour la Bourgogne).

Enfin, l'emplacement des localités est visible par :

- la Figure 82 pour Franche-Comté,
- la Figure 83 pour la Rhône-Alpes,
- les Figures 84 et 85 pour la Lorraine,
- la Figure 86 pour la Bourgogne.

Le déterrage par sangliers et sans doute chevreuil, attirés par la pomme, s'est révélé fréquent. A chaque contrôle, le nombre de piège était vérifié par rapport au nombre du contrôle précédent afin d'éviter au maximum les pertes de bouteille dans la nature. Une fois la période d'échantillonnage terminée, les pièges ont été retirés puis jetés (cf. Figure 81).

## Planche 8 : Lorraine - Sites de prélèvements Salamandre



Figure 46 : Aperçus du Site 1 - Lorraine  
Photos M. Vargac



Figure 47 : Aperçus du Site 2 - Lorraine  
Photos M. Vargac



Figure 48 : Aperçus du Site 3 - Lorraine  
Photos M. Vargac



Figure 49 : Aperçus du Site 4 - Lorraine  
Photos M. Vargac



Figure 50 : Aperçus du Site 5 - Lorraine  
Photos M. Vargac



Figure 51 : Aperçus du Site 6 - Lorraine  
Photos M. Vargac

## Planche 9 : Bourgogne - Sites de prélèvements Salamandre



Figure 52 : Aperçus du Site 1 - Bourgogne  
Photos M. Vargac



Figure 53 : Aperçus du Site 2 - Bourgogne  
Photos M. Vargac (Haut droite, Bas) & R. Sordello (Haut gauche)



Figure 54 : Aperçus du Site 3 - Bourgogne  
Photos A. Tanguy (Haut gauche) & M. Vargac (Haut droite, Bas)



Figure 55 : Aperçus du Site 4 - Bourgogne  
Photos A. Tanguy (Haut gauche) & M. Vargac (Haut droite, Bas)



Figure 56 : Aperçus du Site 5 - Bourgogne  
Photos M. Vargac (Haut) & A. Tanguy (Bas)



Figure 57 : Aperçus du Site 6 - Bourgogne  
Photos A. Tanguy (Haut) & M. Vargac (Bas)

## Planche 10 : Lorraine - Sites de prélèvements Myrtil



Figure 58 : Aperçu du Site 1 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine  
Photo Google street view



Figure 59 : Aperçu du Site 2 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine  
Photo R. Sordello



Figure 60 : Aperçu du Site 3 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine  
Photo R. Sordello



Figure 61 : Aperçu du Site 4 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine  
Photo R. Sordello



Figure 62 : Aperçu du Site 5 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine  
Photo R. Sordello



Figure 63 : Aperçu du Site 6 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine  
Photo R. Sordello



Figure 64 : Aperçu du Site 7 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine (abandonné)  
Photo R. Sordello



Figure 65 : Aperçu du Site 8 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine (abandonné)  
Photo R. Sordello

## Planche 11 : Bourgogne - Sites de prélèvements Myrtil



Figure 66 : Aperçu du Site 1 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne  
Photo Google maps



Figure 67 : Aperçu du Site 2 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne  
Photo R. Puissauve



Figure 68 : Aperçu du Site 3 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne  
Photo R. Puissauve



Figure 69 : Aperçu du Site 4 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne  
Photo R. Puissauve



Figure 70 : Aperçu du Site 5 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne  
Photo R. Puissauve

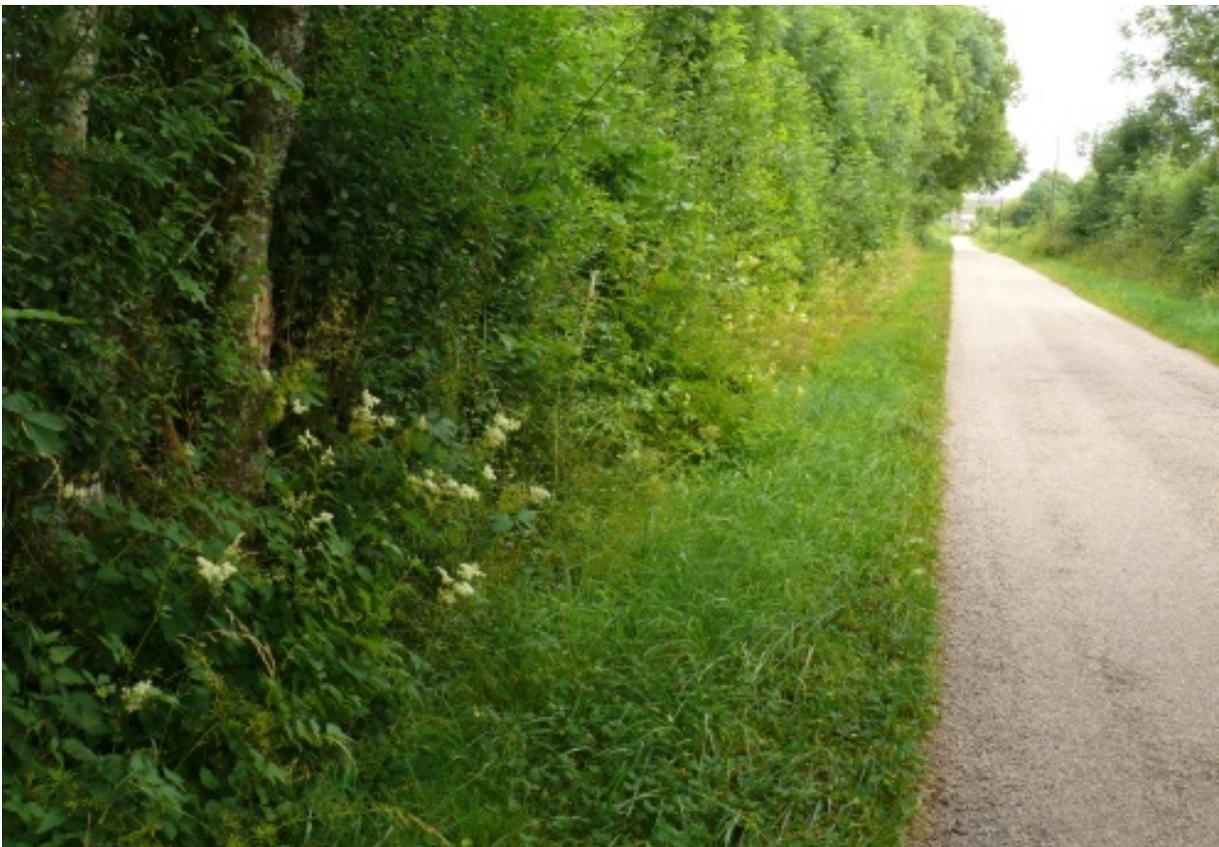


Figure 71 : Aperçu du Site 6 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne  
Photo R. Puissauve

## Planche 12 : Lorraine - Sites de prélèvements Coléoptères



Figure 72 : Aperçu du Site 1 pour le prélèvement des carabes en Lorraine  
Photo R. Sordello



Figure 73 : Aperçu du Site 3 pour le prélèvement des carabes en Lorraine  
Photo R. Sordello



Figure 74 : Aperçu du Site 6 pour le prélèvement des carabes en Lorraine  
Photo R. Sordello

## Planche 13 : Bourgogne - Sites de prélèvements Coléoptères



Figure 75 : Aperçu du Site 1 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne  
Photo R. Sordello



Figure 76 : Aperçu du Site 2 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne  
Photo R. Sordello



Figure 77 : Aperçu du Site 3 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne  
Photo R. Sordello



Figure 78 : Aperçus du Site 4 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne  
Photo R. Sordello



Figure 79 : Aperçus du Site 6 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne  
Photo R. Sordello

## Planche 14 : Logistique du piégeage



Figure 80 : Rubalise signalant une localité de piégeage avec pièges disposés en ligne  
Photo R. Sordello, 2013



Figure 81 : Retrait des pièges lors de la dernière session de contrôle  
Photo R. Sordello, 2013

## Planche 15 : Cartographie des sites de piégeages

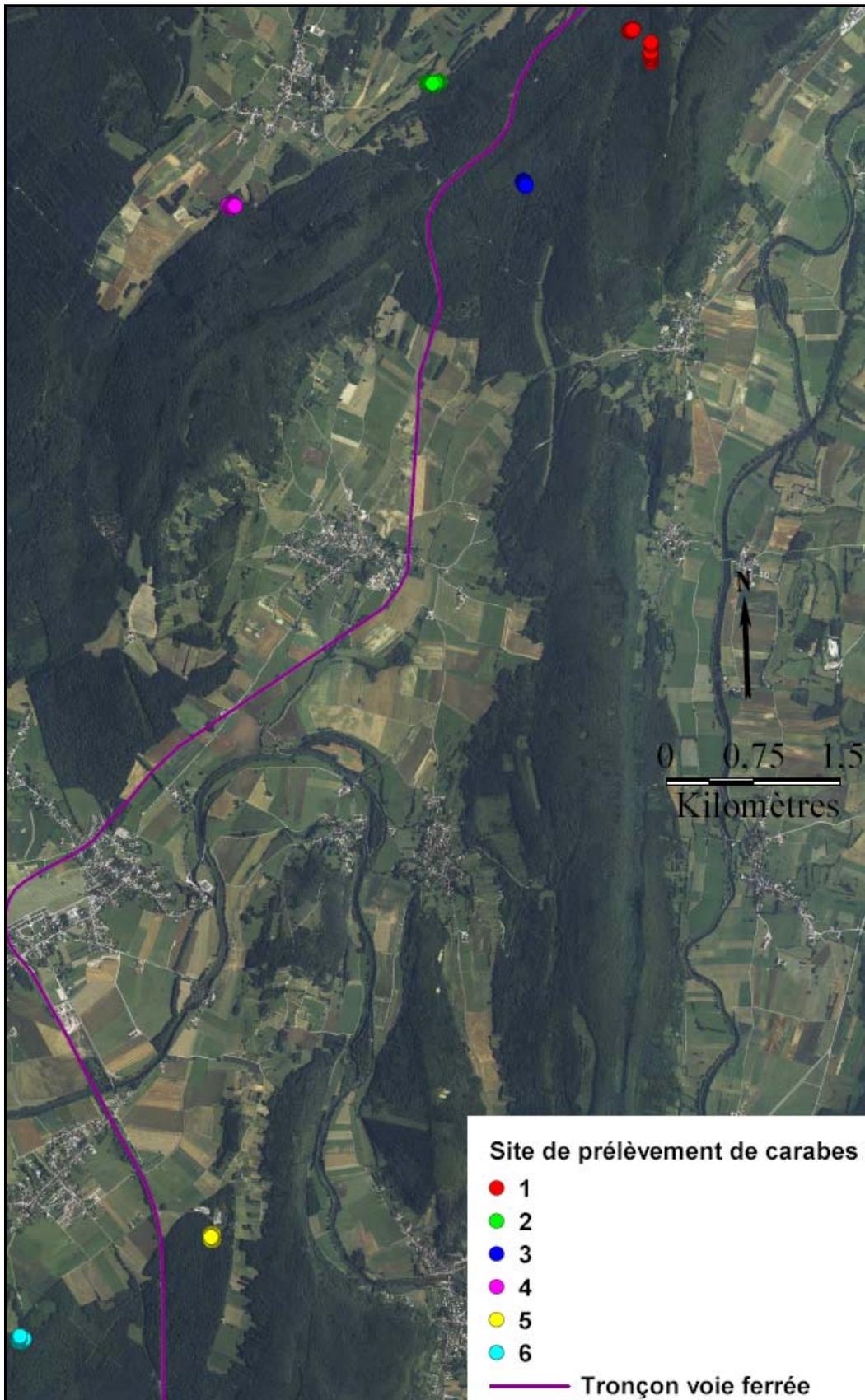


Figure 82 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire et du Carabe des Bois en Franche-Comté. Chaque point correspond à l'emplacement d'un piège de type « pitfall ».

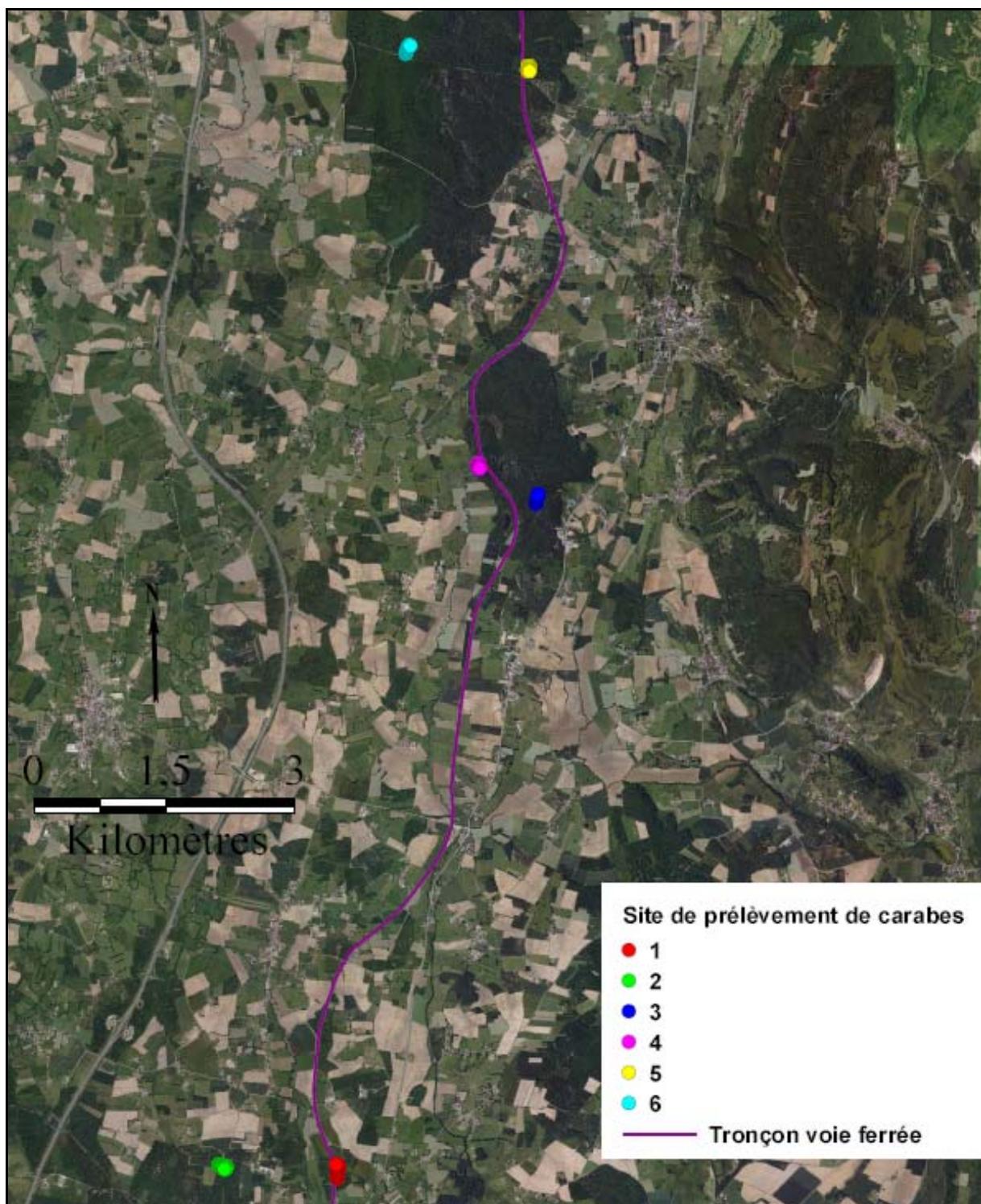


Figure 83 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire et du Carabe des Bois en Rhône-Alpes. Chaque point correspond à l'emplacement d'un piège de type « pitfall ».

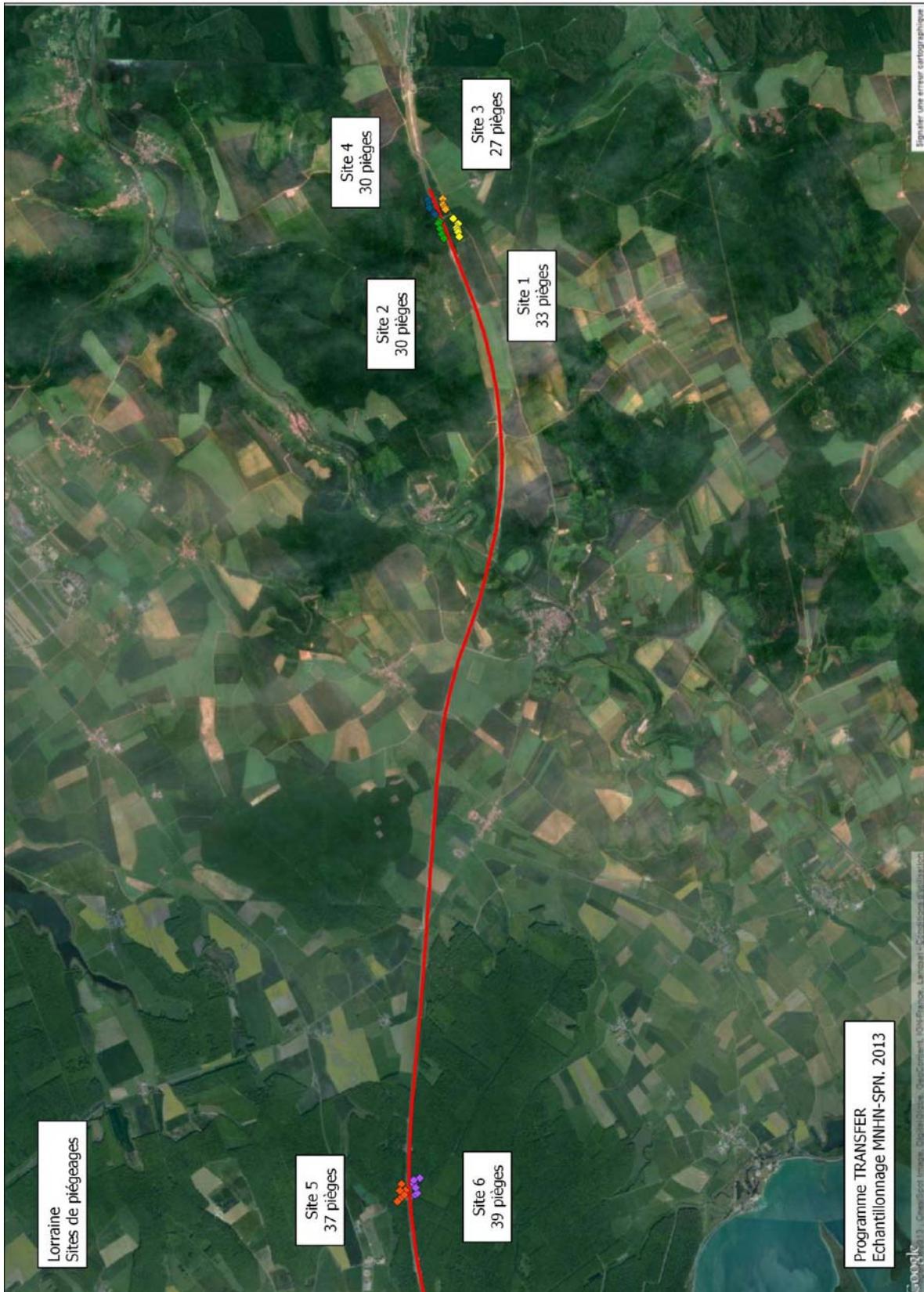


Figure 84 : Sites de piégeages et nombre de pièges par localités en Lorraine



Figure 85 : Répartition des localités par site de piégeage en Lorraine

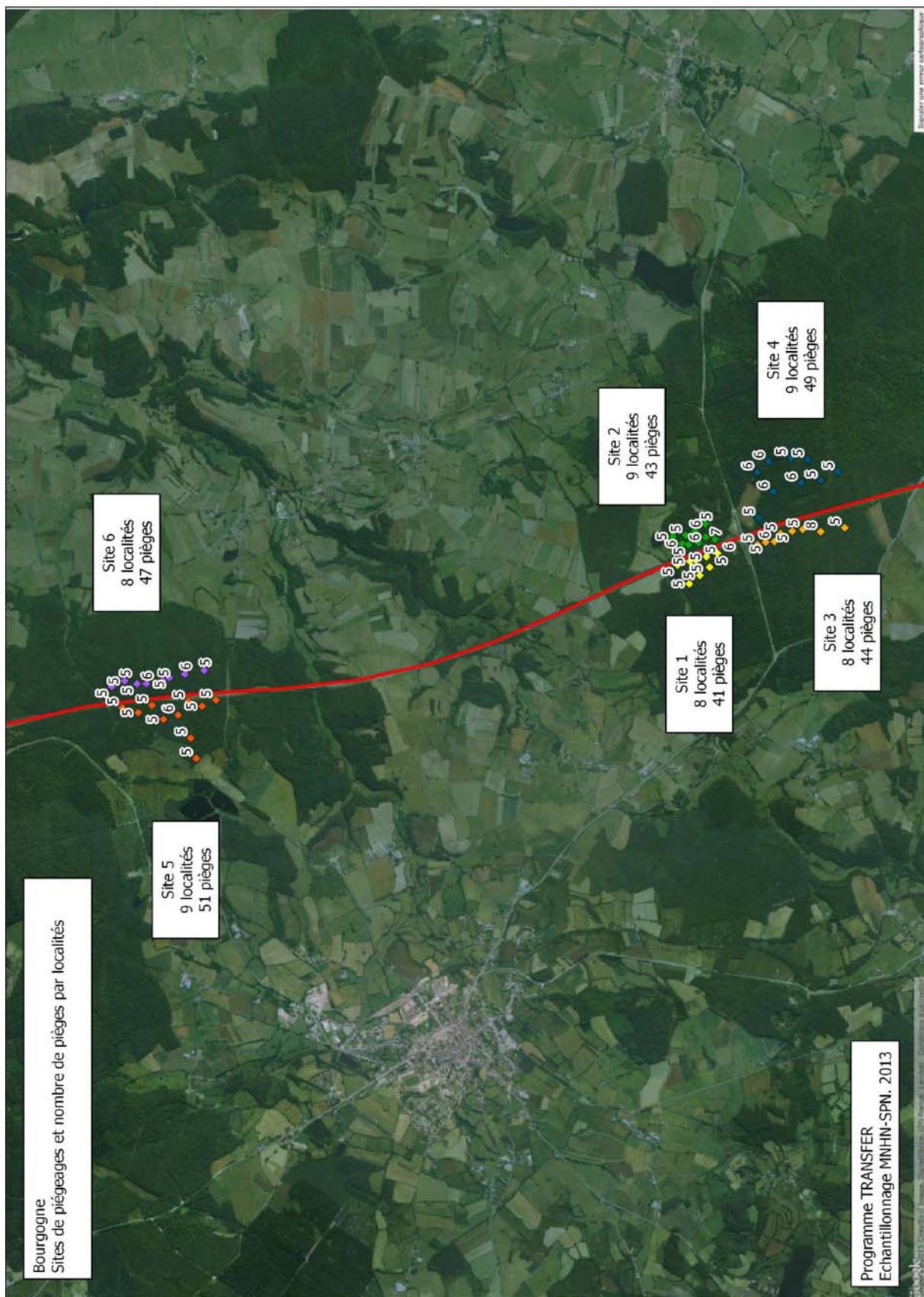


Figure 86 : Sites de piégeages et nombre de pièges par localités en Bourgogne



## **VI. LES SESSIONS DE TERRAINS ET LE TEMPS DE PROSPECTIONS**

# VI. LES SESSIONS DE TERRAINS ET LE TEMPS DE PROSPECTIONS

## VI.1. Déroulé de l'échantillonnage par sessions

Pour les tronçons de LGV, distants des bureaux du Muséum, 16 sessions de terrain, récapitulées dans le tableau 20 ci-dessous, ont été réalisées, mobilisant 2 à 4 personnes par session.

N°	ZE	Début	Fin	Pers.	Jours	Jours. Hommes	Nuits	Nuits.H hommes	Objet
1	BO	Lundi 18 mars 2013	Mercredi 20 mars 2013	3 (AT, MV, RS)	3	9	2	6	Salamandre
2	LO	Lundi 25 mars 2013	Mercredi 27 mars 2013	3 (AT, MV, RS)	3	9	2	6	Salamandre
3	BO	Lundi 8 avril 2013	Mercredi 10 avril 2013	3 (AT, MV, RS)	3	9	2	6	Salamandre
4	LO	Lundi 22 avril 2013	Mercredi 24 avril 2013	3 (AT, MV, RS) + 1 (OD) pour une nuit	3	9	2	7	Pose/Fermeture pièges Carabes + Salamandre
5	BO	Lundi 29 avril 2013	Mardi 30 avril 2013	3 (AT, MV, RS)	2	6	1	3	Salamandre
6	BO	Jeudi 16 mai	Vendredi 17 mai	3 (AT, MV, RS)	2	6	1	3	Pose/Fermeture pièges Carabes + Salamandre
7	LO	mardi 21 mai	mercredi 22 mai	2 (BL, RS)	2	4	0	0	Ouverture et contrôle/fermeture pièges Carabes
8	BO	Lundi 27 mai	Mercredi 29 mai	3 (AT, BL, RS)	3	9	0	0	Prospection papillon + Ouverture et contrôle/fermeture pièges Carabes
9	LO	Jeudi 6 juin	Vendredi 7 juin	2 (BL, RS)	2	4	0	0	Ouverture pièges Carabes + Prospection papillon
10	LO	Lundi 10 juin	Mercredi 12 juin	2 (BL, RS)	3	6	0	0	Contrôle/fermeture pièges Carabes + Prospection papillon
11	BO	Lundi 17 juin	Mercredi 19 juin	2 (BL, RS)	3	6	0	0	Ouverture et contrôle/fermeture pièges Carabes + Prospection papillon
12	BO	Lundi 22 juillet	Mercredi 24 juillet	1 (RP) + 1 (LD) pour un jour	3	4	0	0	Prélèvements papillon

13	LO	Mardi 30 juillet	Vendredi 02 août	2 (BL, RS)	4	4	0	0	Prélèvements papillon
14	BO	Mardi 6 août	Vendredi 9 août	2 (BL, RS)	4	8	0	0	Ouverture et contrôle pièges Carabes + prospection Carabes
15	LO	Mardi 13 août	Mercredi 14 août	2 (MV, RS)	2	4	0	0	Ouverture pièges Carabes
16	BO	Mardi 20 août 2013	Vendredi 23 août 2013	2 (MV, RS)	4	8	0	0	Contrôle et retrait pièges Carabes Prélèvements Limaces
17	LO	Mardi 27 août	Mercredi 28 août	2 (MV, RS)	2	4	0	0	Contrôle et retrait pièges Carabes Prélèvements Bousier
Totaux									
17					48	109	16	31	

Tableau 20 : Récapitulatif des sessions de terrain réalisées pour les deux lignes à grande vitesse

AT : Arnaud Tanguy ; BL : Benoît Legros ; LD : Laura Drouard ; MV : Marianne Vargac ; OD : Olivier Delzons ; RP : Renaud Puissauve ; RS : Romain Sordello

Compte tenu de la proximité des agents de Franche-Comté, le terrain s'est déroulé de manière relativement continue pour cette zone d'étude, sans session vraiment distincte.

Le décompte détaillé n'est pas disponible pour la zone d'étude de Rhône-Alpes.

## VI.2. Déroulé de l'échantillonnage par espèces

### VI.2.1 Salamandre tachée

#### Période d'activité de l'espèce

Comme d'autres amphibiens, la Salamandre tachetée possède deux périodes de reproduction. Le dépôt des larves peut avoir lieu au printemps et à l'automne et des larves peuvent aussi passer l'hiver dans l'eau (Milaud & Muratet, 2004).

#### Période d'échantillonnage

L'échantillonnage de la Salamandre s'est déroulé de mars à avril 2013, en lien avec le cycle de reproduction de l'espèce (cf. Tableau 21).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Terrain</b>												

Tableau 21 : Période de terrain pour la Salamandre concernant les deux LGV

### Échantillonnage de jour et de nuit

La Salamandre étant plutôt nocturne, les prospections de nuit ont été plus efficaces, notamment pour les adultes. Le dépôt des larves peut se faire en une ou plusieurs fois mais s'effectue généralement de nuit (Duguet & Melki, 2003). Cependant, il arrive parfois que des femelles s'aventurent dans la journée pour la mise-bas (Duguet & Melki, 2003). Concernant les larves peuvent être visibles dans l'eau même en journée même si elles restent généralement beaucoup plus cachées que la nuit (positionnées au fond dans le substrat, cachées derrière la végétation, ...)

Le tableau 22 ci-dessous comptabilise le nombre de jours et de nuit de prospections effectués :

Zone d'étude	Nombre de jours	Nombre de nuits	Total
Bourgogne	9	7	16
Lorraine	5	4	9
Total	14	11	25

Tableau 22 : Nombre de jours et de nuits de terrain réalisés pour la Salamandre tachetée en Lorraine et Bourgogne

### VI.2.2 Myrtil

#### Période d'activité de l'espèce

Le Myrtil est une espèce univoltine et il vole de fin mai à octobre suivant les années.

#### Période d'échantillonnage

L'échantillonnage du Myrtil s'est étendu de juin à août 2013 (cf. Tableau 23). Juin n'a connu que des prospections infructueuses compte tenu de la météo défavorable cette année. Les premiers individus de Myrtil ont été observés début juillet. Les prélèvements ont ainsi été effectués :

- en juillet pour la Bourgogne,
- en août pour la Lorraine.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Terrain							Bourgogne	Lorraine				

Tableau 23 : Période de terrain pour le Myrtil concernant les deux LGV

Le tableau 24 ci-dessous comptabilise le nombre de jours et de nuit de prospections effectués :

Zone d'étude	Nombre de jours	Nombre de jours.hommes
Bourgogne	3	4
Lorraine	4	8
Total	7	12

Tableau 24 : Nombre de jours de terrain pour le Myrtil en Lorraine et Bourgogne

Les prospections ont eu lieu de jour compte tenu du caractère diurne du Myrtil. Globalement, les prospections se sont déroulées entre 10 et 18 heures, période propice au vol (Suivi Temporel des Rhopalocères de France, 2010). En raison de la capacité du Myrtil à rester dans de nombreuses conditions météorologiques, les phases de terrain ont été programmées même par vent fort et lors de la présence d'une couverture nuageuse.

## VI.2.3 Carabes

### Période d'activité des espèces recherchées

Abax parallelepipedus est surtout actif de mai à juillet (cf. Figure 87).

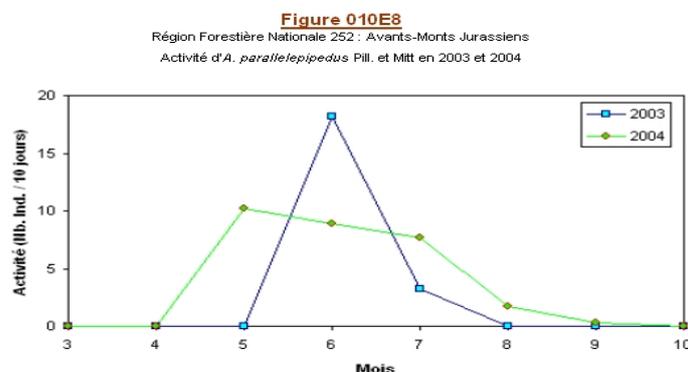


Figure 87 : Période d'activité d'Abax parallelepipedus  
Source non disponible

Les périodes d'activités les plus importantes de *C. nemoralis* se situent d'avril à aout (Loubère, 2010) (cf. Figure 88).

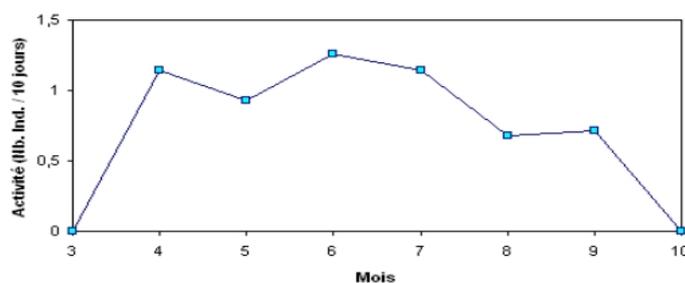


Figure 88 : Période d'activité de Carabus nemoralis  
Source : Loubère, 2010

### Période d'échantillonnage

Les premiers pièges ont été posés fin-avril pour la Lorraine et mi-mai pour la Bourgogne. Les pièges ont ensuite été retirés fin août en Bourgogne comme en Lorraine. La période de terrain consacrée à l'échantillonnage des coléoptères s'est donc étalée sur 3 mois pour la Lorraine et 2 mois et demi pour la Bourgogne (cf. Tableau 25).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Piégeage												

Tableau 25 : Période de terrain pour le piégeage des coléoptères concernant les deux LGV

Sur les deux LGV, le contrôle des pièges s'est déroulé sous forme de session de 3 jours. L'ouverture des pièges en début puis le contrôle fermeture en fin de session. De cette façon, limiter le piégeage inutile et laisser les pièges ouverts trop longtemps risque de léta. Des sessions ont ainsi été organisées selon ce modèle toutes les deux semaines environ pour chaque zone

d'étude en alternance. Les pièges sont donc laissés ouverts environ 1 jour et 2 nuits avant d'être contrôlés. Le tableau 26 ci-dessous comptabilise le nombre de jours de terrain et de piégeage :

Zone d'étude	Jours de terrain	Jours de piégeages	Jours de piégeage entre deux contrôles
Bourgogne	13	21	1 à 17
Lorraine	10	27	1 à 20
Total	23	48	

Tableau 26 : Nombre de jours concernant le piégeage des coléoptères sur les deux LGV

Sur les deux lignes classiques les pièges ont été laissés ouverts entre deux relevés entre 1 à 7 jours.



# VII. LE TRAITEMENT DES ECHANTILLONS APRES RECOLTE

# VII. LE TRAITEMENT DES ECHANTILLONS APRES RECOLTE

## VII.1. Processus commun

Les échantillons de l'ensemble des espèces prélevées ont suivi un processus commun après leur récolte sur le terrain :

- rassemblement des Eppendorfs dans des sacs de congélation par site, voire par localité puis par site (cf. Figure 89),
- stockage de ces sacs au froid (réfrigérateur ou congélateur selon disponibilité),
- envoi des Eppendorf (cf. Figure 90) à la Station d'Écologie Expérimentale du CNRS de Moulis (située au 2 route du CNRS, 09200 Moulis). Les envois de colis ont été faits avec suivi postal. Par ailleurs, chaque expédition a été signifiée par mail à la station écologique afin de prévenir de l'arrivée d'échantillons pour ainsi corriger les éventuels aléas liés au conditionnement et à l'envoi postal et réduire dans tous les cas au maximum les délais hors environnement froid,
- informatisation des échantillons sous le logiciel Qgis (Quantum GIS (version 1.8.0 'Lisboa') 2012) selon le système de coordonnées projetées UTM31N (WGS84) permettant d'exporter ensuite des cartes de prélèvements et des tables attributaires (cf. Figure 91).

Enfin, dans un souci de cohérence des missions du SPN, l'ensemble des données, des échantillons récoltés pour Transfer mais aussi des espèces contactées sur place (cf. Annexe 1), ont été saisies également dans l'interface en ligne CardObs puis basculées sur le site de l'Inventaire national du patrimoine naturel (description en début de rapport). Elles sont ainsi consultables sur : <http://www.mnhn.inpn.fr>.

## VII.2. Résultats de l'échantillonnage

Au total, ce sont ainsi plus de 2500 échantillons qui ont été récoltés, stockés et informatisés. Des cartes ont été produites par espèce et par zone d'étude.

Les tableaux plus loin de 27 à 39 exposent les bilans quantitatifs par espèce et par zone d'étude et les figures de 92 à 117 compilent les cartes dette échantillonnage par espèce et par tronçon ferroviaire.

Par ailleurs, pour les zones d'études de Bourgogne et de Lorraine, des cartes regroupant l'ensemble des données sont été extraites à titre informatif (cf. Figures 118 et 119).

Enfin, les figures 120 à 122 illustrent les résultats des données enregistrées dans CardObs, représentant 1355 stations et 1455 relevés pour 84 taxons en tout.

### VII.2.1 Bilans par zones d'études et par espèces

Zone d'étude	Espèce	Nombre d'individus échantillonnés
Franche-Comté	<i>Salamandra salamandra</i>	156
	<i>Maniola jurtina</i>	177
	<i>Abax parallelepipedus</i>	189
	<i>Carabus nemoralis</i>	62
	Total FC	584

Zone d'étude	Espèce	Nombre d'individus échantillonnés
Rhône-Alpes	<i>Salamandra salamandra</i>	171
	<i>Maniola jurtina</i>	179
	<i>Abax parallelepipedus</i>	180
	<i>Carabus nemoralis</i>	11
	Total RA	541
Total LC		1125
Lorraine	<i>Salamandra salamandra</i>	184
	<i>Maniola jurtina</i>	180
	<i>Abax parallelepipedus</i>	257
	<i>Carabus nemoralis</i>	9
	<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	66
	Total LO	690
Bourgogne	<i>Salamandra salamandra</i>	157
	<i>Maniola jurtina</i>	174
	<i>Abax parallelepipedus</i>	200
	<i>Carabus nemoralis</i>	21
	<i>Carabus problematicus</i>	28
	<i>Arion sp.</i>	177
	Total BO	763
Total LGV		1453
Total		2578

Tableau 27 : Nombre d'échantillons récoltés par zone d'étude et par espèce

Espèce	Zone d'étude	Échantillons	Total LC et LGV	Total
<i>Salamandra salamandra</i>	Franche-Comté	156	327	668
	Ain	171		
	Lorraine	184	341	
	Bourgogne	157		
<i>Maniola jurtina</i>	Franche-Comté	177	356	710
	Ain	179		
	Lorraine	180	354	
	Bourgogne	174		
<i>Abax parallelepipedus</i>	Franche-Comté	189	369	826
	Ain	180		
	Lorraine	257	457	
	Bourgogne	200		
<i>Carabus nemoralis</i>	Franche-Comté	62	73	103
	Ain	11		
	Lorraine	9	30	
	Bourgogne	21		
<i>Carabus problematicus</i>	Lorraine	0	28	28
	Bourgogne	28		
<i>Arion sp.</i>	Lorraine	0	177	177
	Bourgogne	177		

Espèce	Zone d'étude	Échantillons	Total LC et LGV	Total
<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	Lorraine	66	66	66
	Bourgogne	0		
Total espèces LC			1125	2578
Total espèces LGV			1453	

Tableau 28 : Nombre d'échantillons récoltés par espèce et par zone d'étude

## VII.2.2 Détail numérique par espèce

### *Salamandre tachetée*

Zone d'étude	Site	Nombre d'individus échantillonnés
Franche-Comté	1	23
	2	17
	3	30
	4	30
	5	26
	6	30
	Total FC	156
Rhône-Alpes	1	28
	2	30
	3	29
	4	26
	5	30
	6	28
	Total RA	171
Total LC		327
Lorraine	1	31
	2	30
	3	31
	4	30
	5	30
	6	32
	Total LO	184
Bourgogne	1	25
	2	32
	3	23
	4	23
	5	30
	6	24
	Total BO	157
Total LGV		341
Total		668

Tableau 29 : Nombre d'échantillons de Salamandre tachetée récoltés par zone d'étude et par site

### Myrtil

Zone d'étude	Sites	Nombre d'individus échantillonnés
Franche-Comté	1	30
	2	30
	3	30
	4	29
	5	30
	6	28
	Total FC	177
Rhône-Alpes	1	27
	2	29
	3	29
	4	30
	5	32
	6	32
	Total RA	179
Total LC		356
Lorraine	1	21
	2	27
	3	30
	4	30
	5	24
	6	30
	7	2
	8	10
Total LO		174
Bourgogne	1	30
	2	30
	3	30
	4	30
	5	30
	6	30
	Total BO	180
Total LGV		354
Total		710

Tableau 30 : Nombre d'échantillons de Myrtil récoltés par zone d'étude et par site

### Féronie noire

Zone d'étude	Site	Nombre d'individus échantillonnés
Franche-Comté	1	30
	2	30
	3	37
	4	31
	5	31
	6	30
	Total FC	189

Zone d'étude	Site	Nombre d'individus échantillonnés
Rhône-Alpes	1	30
	2	30
	3	30
	4	30
	5	30
	6	30
	Total RA	180
Total LC		369
Lorraine	1	34
	2	49
	3	48
	4	44
	5	42
	6	40
	Total LO	257
Bourgogne	1	35
	2	30
	3	31
	4	31
	5	33
	6	40
	Total BO	200
Total LGV		457
Total		826

Tableau 31 : Nombre d'échantillons de Féronie noire récoltés par zone d'étude et par site

Le tableau 32 ci-dessous expose le détail par localités pour Lorraine et Bourgogne.

Zone d'étude	Site	Localité	Nombres d'individus échantillonnés
Lorraine	1	1	10
		2	6
		3	4
		4	0
		5	14
		Total	34
	2	1	11
		2	11
		3	12
		4	10
		5	5
		Total	49
	3	1	8
		2	12
		3	14
		4	6
		5	8
		Total	48

	4	1	9
		2	8
		3	18
		4	7
		5	2
		Total	44
	5	1	6
		2	7
		3	11
		4	10
		5	4
		6	3
		Hors localité	1
	Total	42	
	6	1	5
		2	7
		3	8
		4	9
		5	7
6		4	
Total	40		
Total		257	
Zone d'étude	Site	Localité	Nombres d'individus échantillonnés
Bourgogne	1	1	6
		2	5
		3	7
		4	2
		5	4
		6	7
		7	4
		8	0
		Total	35
	2	1	6
		2	2
		3	3
		4	2
		5	5
		6	1
		7	4
		8	2
		9	2
		Hors localité	3
	Total	30	
	3	1	5
		2	5
		3	1
		4	7
		5	4
6		2	
7		2	
8		5	
Total	31		

	4	1	4
		2	5
		3	2
		4	5
		5	8
		6	4
		7	0
		8	1
		9	2
		Total	31
	5	1	4
		2	6
		3	7
		4	8
		5	7
		6	1
		7	0
		8	0
		9	0
		Total	33
	6	1	7
		2	9
		3	7
		4	9
		5	8
		6	0
		7	0
		8	0
		Total	40
	Total	200	

Tableau 32 : Nombre d'échantillons de Féronie noire récoltés par localités pour les sites de Lorraine et de Bourgogne

### Carabe des bois

Zone d'étude	Site	Nombre d'individus échantillonnés
Franche-Comté	1	3
	2	4
	3	4
	4	10
	5	13
	6	28
	Total FC	62
Rhône-Alpes	1	1
	2	6
	3	0
	4	0
	5	3
	6	1
	Total RA	11
Total LC	73	

Zone d'étude	Site	Nombre d'individus échantillonnés
Lorraine	1	5
	2	0
	3	1
	4	1
	5	2
	6	0
	Total LO	9
Bourgogne	1	3
	2	1
	3	3
	4	0
	5	7
	6	7
	Total BO	21
Total LGV		30
Total		103

Tableau 33 : Nombre d'échantillons de Carabe des bois récoltés par zone d'étude et par site

Zone d'étude	Site	Localité	Nombres d'individus échantillonnés
Lorraine	1	1	0
		2	1
		3	0
		4	3
		5	1
		Total	5
	2	1	0
		2	0
		3	0
		4	0
		5	0
		Total	0
	3	1	0
		2	0
		3	1
		4	0
		5	0
		Total	1
	4	1	0
		2	0
		3	0
		4	1
		5	0
		Total	1
	5	1	0
2		1	
3		0	
4		0	
5		0	

		6	1
		Total	2
	6	1	0
		2	0
		3	0
		4	0
		5	0
		6	0
	Total	0	
Total		9	
Zone d'étude	Site	Localité	Nombres d'individus échantillonnés
Bourgogne	1	1	0
		2	0
		3	0
		4	0
		5	1
		6	1
		7	1
		8	0
		Total	3
	2	1	0
		2	0
		3	0
		4	0
		5	0
		6	0
		7	1
		8	0
		9	0
	Total	1	
	3	1	0
		2	0
		3	3
		4	0
		5	0
		6	0
		7	0
		8	0
		Total	3
	4	1	0
		2	0
		3	0
		4	0
		5	0
6		0	
7		0	
8		0	
9		0	
Total	0		
5	1	0	
	2	0	
	3	0	

		4	1
		5	2
		6	0
		7	0
		8	1
		9	3
		Total	7
	6	1	0
		2	2
		3	0
		4	0
		5	2
		6	1
		7	2
	8	0	
Total	7		
Total	Total	21	

Tableau 34 : Nombre d'échantillons de Carabe des bois récoltés par localités pour les sites de Lorraine et de Bourgogne

### Carabe problématique

Zone d'étude	Site	Nombre d'individus échantillonnés
Bourgogne	1	1
	2	5
	3	18
	4	1
	5	0
	6	3
	Total BO	28

Tableau 35 : Nombre d'échantillons de Carabe problématique récoltés en Bourgogne par site

Zone d'étude	Site	Localité	Nombres d'individus échantillonnés
Bourgogne	1	1	0
		2	0
		3	0
		4	0
		5	0
		6	0
		7	0
		8	0
		Hors localité	1
		Total S1	1
	2	1	0
		2	0
		3	1
		4	0
		5	0
		6	0
		7	2
8		0	

		9	2
		Total S2	5
	3	1	0
		2	0
		3	0
		4	2
		5	0
		6	1
		7	2
		8	13
		Total S3	18
	4	1	0
		2	0
		3	0
		4	0
		5	0
		6	0
		7	0
		8	0
		9	1
	Total S4	1	
	5	1	0
		2	0
		3	0
		4	0
		5	0
		6	0
		7	0
		8	0
		9	0
	Total S5	0	
	6	1	2
2		0	
3		0	
4		0	
5		0	
6		0	
7		0	
8		1	
Total S6	3		
Total BO		28	

Tableau 36 : Nombre d'échantillons de Carabe problématique récoltés en Bourgogne par localités

### Géotrupe des bois

Zone d'étude	Site	Nombre d'individus échantillonnés
Lorraine	5	23
	6	33
	7	10
	Total LO	66

Tableau 37 : Nombre d'échantillons de Géotrupe des bois récoltés en Lorraine par site

Zone d'étude	Site	Localité	Nombres d'individus échantillonnés	
Lorraine	5	1	0	
		2	2	
		3	8	
		4	2	
		5	8	
		6	0	
		Hors localité	3	
		Total S5	23	
	6	1	0	
		2	2	
		3	9	
		4	1	
		5	9	
		6	11	
		Hors localité	1	
		Total S6	33	
	7	1	4	
		2	2	
		Hors localité	4	
		Total S7	10	
	Total LO			66

Tableau 38 : Nombre d'échantillons de Géotrupe des bois récoltés en Lorraine par localités

### Limace rouge

Zone d'étude	Site	Nombre d'individus échantillonnés
Bourgogne	1	35
	2	35
	3	35
	4	35
	5	35
	6	2
	Total BO	177

Tableau 39 : Nombre d'échantillons de Limace rouge récoltés en Bourgogne par site

## Planche 16 : Traitement des échantillons



Figure 89 : Mise en sac des Eppendorfs  
Photos R. Sordello



Figure 90 : Mise en colis pour envoi au CNRS de Moulis  
Photos R. Sordello

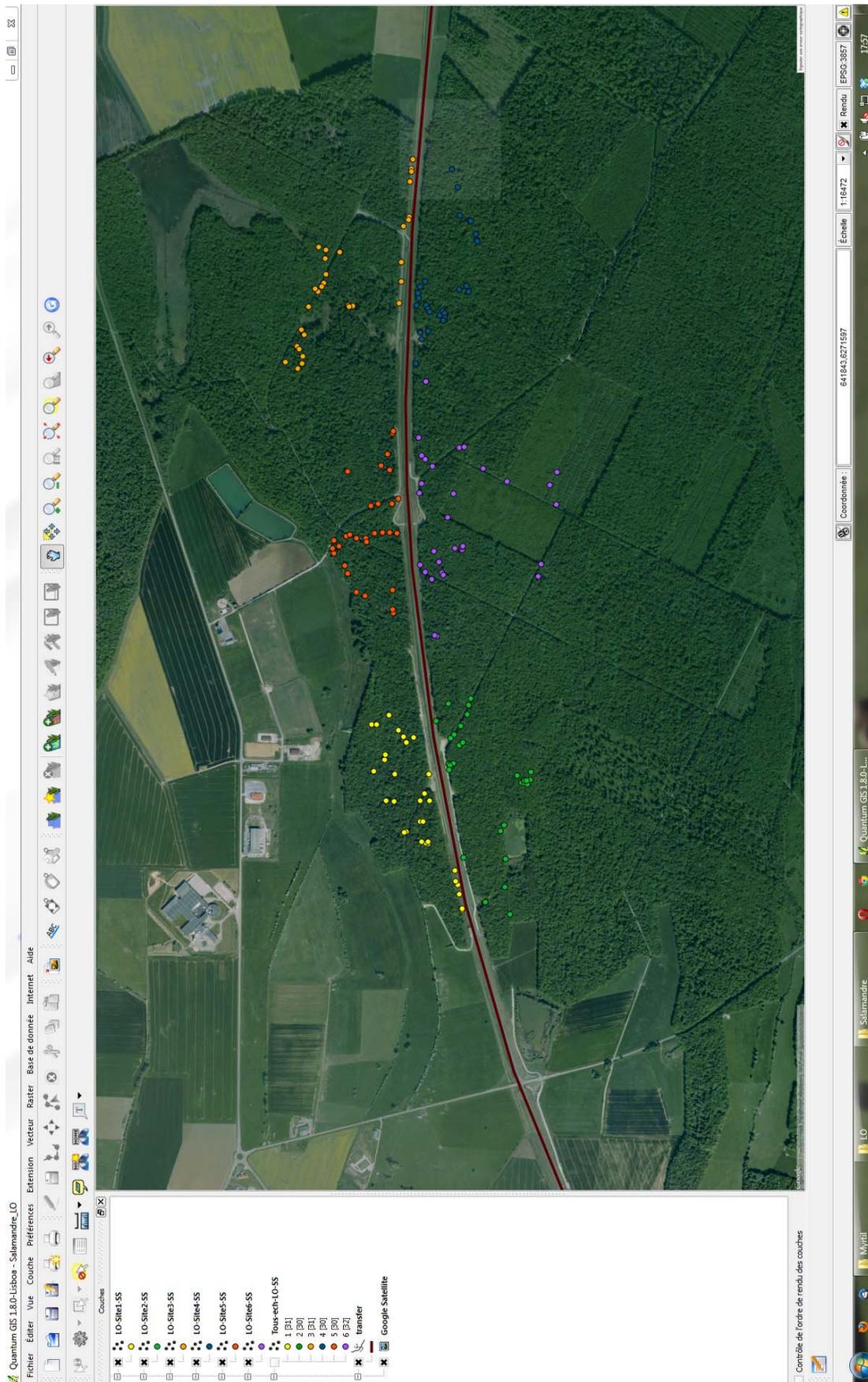


Figure 91 : Digitalisation des prélèvements sous Quantum GIS  
Photos R. Sordello

## Planche 17 : Cartographie des prélèvements Salamandre

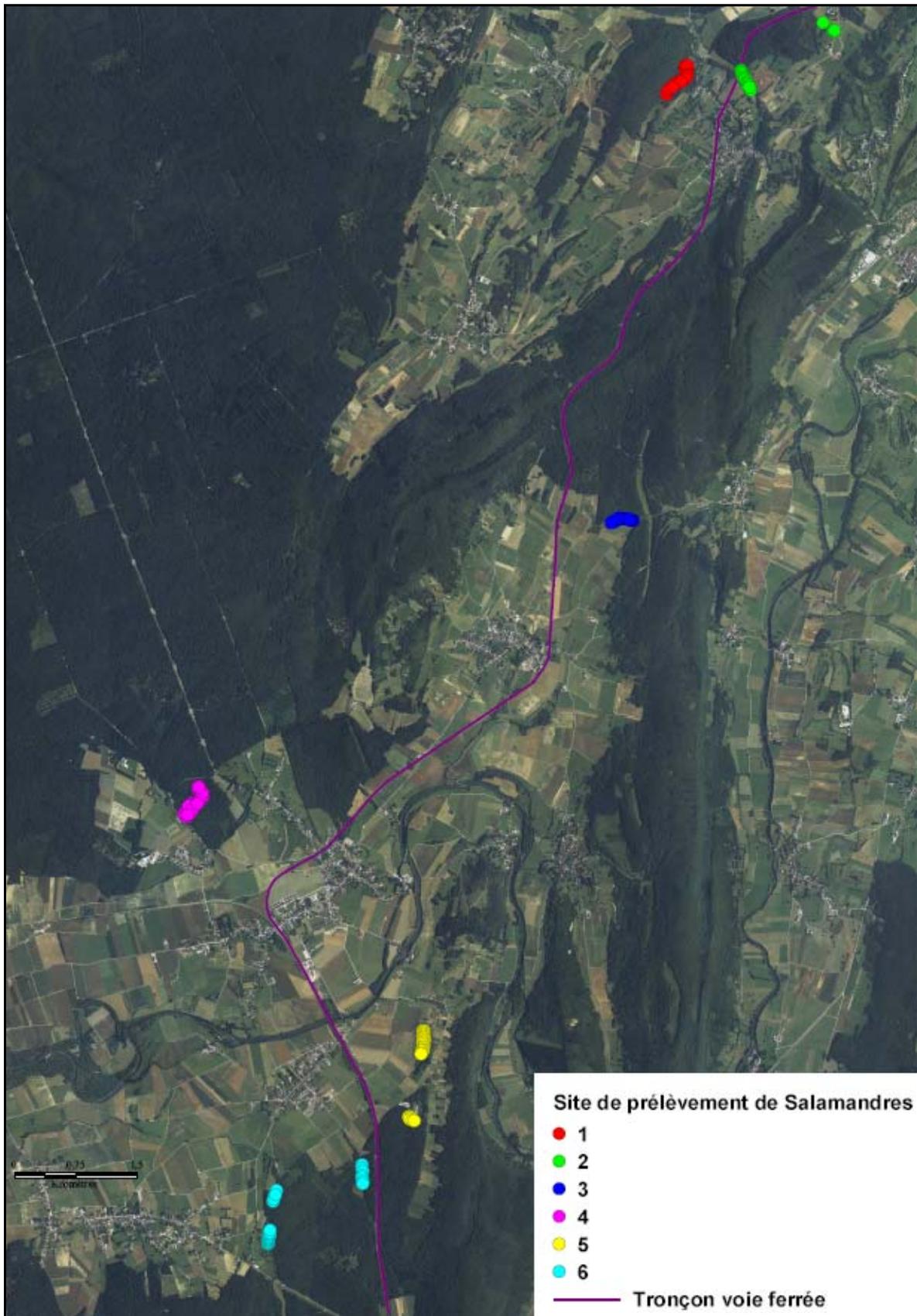


Figure 92 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Franche-Comté

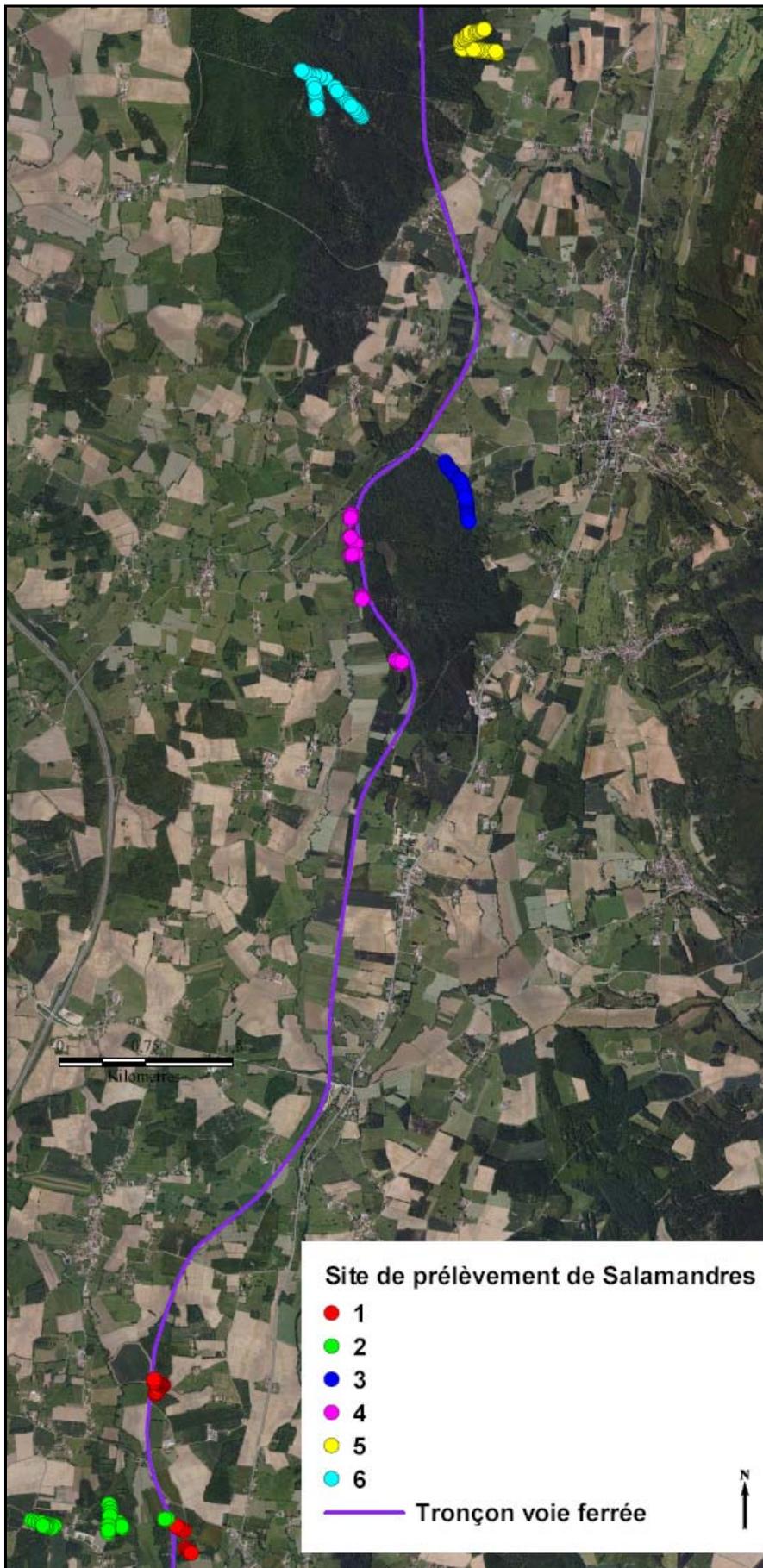


Figure 93 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Rhône-Alpes

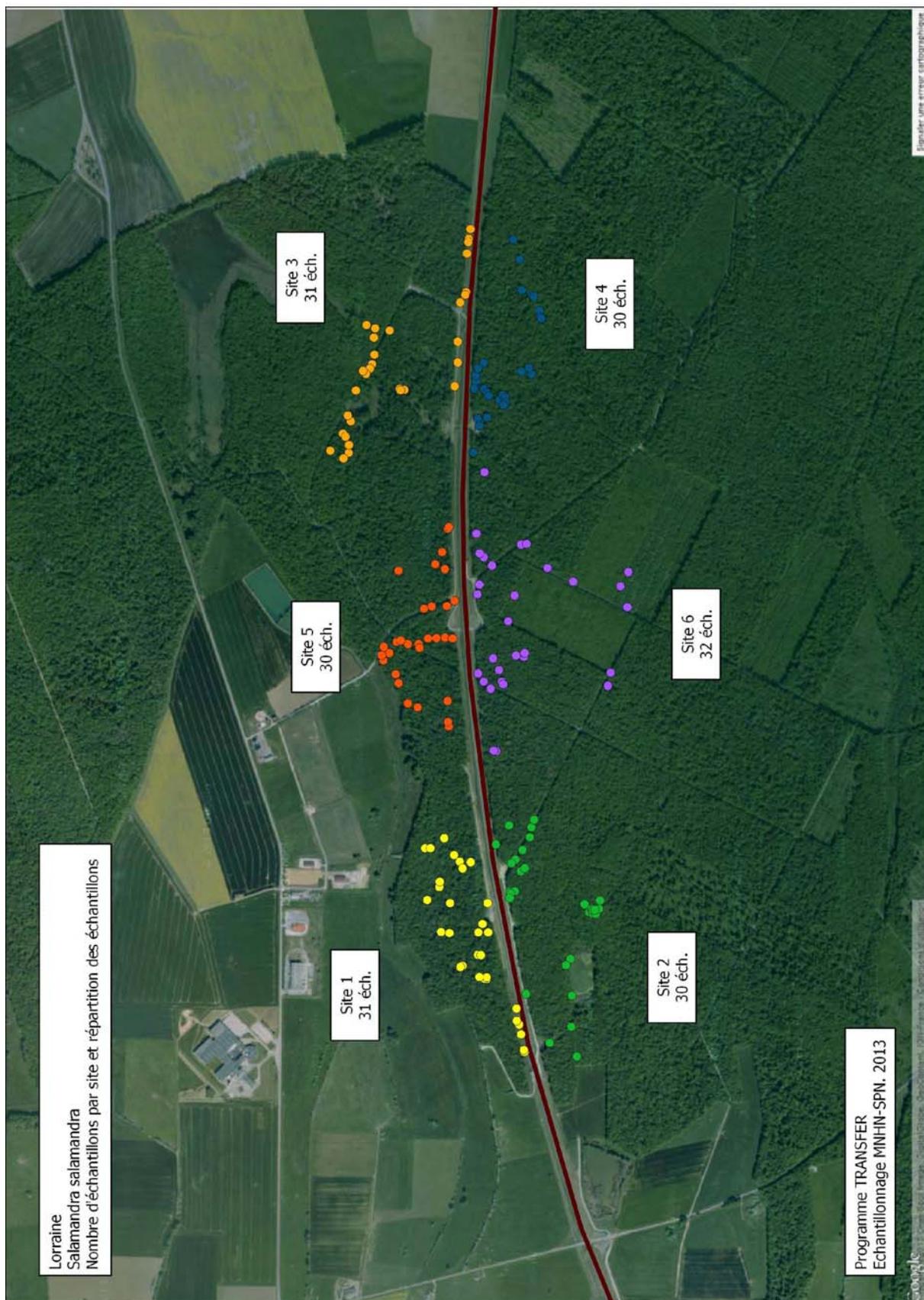


Figure 94 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Lorraine

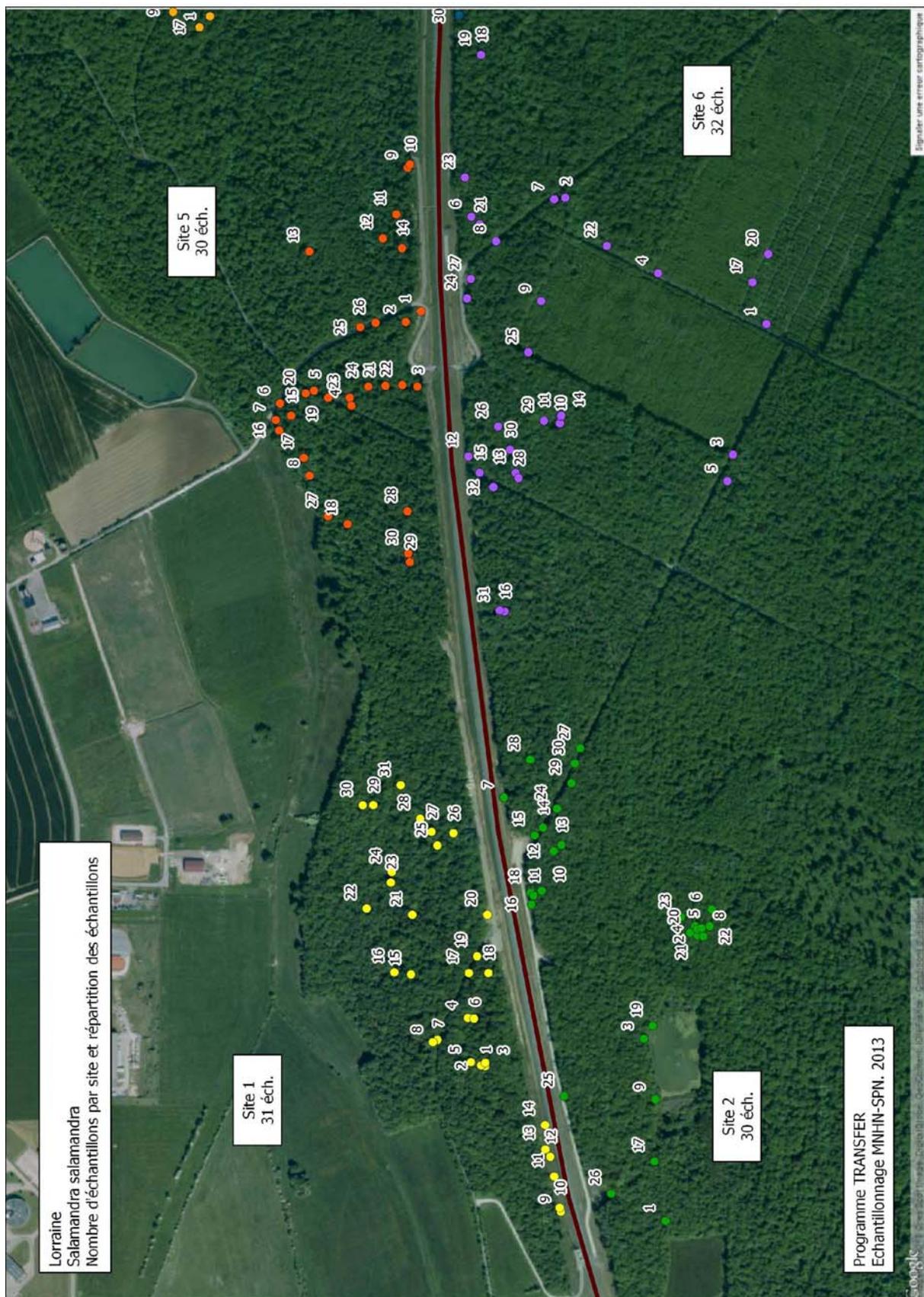


Figure 95 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Lorraine - Sites 1, 2, 5, 6

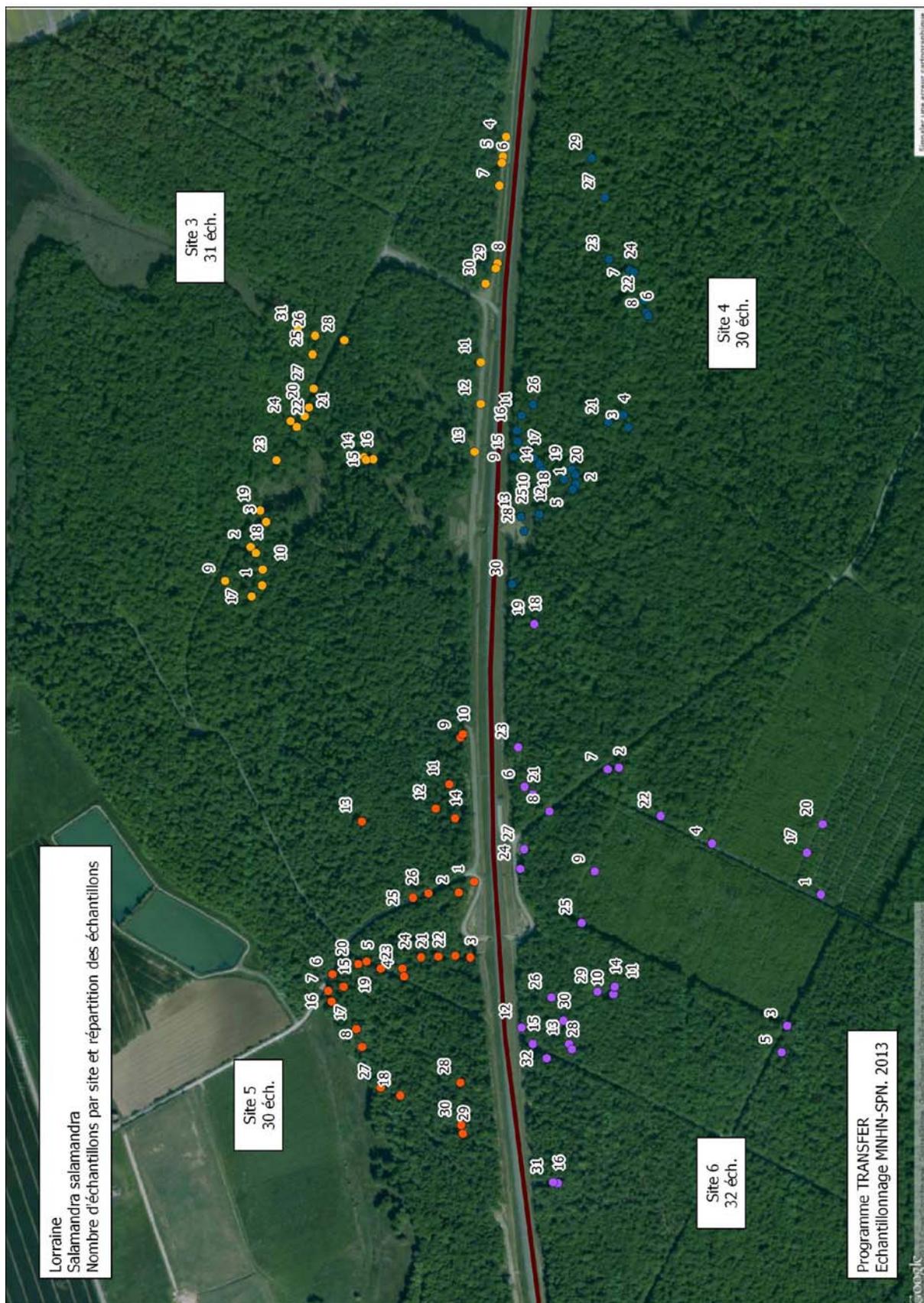


Figure 96 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Lorraine - Sites 3, 4, 5, 6



Figure 97 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tâchetée en Bourgogne - Vue générale

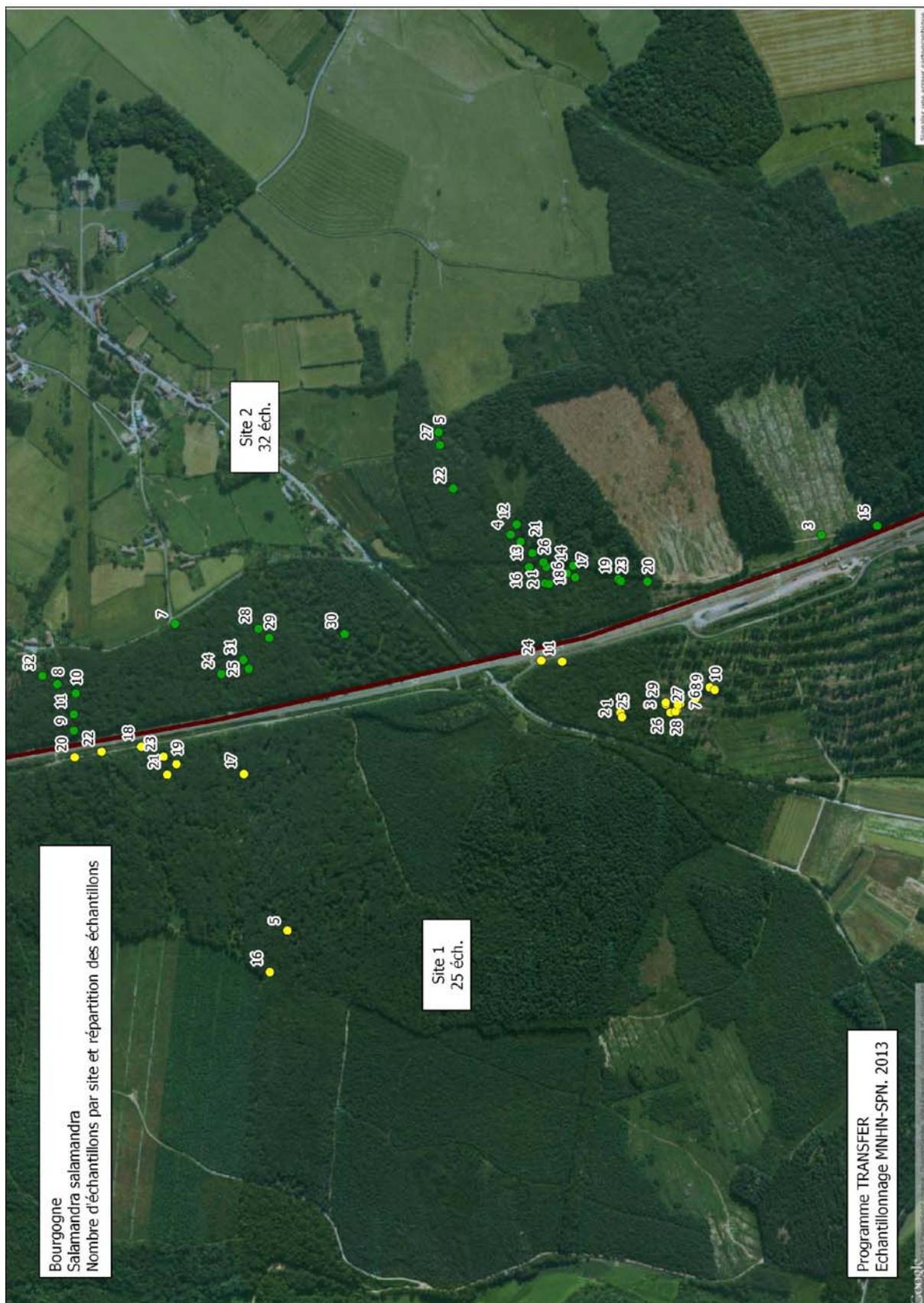


Figure 98 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Bourgoigne - Sites 1 & 2

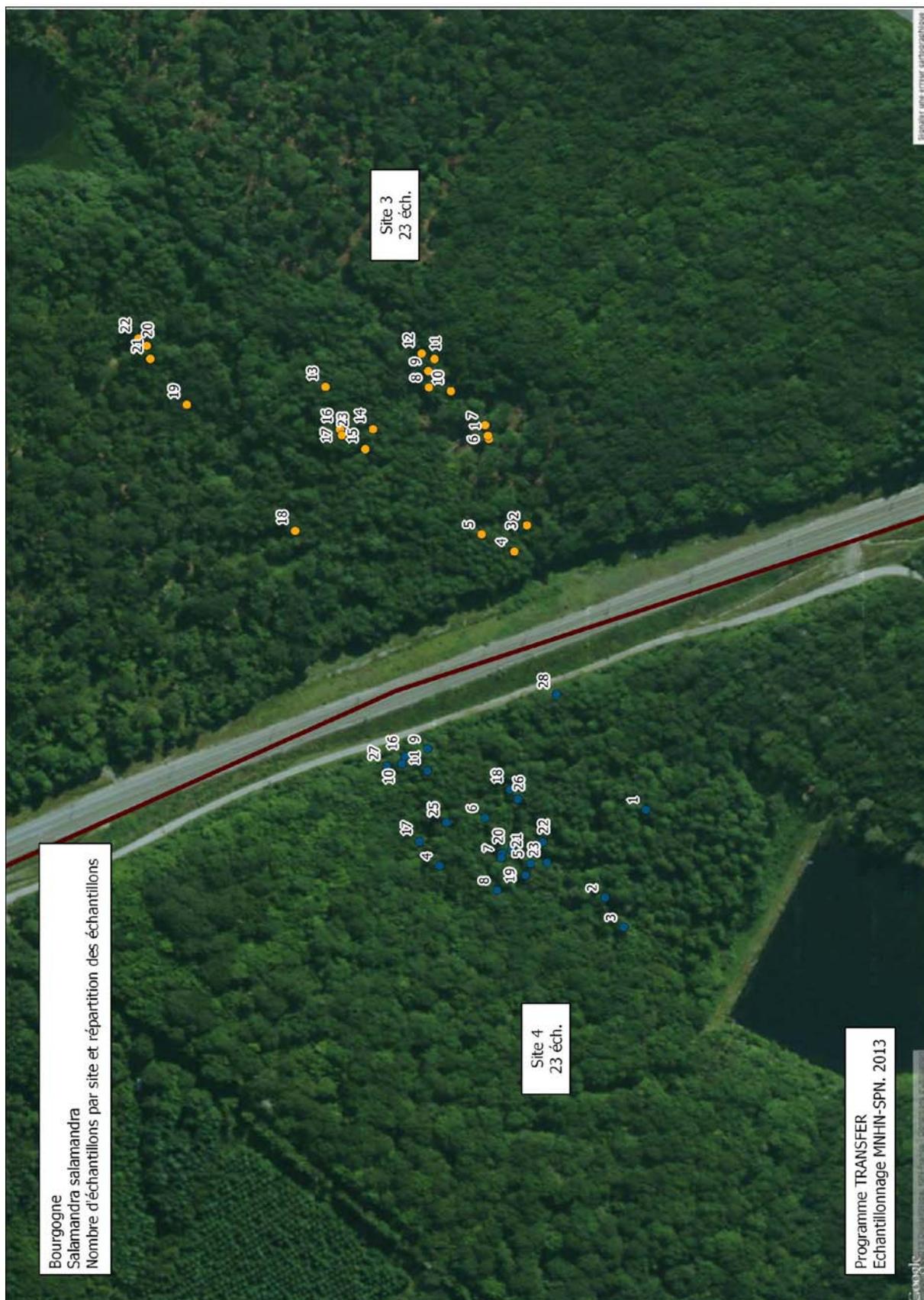


Figure 99 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Bourgogne - Sites 3 & 4

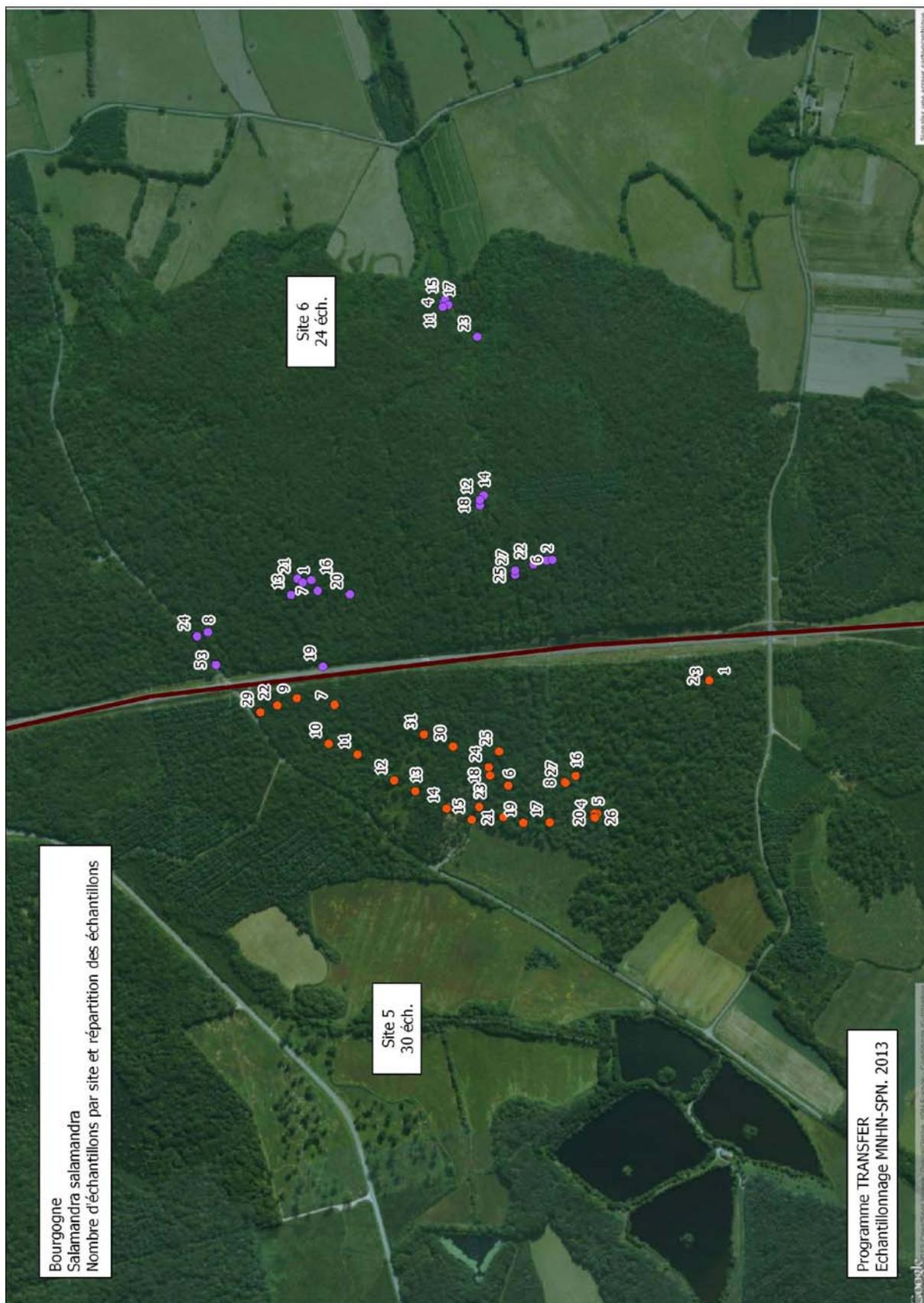


Figure 100 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Bourgogne - Sites 5 & 6

## Planche 18 : Cartographie des prélèvements de Myrtil

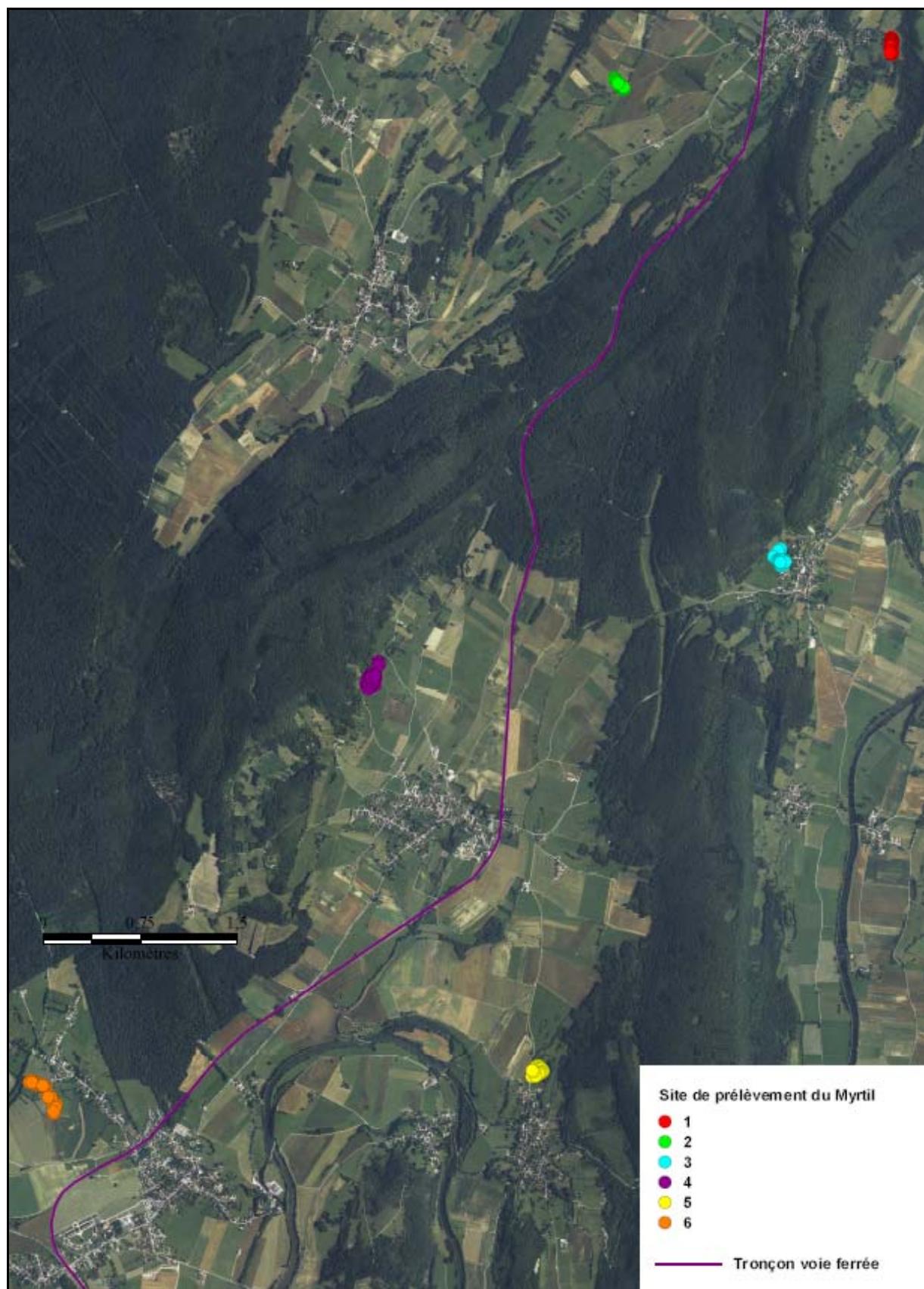


Figure 101 : Sites d'échantillonnage du Myrtil en Franche-Comté



Figure 102 : Sites d'échantillonnage du Myrtillus en Rhône-Alpes

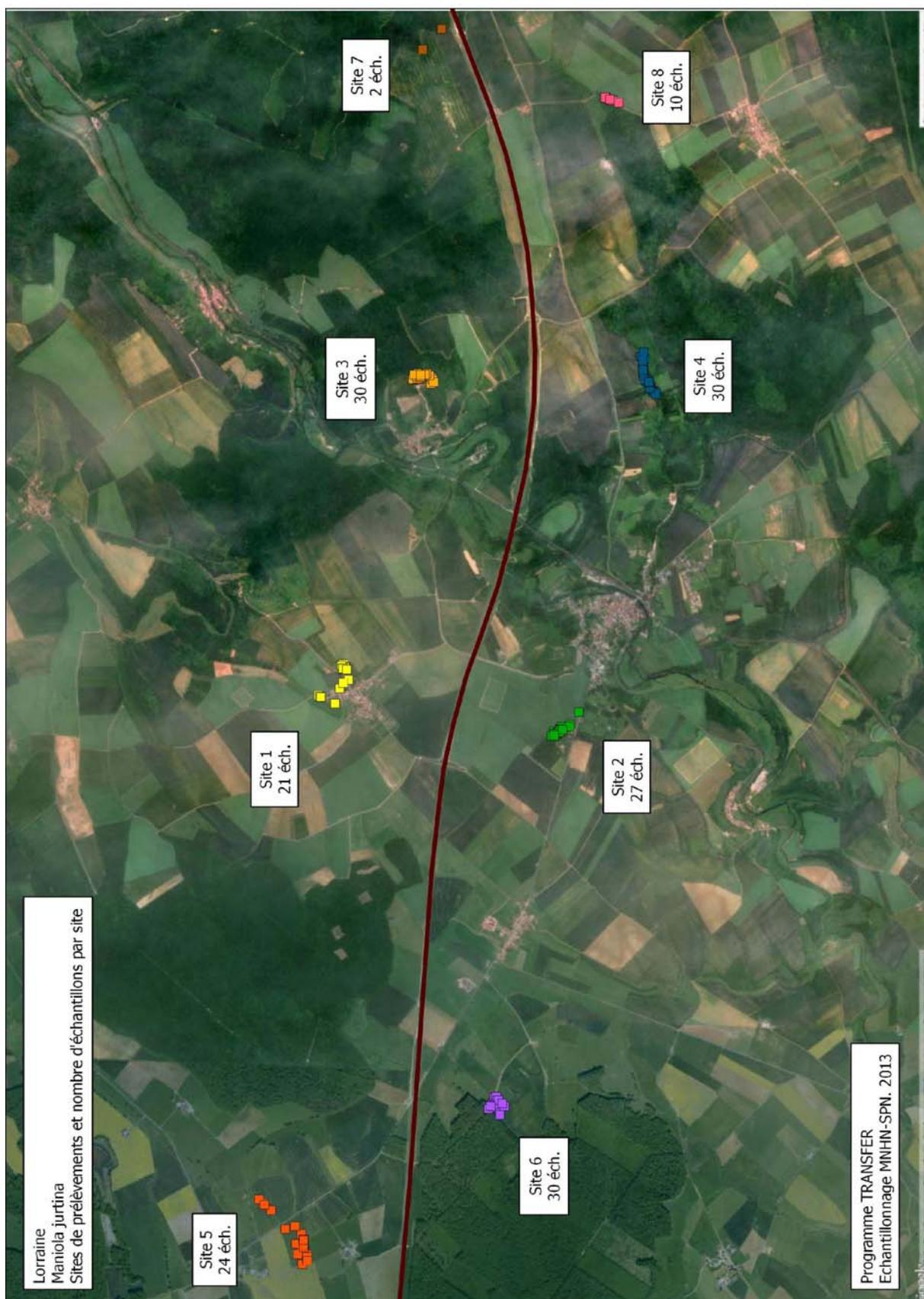


Figure 103 : Échantillonnage du Myrtil en Lorraine

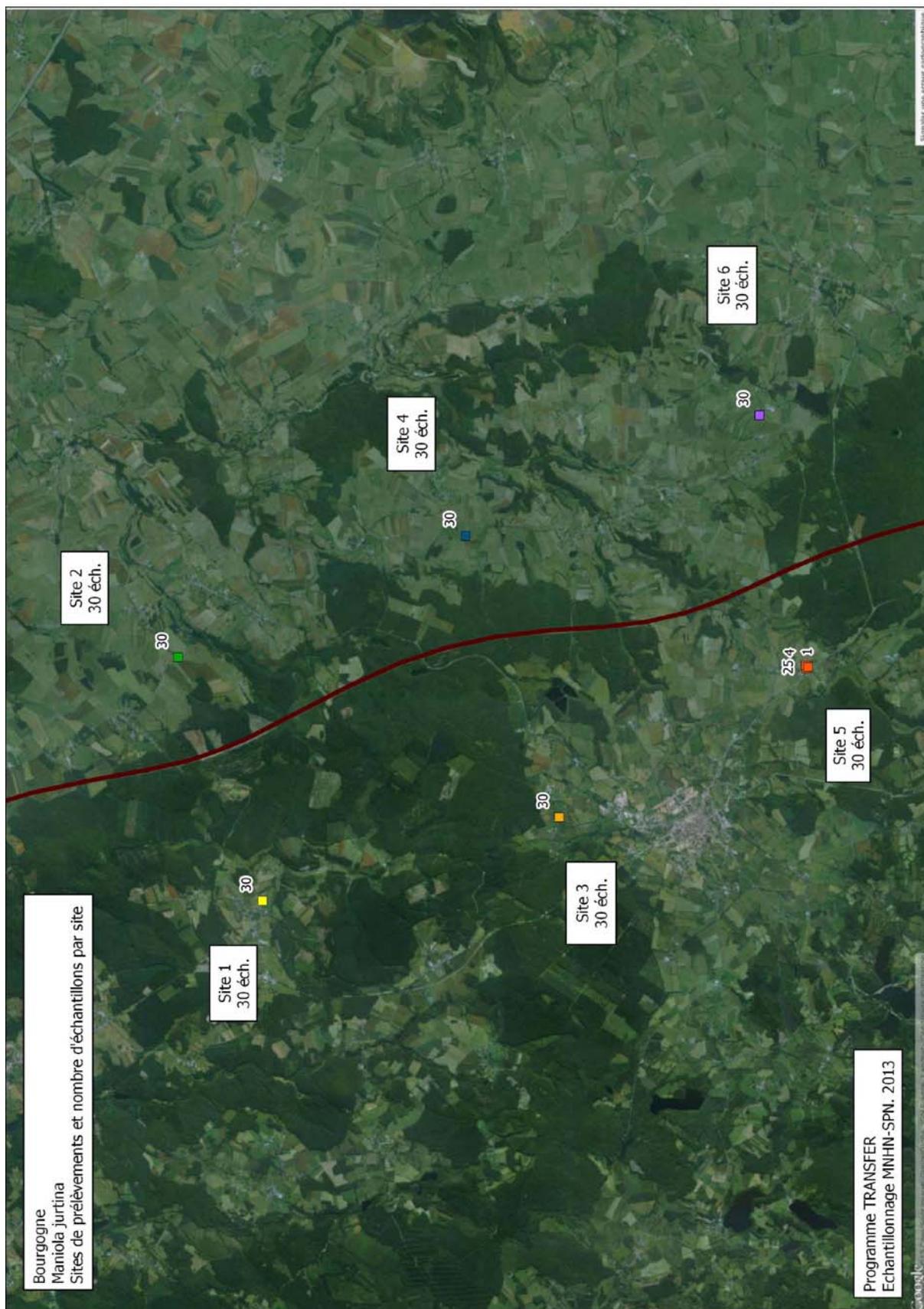


Figure 104 : Sites d'échantillonnage du Myrtil en Bourgogne



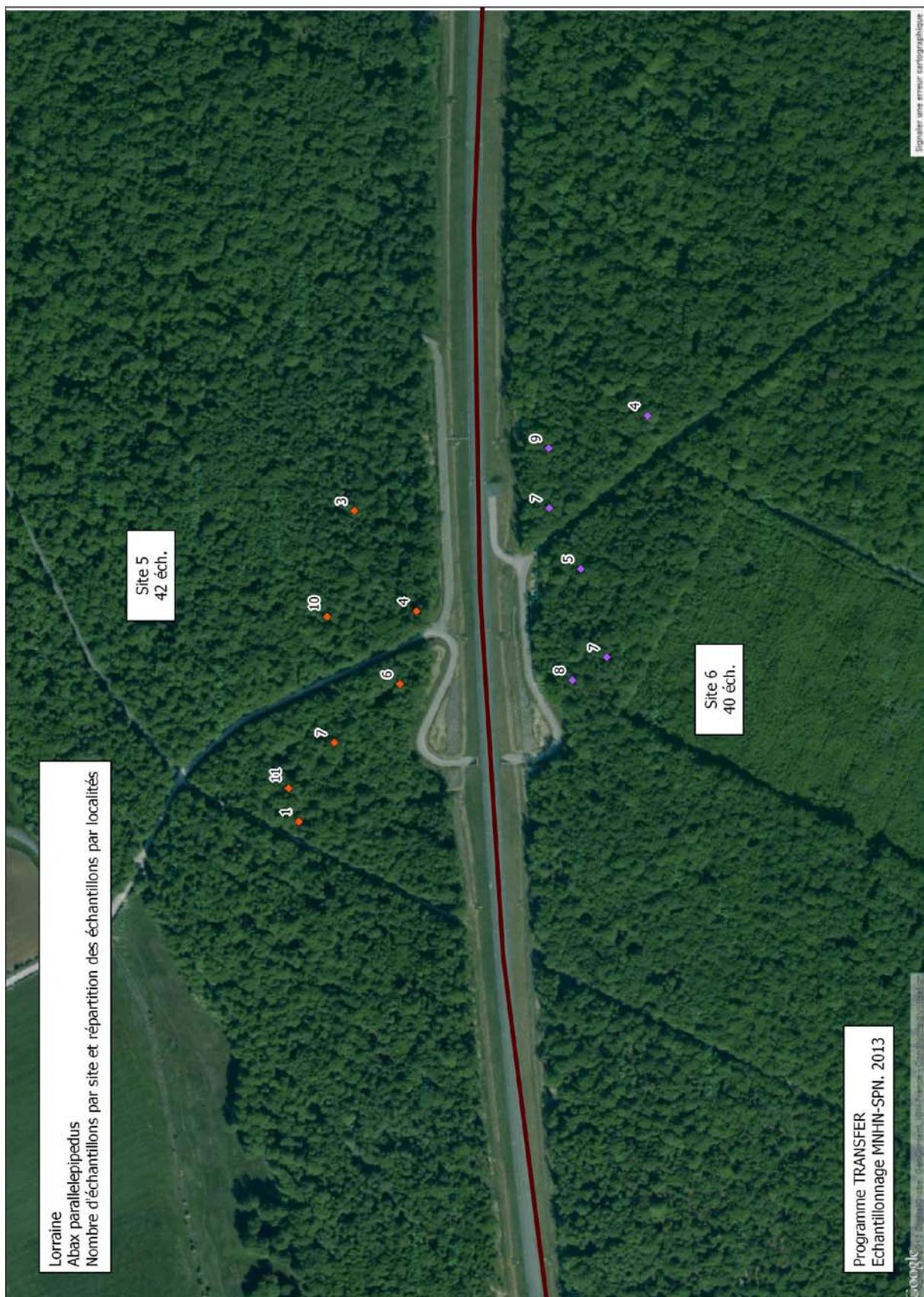


Figure 106 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Sites 5 & 6

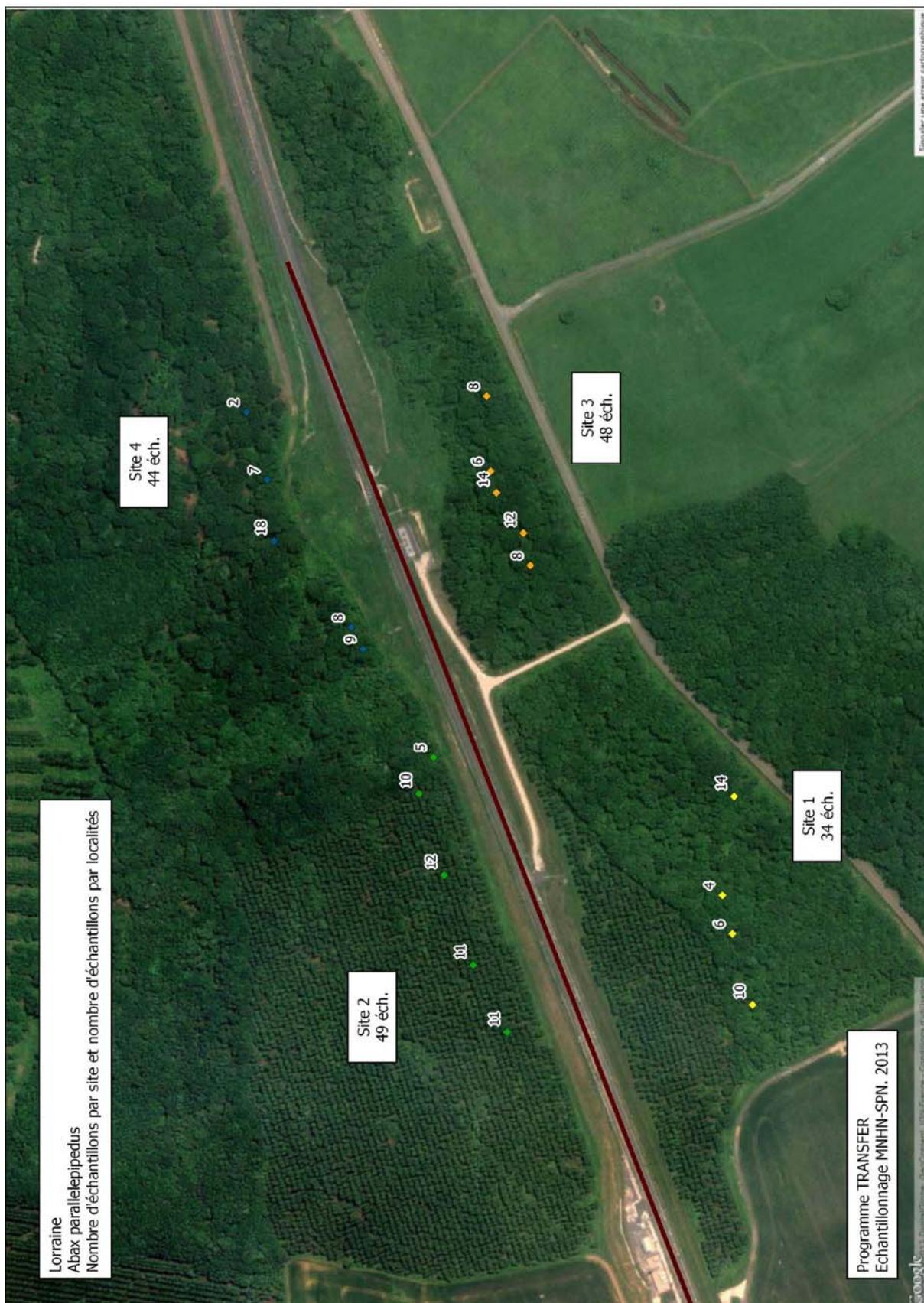


Figure 107 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Sites 1, 2, 3, 4

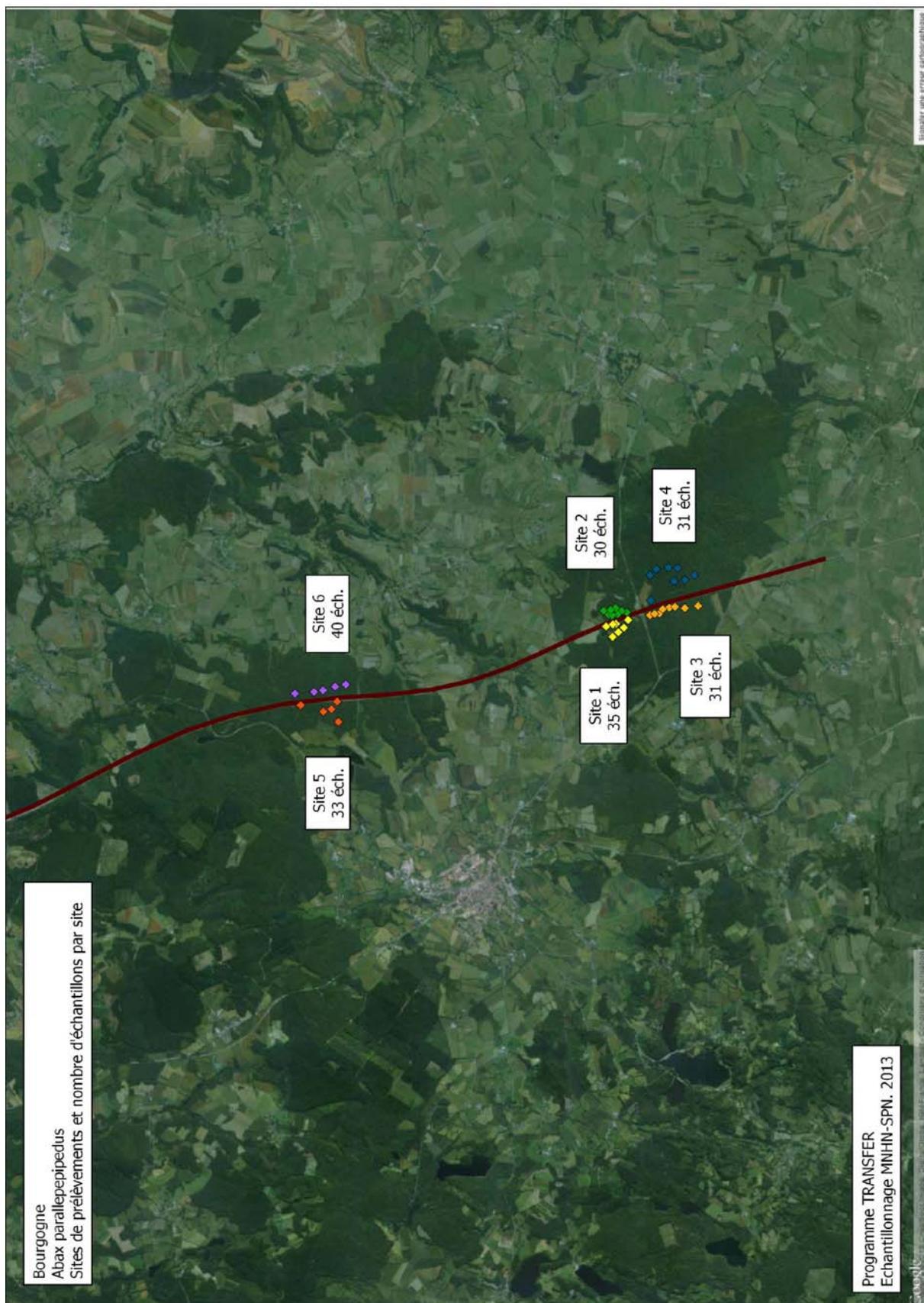


Figure 108 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Vue générale

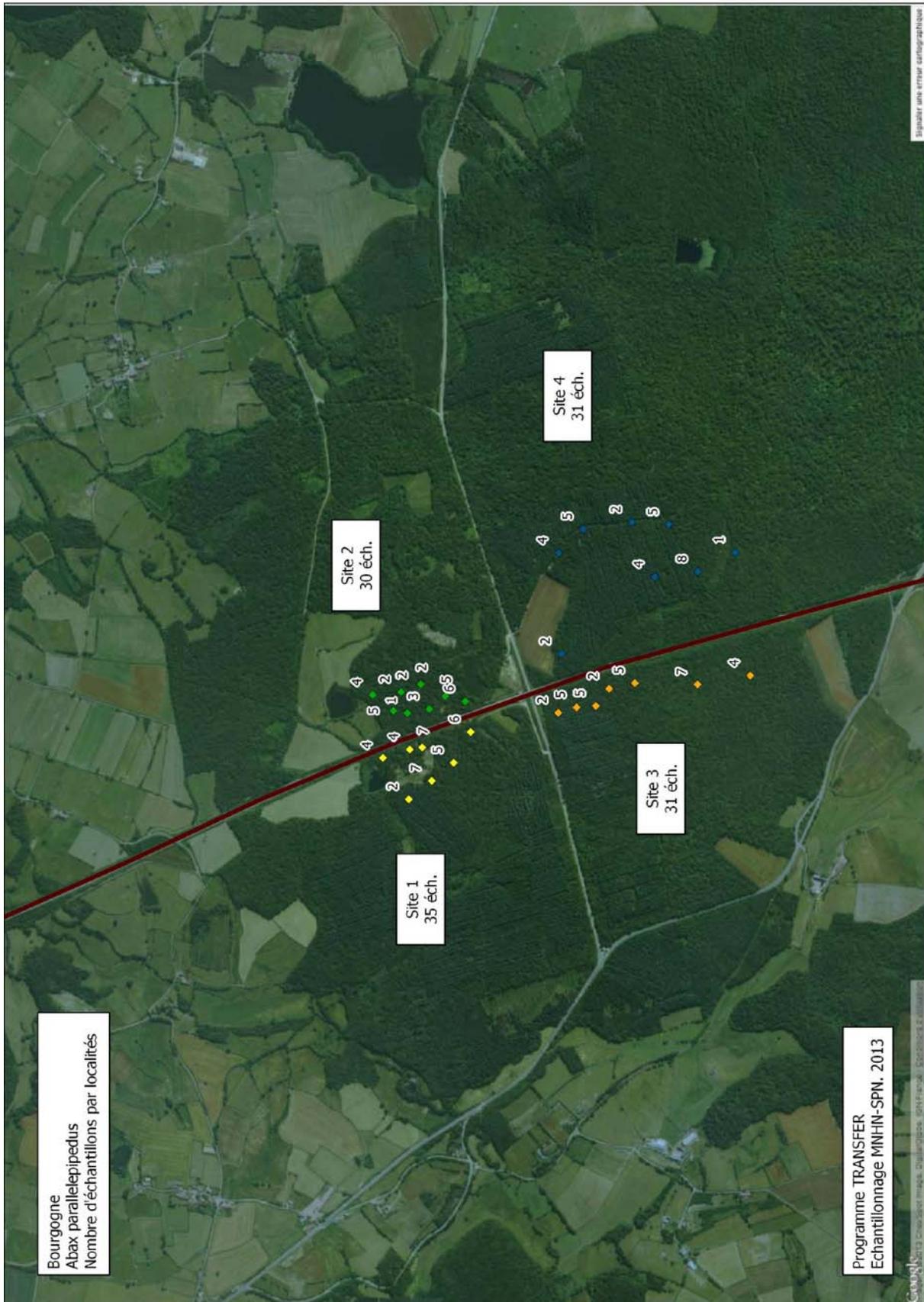


Figure 109 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Sites 1, 2, 3, 4

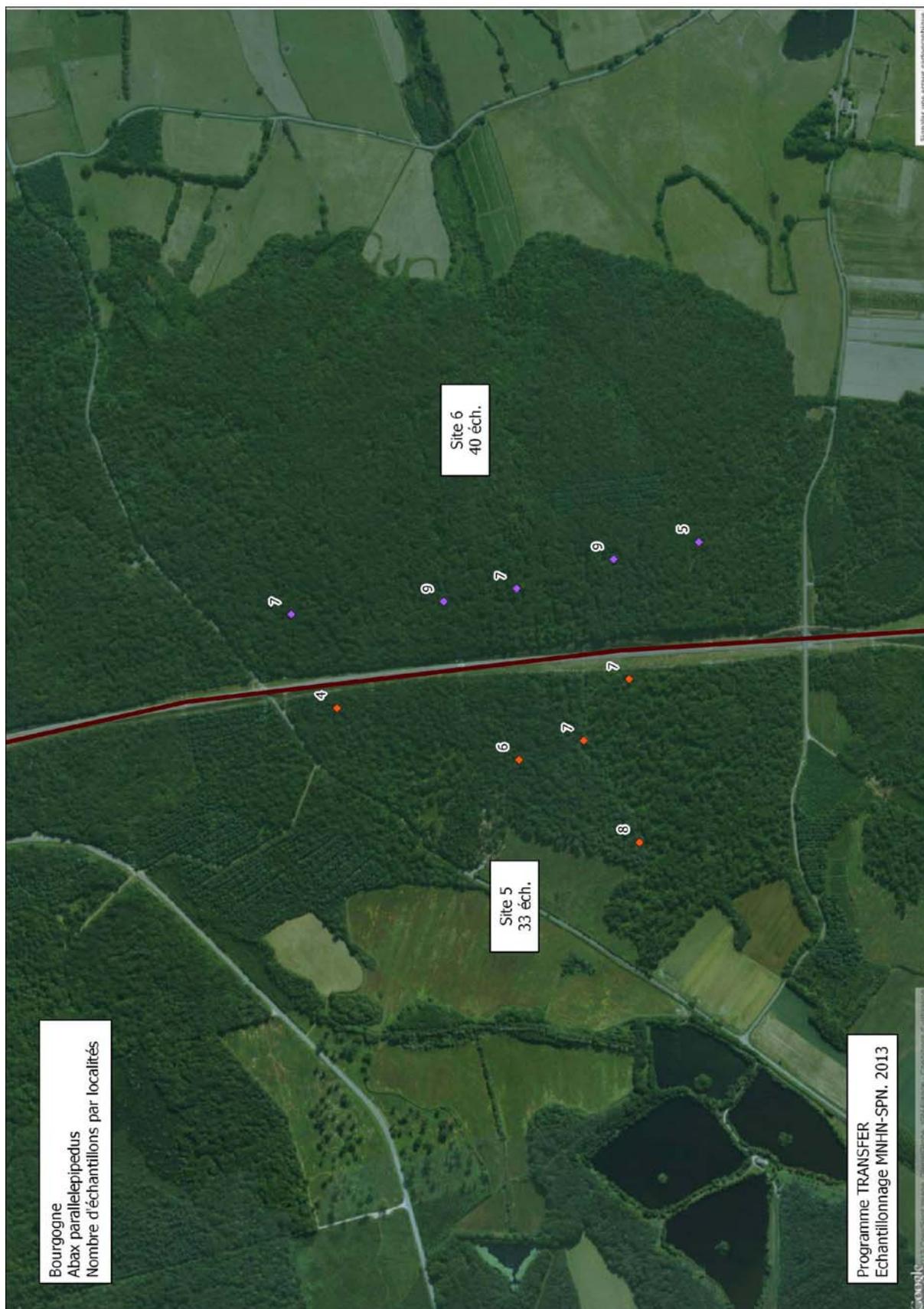


Figure 110 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Sites 5 & 6

## Planche 20 : Cartographie des prélèvements de Carabe



Figure 111 : Échantillons de Carabe des bois récoltés en Lorraine par site et par localité

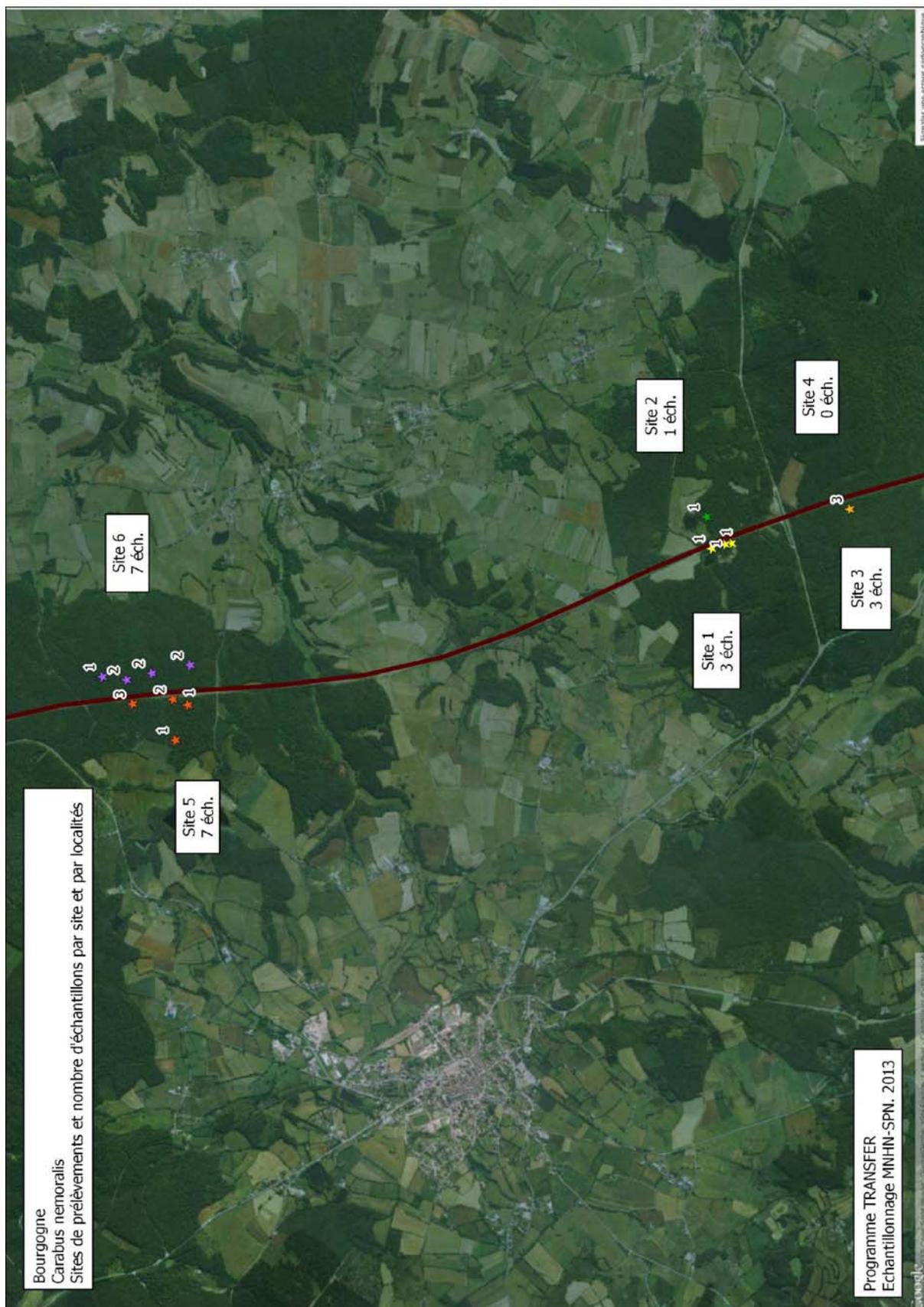


Figure 112 : Échantillons de Carabe des bois récoltés en Bourgogne par site et par localité

## Planche 21 : Cartographie des autres prélèvements

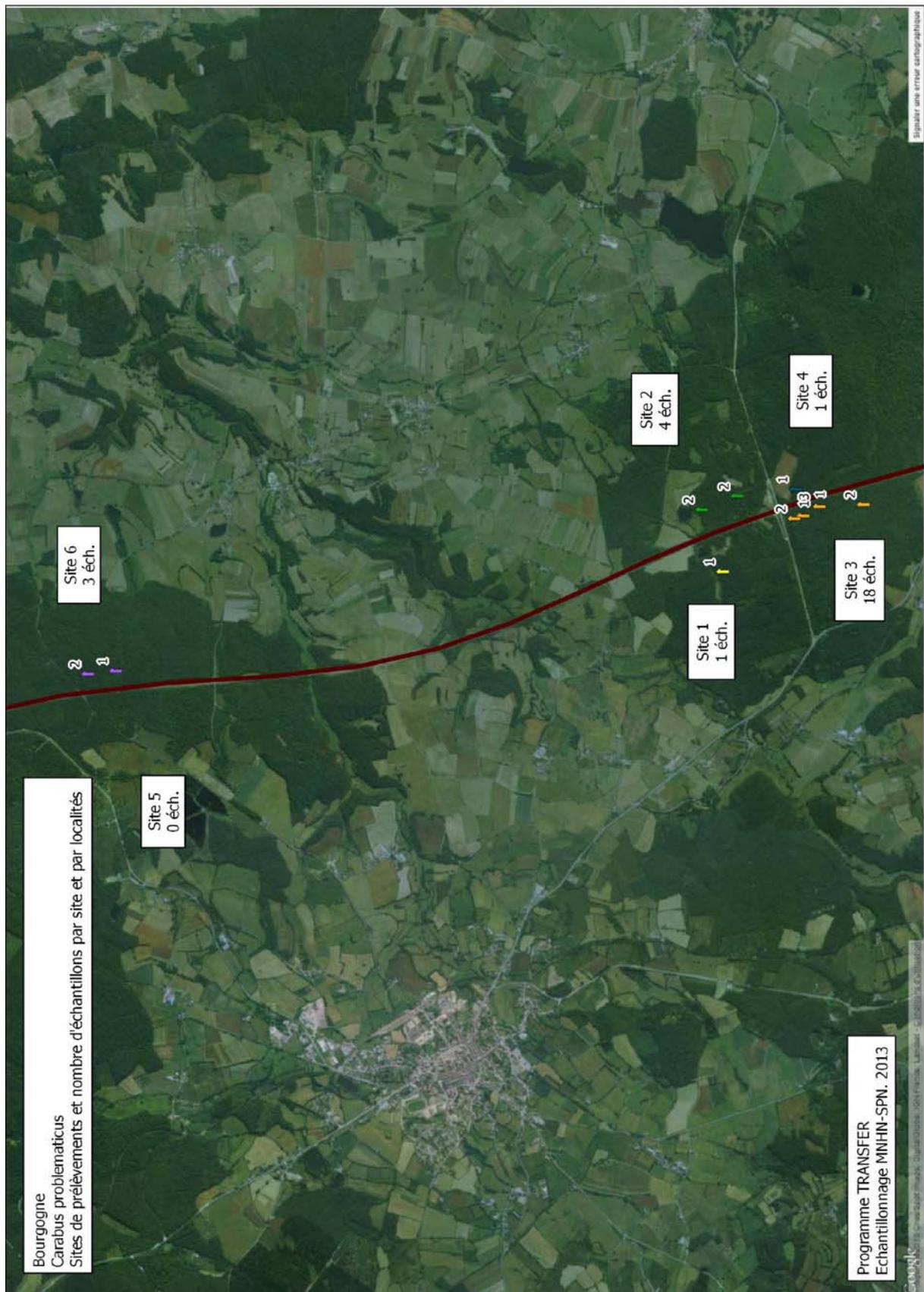


Figure 113 : Sites de prélèvements et nombre d'échantillons de Carabus problematicus en Bourgogne

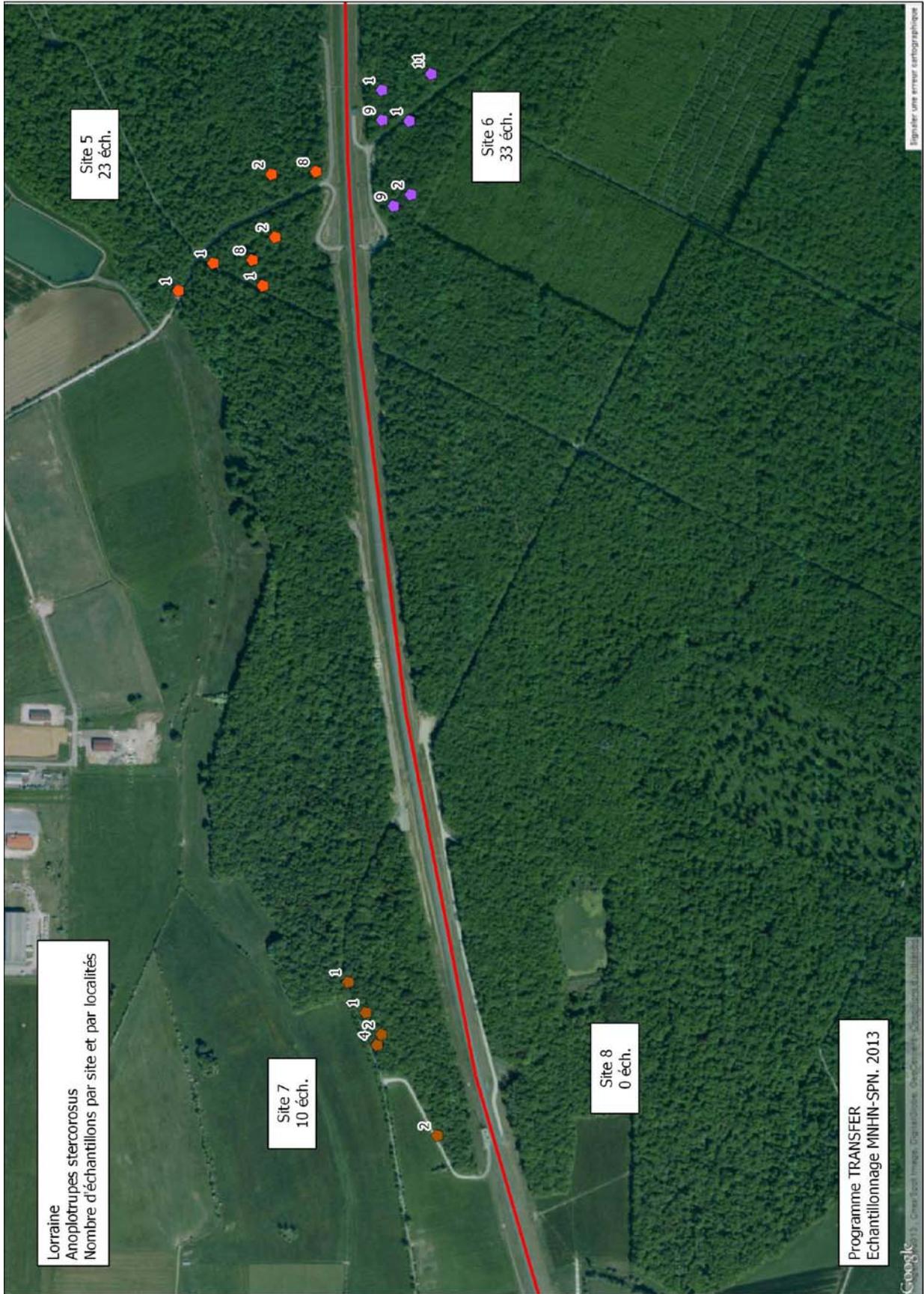


Figure 114 : Carte des prélèvements de Géotrupe des bois en Lorraine

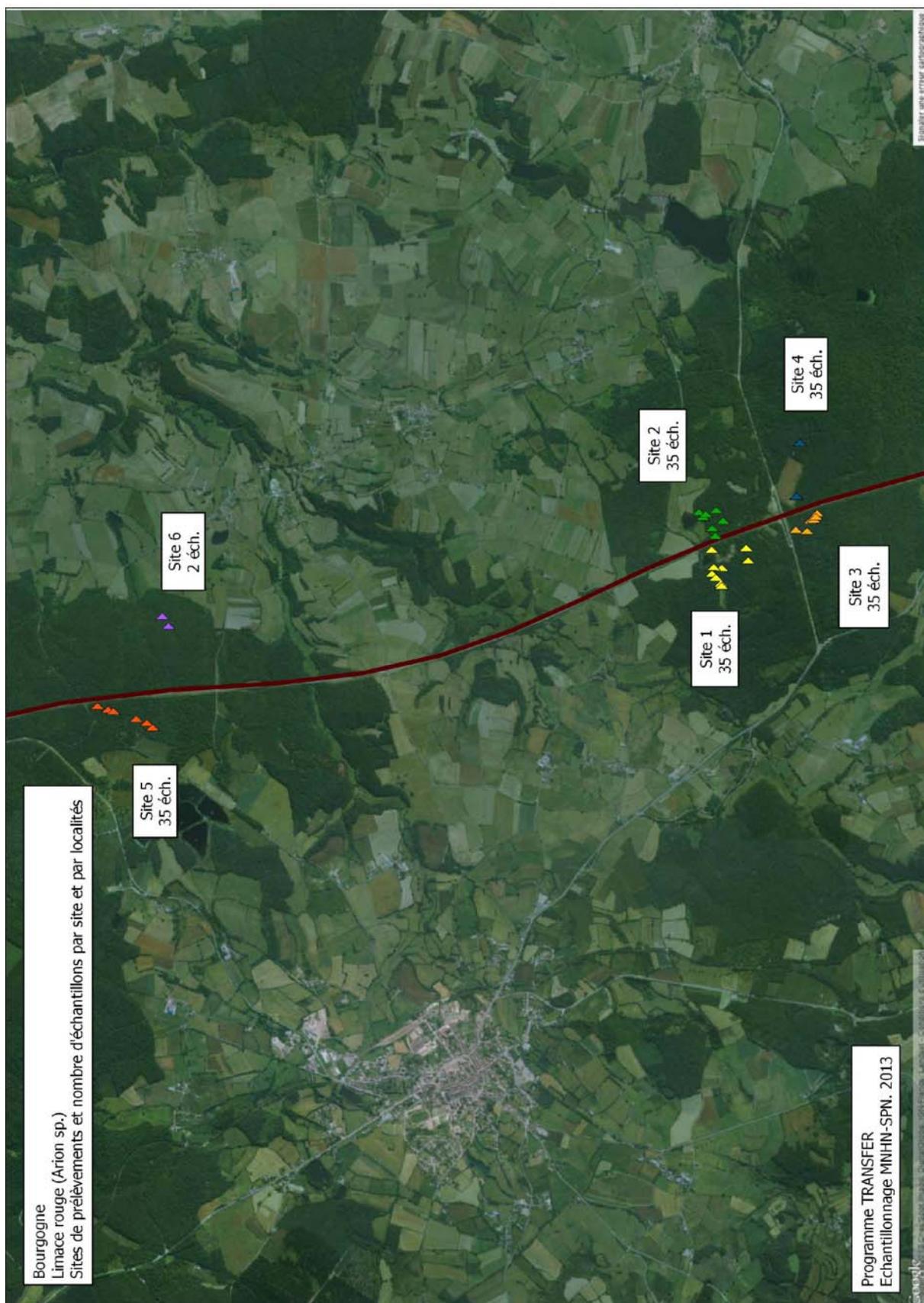


Figure 115 : Sites d'échantillonnages de la Limace rouge en Bourgogne - Vue générale

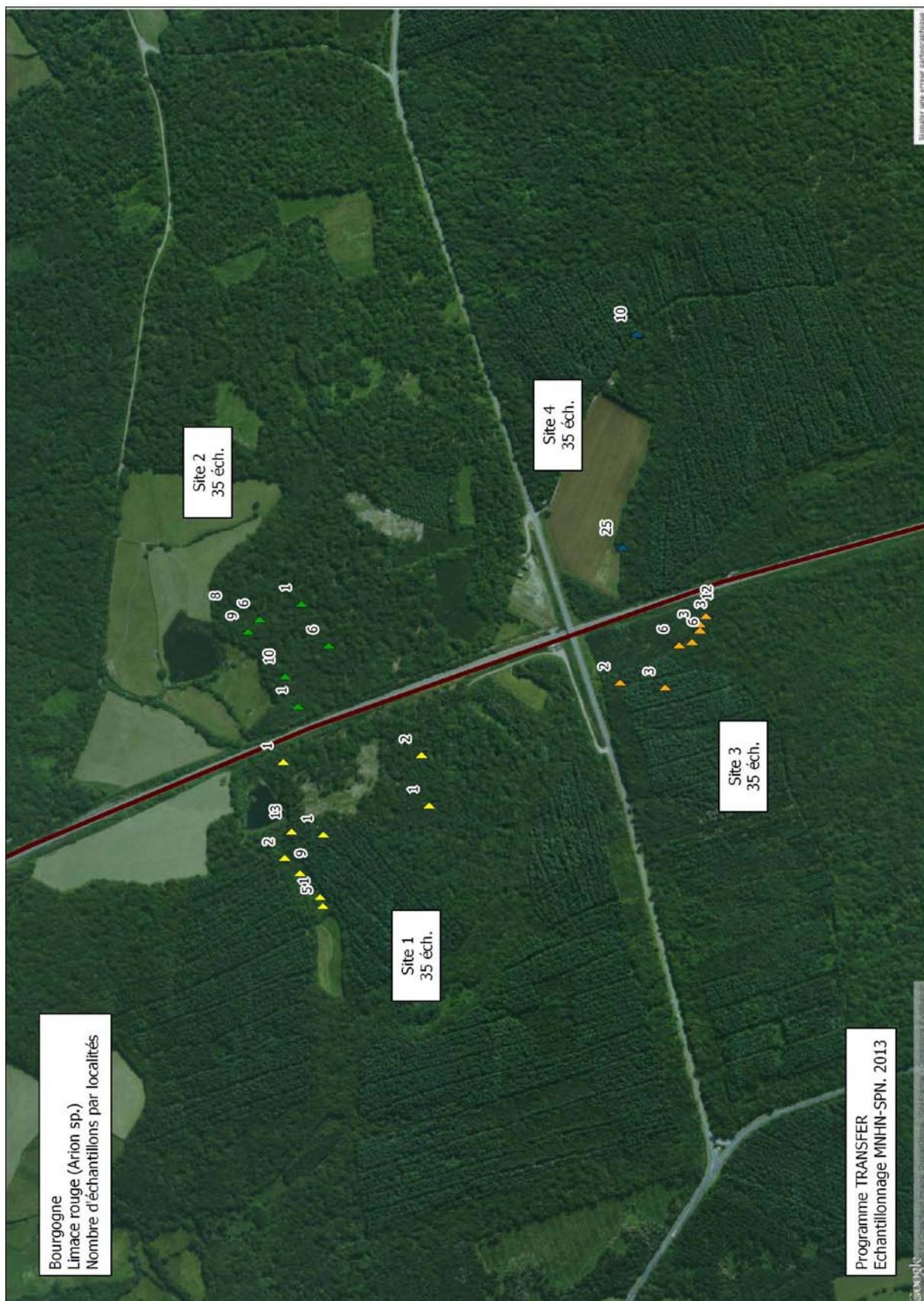


Figure 116 : Sites d'échantillonnages de la Limace rouge en Bourgogne - Sites 1, 2, 3, 4

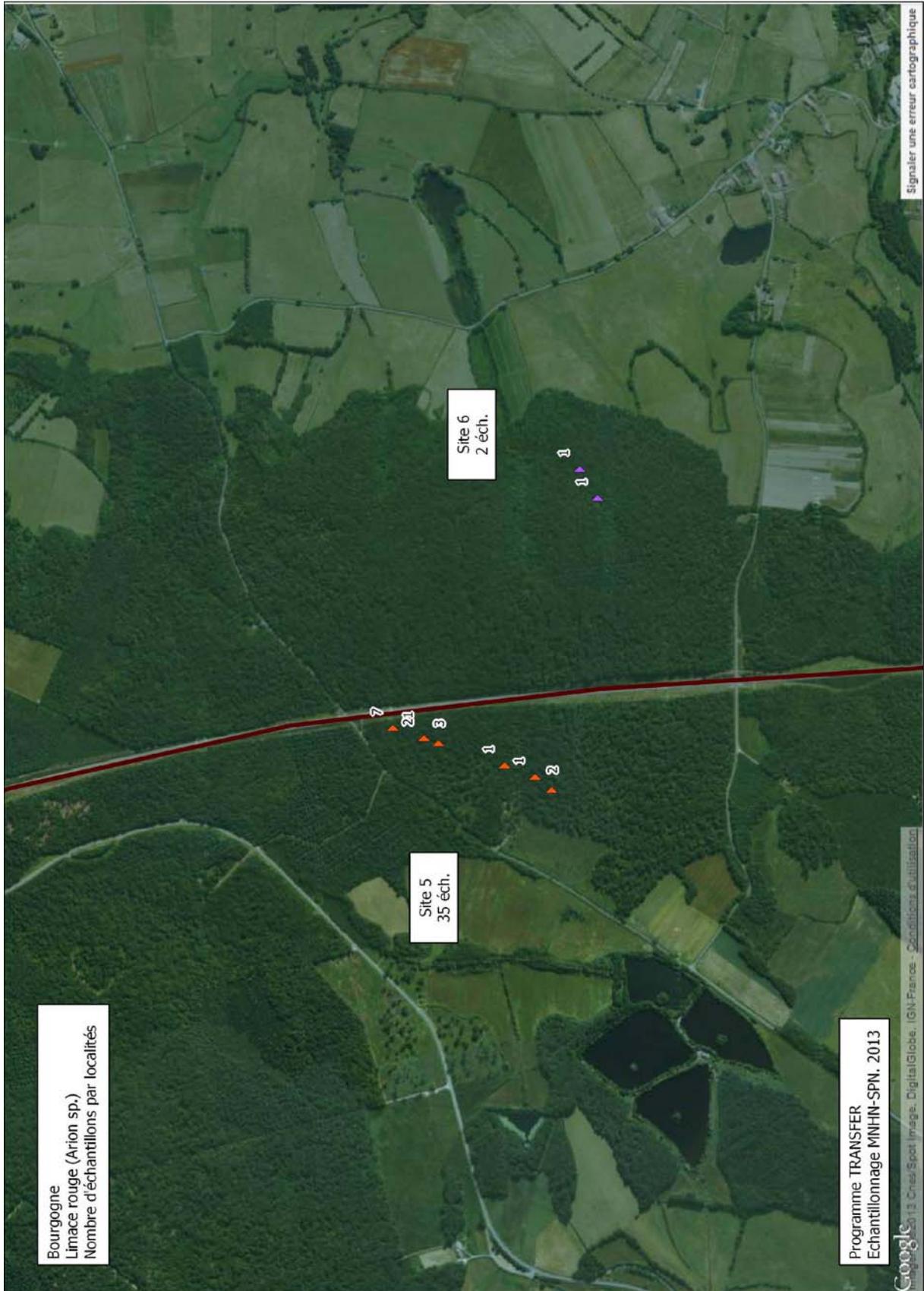


Figure 117 : Sites d'échantillonnages de la Limace rouge en Bourgogne - Sites 5 & 6

Planche 22 : Ensemble des prélèvements en Lorraine et Bourgogne

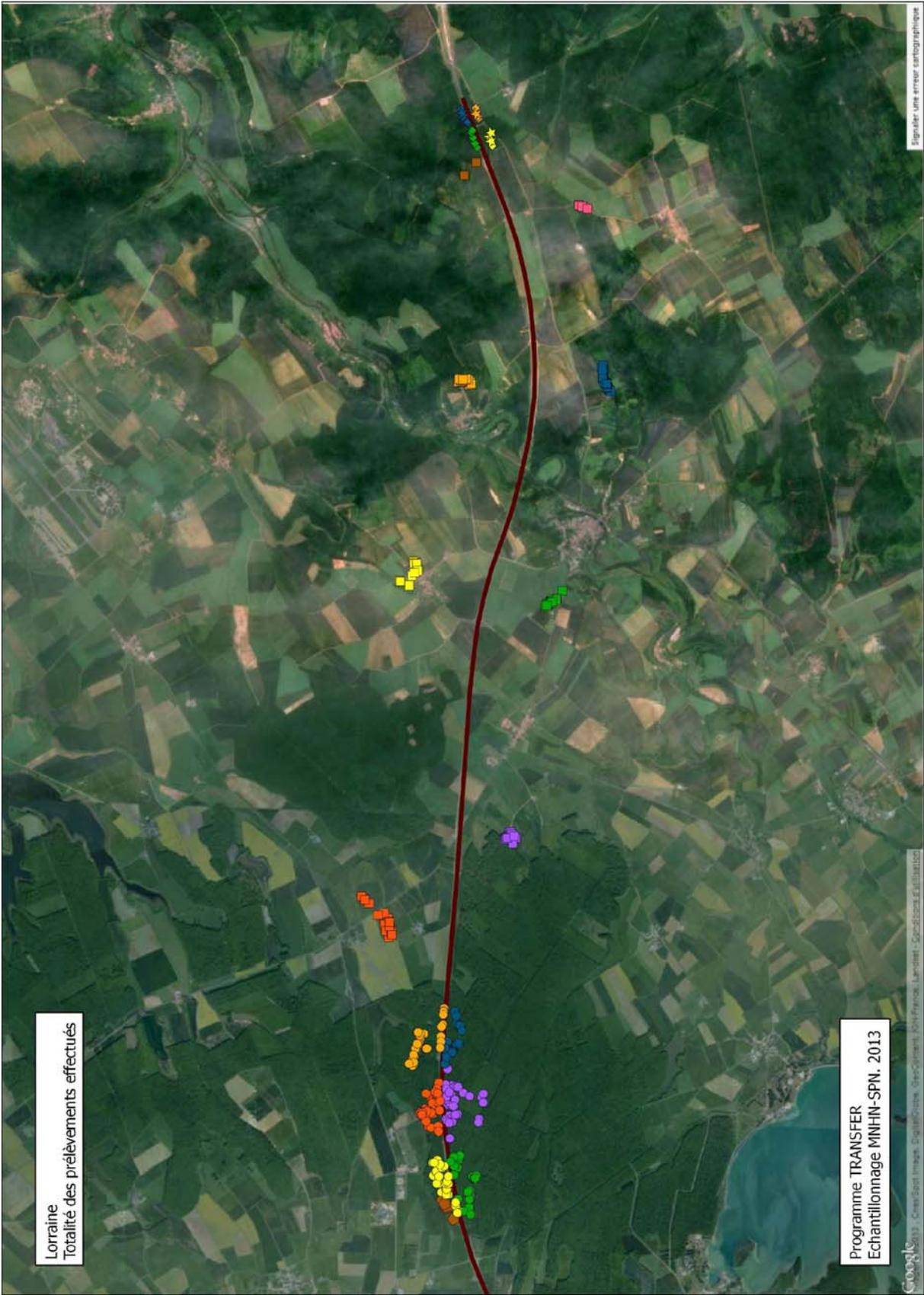


Figure 118 : Totalité des échantillons récoltés en Lorraine

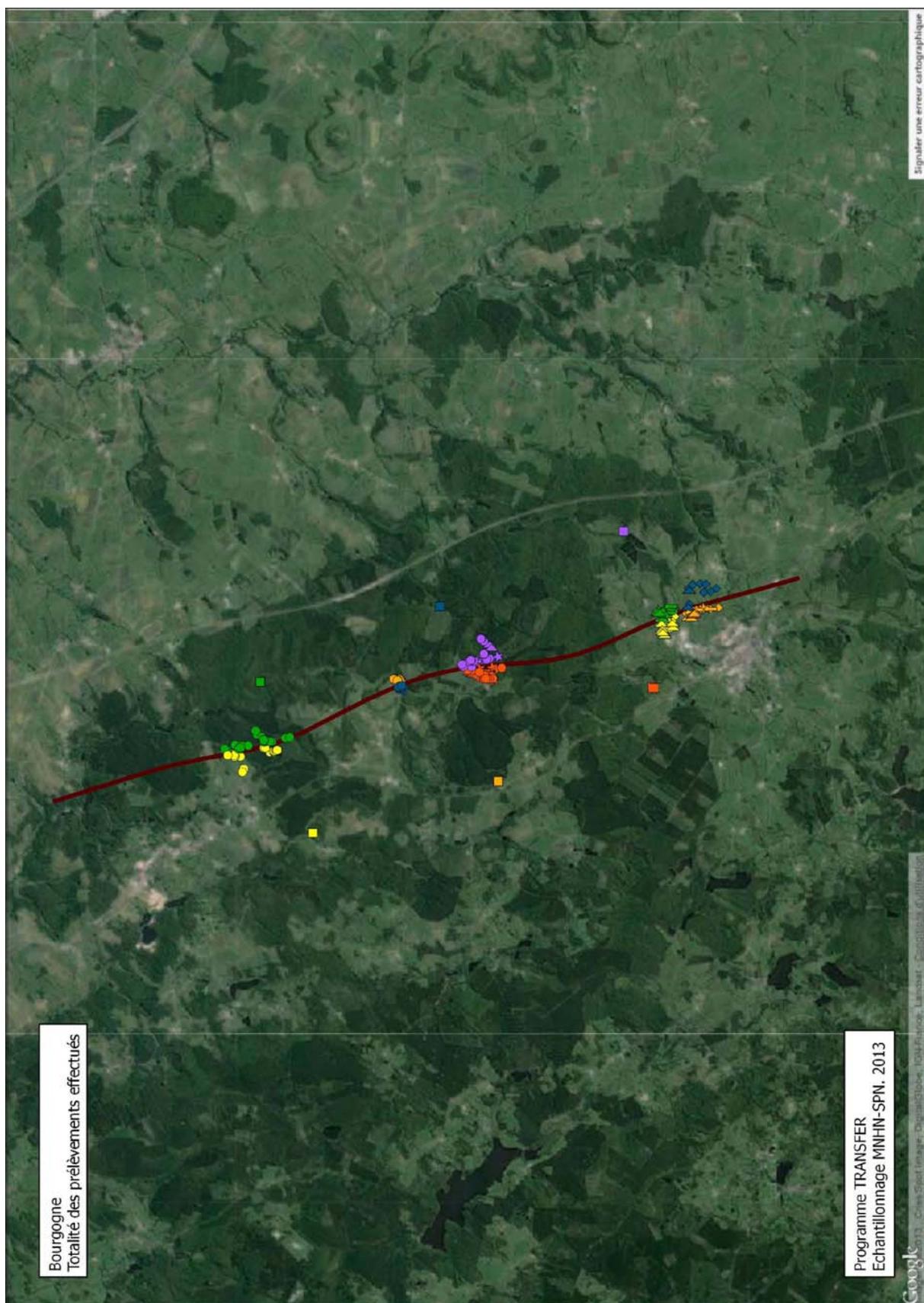


Figure 119 : Totalité des échantillons récoltés en Bourgogne

## Planche 23 : Saisie des données dans CardObs

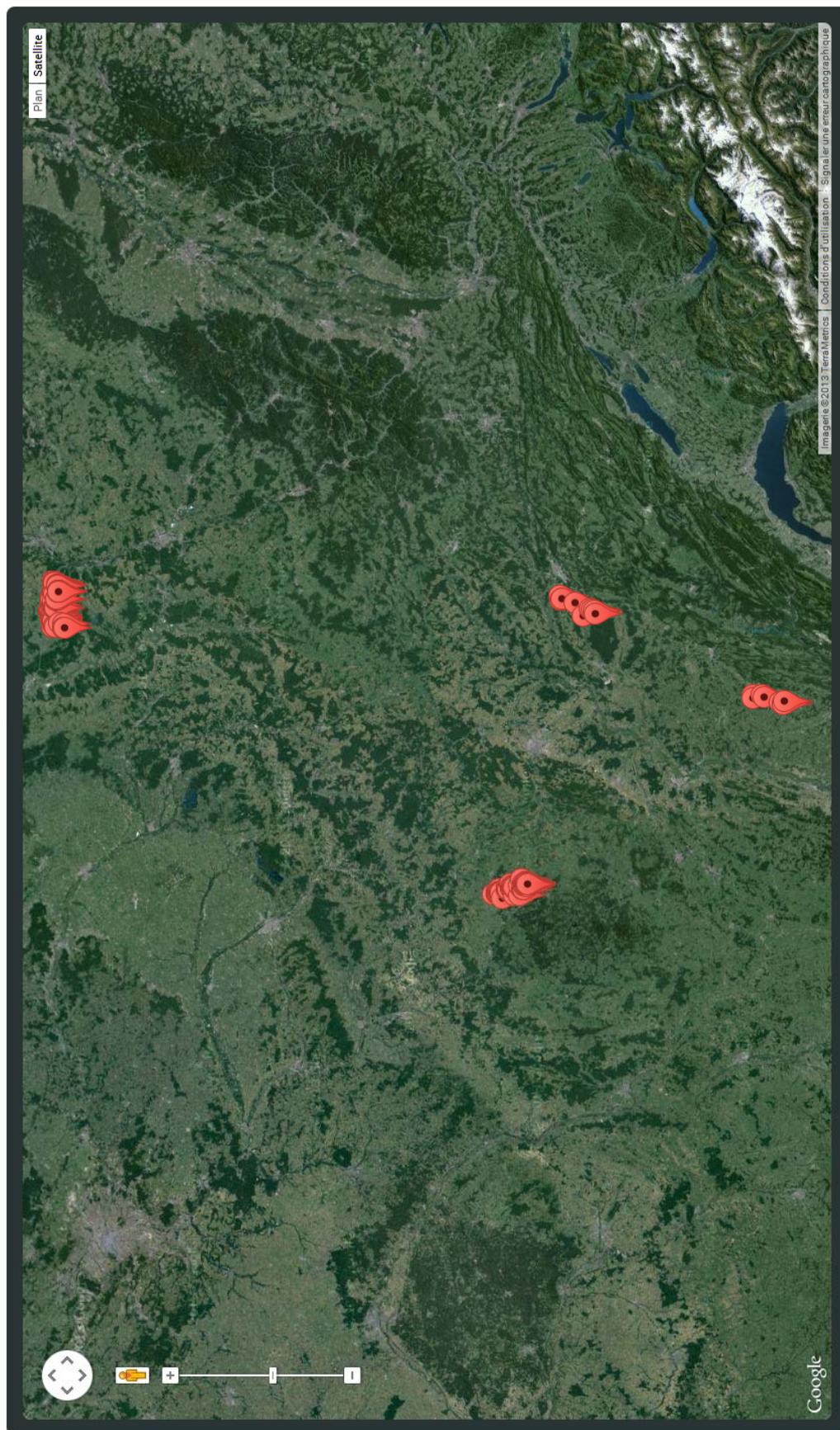


Figure 120 : Carte générale des données saisies dans CardObs

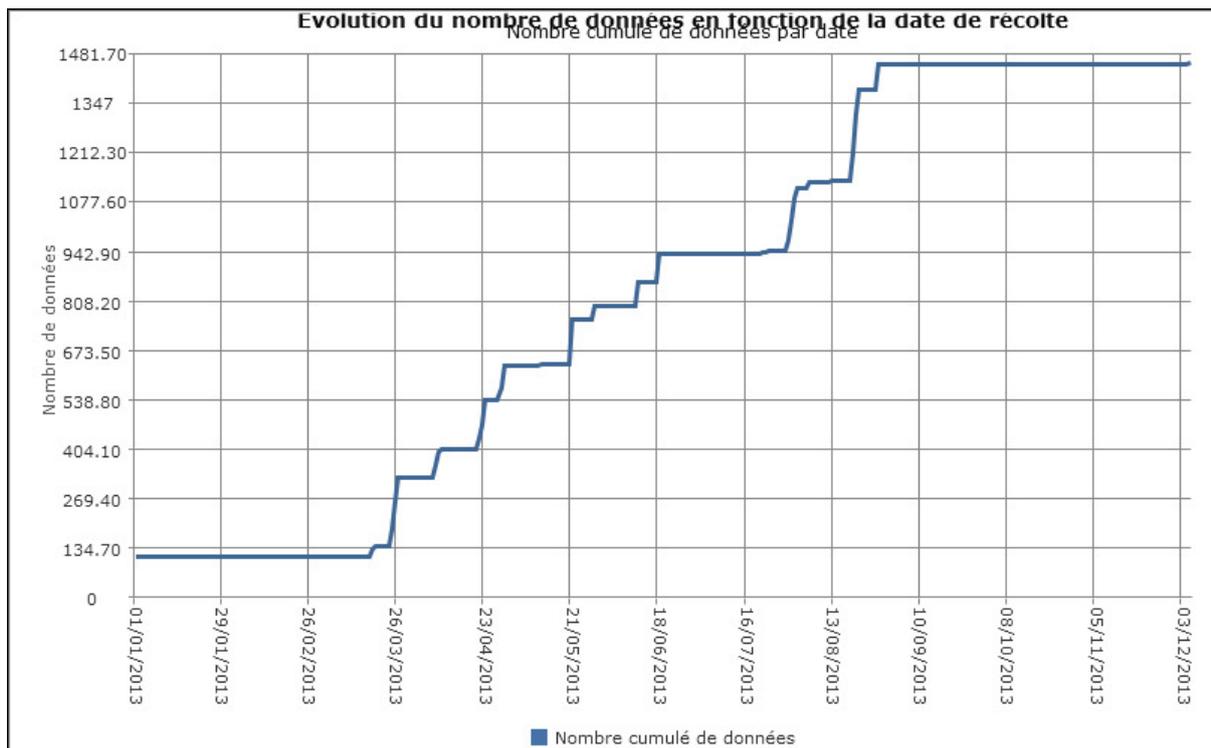


Figure 121 : Évolution du nombre de données par date de récolte

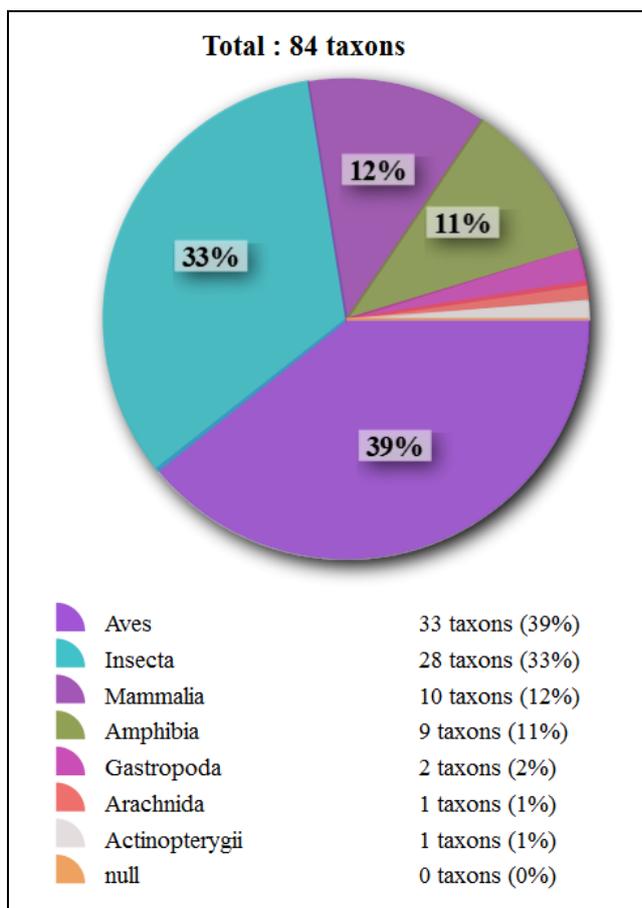


Figure 122 : Répartition des données saisies dans CardObs par classe biologique.



## VIII. DISCUSSION & CONCLUSION

## **VIII. DISCUSSION & CONCLUSION**

### **VIII.1. Commentaire général**

#### **VIII.1.1 Un terrain conséquent**

Le prélèvement de l'ensemble des échantillons a nécessité un temps plus long et s'est révélé plus lourd que prévu initialement. Ce constat a posteriori est imputable à la fois à une sous-estimation lors du montage du projet, et aux conditions trouvées sur le terrain avec lesquelles nous avons du composer, abordées ci-après.

#### **VIII.1.2 Confrontation à la réalité du terrain**

Nous avons du nous confronter à la réalité du terrain, qui s'est avérée différente en fonction des espèces et des zones d'études. Force est de constater que la présence des espèces et des milieux recherchés ont bien souvent été le point de départ au choix des sites d'échantillonnage, relayant en second plan le respect des distances mis en avant par le schéma théorique initial du laboratoire génétique. D'autres paramètres tels que les conditions météorologiques se sont aussi imposés à nous.

De plus, malgré nos précautions un certain nombre de facteurs susceptibles d'être confondants, (autres routes, villages, milieux ouverts type agricole ...) sont présents à proximité des sites de prospections. En effet, ces facteurs peuvent également conduire à une différenciation génétique des populations et risque donc de « brouiller » les effets strictement liés aux voies ferrées. Il faudra attendre les résultats du laboratoire d'analyse pour en savoir davantage.

#### **VIII.1.3 Besoin de collaboration étroite avec le laboratoire d'analyses**

Le CNRS de Moulis n'a pas toujours pu se rendre autant disponible que nous l'espérons pour nous guider dans cette campagne de prélèvements. Nous conservons donc des incertitudes sur notre résultat d'échantillonnage notamment quant à l'adaptation du modèle théorique à la réalité du terrain. Les éventuelles mauvaises directions ou décisions prises pendant la phase de prélèvement n'auront pas pu être corrigées en temps réel. Nous tirons comme enseignement de cette expérience qu'une collaboration étroite et constante est réellement nécessaire dans ce type de démarche, entre les personnes qui effectuent l'échantillonnage sur le terrain et le laboratoire qui réalisera ensuite les analyses génétiques. C'est un enseignement riche pour une reproduction ultérieure du protocole, par exemple dans le cadre du projet Trame verte et bleue.

### **VIII.2. Commentaires par espèce**

#### **VIII.2.1 Échantillonnage de *Salamandra salamandra***

Les faibles résultats rencontrés en Franche-Comté s'expliquent entre autres par une météo plutôt défavorable pour l'espèce ce printemps 2013 (températures négatives et neige). Ne se déplaçant que durant les nuits douces (8 à 14°C) et humides (Bellenoue *et al.*, 2006), il a été difficile de rencontrer des adultes, et les pontes ont été retardées dans la saison.

Ajouté à cela, nous avons eu des difficultés à trouver des sites favorables de manière à ce que la distance entre deux prélèvements de part et d'autre de la voie ferrée soit comparable à celle entre deux populations situées d'un même côté de la voie ferrée. Des contraintes liées aux éventuelles perturbations des milieux urbanisés et routes fortement fréquentées ont également été rencontrées. Nous avons cependant pu échantillonner de 23 à 30 individus par site sauf pour le site n°2 de cette région qui, malgré nos efforts de prospection, n'a pu fournir que 17 échantillons

(cf. Tableau 29). Si le modèle théorique de prélèvement des échantillons d'ADN a été pris en compte, c'est l'occupation du sol et la proximité d'infrastructures de transport qui ont été les facteurs dominant dans le choix des sites en Franche-Comté.

En Rhône-Alpes, des conditions météorologiques plus favorables nous ont rapidement permis de capturer un plus grand nombre d'individus par site (cf. Tableau 29). Cependant l'occupation du sol et la proximité d'infrastructures de transport étant plus contraignantes encore qu'en Franche-Comté ce sont ces facteurs qui ont dominé dans le choix des sites (cf. Figure 93).

En Lorraine, l'échantillonnage de cette espèce a également été contraint par la concentration des boisements sur la zone d'étude présents au sein quasiment d'un unique massif forestier, à l'Ouest (cf. Figure 94). L'espèce s'est révélée absente des autres forêts présentes à l'est de la zone d'étude. Dans le bois de l'ouest, choisi pour l'échantillonnage, la Salamandre tachetée s'est montrée abondante et le quota d'individus par site a été atteint sans grande difficulté (cf. Tableau 29).

En Bourgogne, nous avons été étonnés de ne trouver aucune trace de Salamandre dans les grandes forêts du sud de la zone d'étude, très favorables en apparence. Par ailleurs, dans les autres massifs boisés choisis pour l'échantillonnage, le quota a été difficile à atteindre, voire n'a pas pu l'être en définitive (cf. Tableau 29). La présence de la Salamandre tachetée dans ces forêts bourguignonnes ne semble donc pas être systématique, ni posséder des populations toujours abondantes.

Globalement, l'échantillonnage de la Salamandre tachetée a été une partie lourde de la phase terrain du fait des prospections pour la plupart nocturnes, dans des conditions climatiques parfois difficiles. L'échantillonnage de cette espèce ressort comme globalement positif et pourra vraisemblablement être valorisé par le laboratoire.

### VIII.2.2 Échantillonnage de *Maniola jurtina*

Les conditions froides et humides du printemps ont repoussé légèrement la sortie de *Maniola jurtina* cette année, ce qui a entraîné plusieurs prospections infructueuses en fin du mois de juin où cette espèce peut normalement commencer à être observée. La météo ensoleillée et chaude du mois de juillet a ensuite entraîné une sortie « explosive » des individus sur un laps de temps court. Les prélèvements ont pu se dérouler facilement à cette période en Franche-Comté et en Rhône-Alpes. En Bourgogne, le terrain a également pu se dérouler à la fin juillet, pendant que le vol était encore abondant. En Lorraine en revanche, le terrain n'a pu être effectué qu'au début du mois d'août, alors que la période de vol commençait à sérieusement décliner. C'est principalement pour cette raison que le quota d'individus n'est pas systématiquement atteint pour tous les sites de cette région. L'échantillonnage de cette espèce reste globalement positif et pourra être valorisé.

Concernant l'application du modèle théorique, celui-ci a pu être relativement bien appliqué pour cette espèce, même si cela a nécessité des recherches préalables et parfois même des changements dans les sites préchoisis. La présence de nombreux milieux favorables nous a permis de capturer rapidement un grand nombre d'individus de *Maniola jurtina* en Franche-Comté et en Bourgogne. La plus faible présence de ces milieux en Rhône-Alpes, ainsi qu'en Lorraine, nous a tout de même obligé à étendre nos recherches aux haies de ronciers en bord de chemin et aux abords de village.

### VIII.2.3 Échantillonnage d'*Abax parallelepipedus* et *Carabus nemoralis*

Pour ces deux espèces encore, l'occupation du sol et la proximité d'infrastructures de transport sont les facteurs dominant dans le choix des sites suivis qui se rapproche le plus possible du modèle théorique de prélèvement des échantillons d'ADN.

Sur les quatre zones d'étude, *Abax parallelepipedus* a été trouvé en grand nombre et nous avons donc pu atteindre sans aucune difficulté les quotas d'effectifs fixés par site (cf. Tableau 31).

En revanche, *Carabus nemoralis* s'est révélé nettement moins bien représenté en Franche-Comté, tout comme en Lorraine et Bourgogne (cf. Tableau 33). Nous savons donc déjà que le quota de

Carabe des bois n'est quasiment jamais atteint pour ces trois zones d'études et que, en l'état, la valorisation de ces prélèvements effectués ne sera pas possible. C'est une des limites claires de notre campagne d'échantillonnage et plus largement de ce type de protocole d'outil génétique qui nécessite des effectifs abondants pour être exploitable.

Néanmoins, nous ne nous attendions pas à rencontrer cette limite pour le Carabe des bois. C'est une espèce réputée courante et ce constat d'effectifs faibles reste difficile à expliquer même a posteriori. En effet, les milieux et la période de prospection sont conformes à ses exigences écologiques et la pression d'échantillonnage (en temps et en pièges), la même que pour *Abax parallelepipedus*, paraît déjà conséquente. Peut-être que les conditions météorologiques particulièrement froides et humides du printemps pourraient expliquer pour partie ces faibles résultats. Peut-être également que le Carabe des bois est au final une espèce commune (trouvée dans de nombreuses forêts) mais peu abondante (effectifs limités lorsqu'elle est présente), montrant ainsi bien la différence entre ces notions souvent confondues en écologie.

#### VIII.2.4 Échantillonnage de trois autres espèces

Confronté à des effectifs quasi nuls de Carabe des bois, nous avons décidé de prélever en complément d'autres espèces en Bourgogne et Lorraine. Nous savons que la valorisation de ces prélèvements par le laboratoire n'est pas garantie, du moins immédiatement. Néanmoins, il nous est apparu pertinent de le faire, afin de rentabiliser au maximum les frais engagés pour nos déplacements sur le terrain et d'espérer conserver l'objectif des 4 espèces génétiquement étudiées que nous nous étions fixé en amont pour ce projet Transfer et qui en constitue un point innovant. Ces décisions ayant été prises tardivement (phase de terrain se terminant), les quotas ne sont pas nécessairement atteints pour ces espèces « complémentaires ». Ces lots d'échantillons pourront néanmoins constituer des amorces à compléter ultérieurement par d'éventuelles autres campagnes de terrain s'il s'avère utile de conserver ces espèces complémentaires dans le projet. Ils nous ont en outre permis de nous confronter à d'autres groupes taxonomiques et voies de prélèvements (Limace par exemple), que nous avons essayé de réaliser au mieux malgré leur caractère imprévu.

### **VIII.3. Conclusion**

La phase de prélèvement du matériel génétique de l'étude Transfer s'est avérée plus chronophage et complexe qu'envisagée. Le bilan des échantillons récoltés est néanmoins positif. Ces prélèvements devraient pouvoir être valorisés génétiquement par le laboratoire de Moulis pour au moins 3 espèces : Salamandre tachetée, Féronie noire et Myrtil. Cette campagne de terrain s'avère par ailleurs très riche d'enseignements, et constitue indiscutablement une expérience que nous pourrions valoriser pour le suivi et l'évaluation de la Trame verte et bleue.



## **IX. REFERENCES**

# IX. REFERENCES

## IX.1. Littérature

ALLAG-DHUISME F., BARTHOD C., BIELSA S., BROUARD-MASSON J., GRAFFIN V., VANPEENE S. (COORD), Chamouton S., Dessarps P.-M., Lansiard M. & Orsini A. (2010). *Prise en compte des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques pour les grandes infrastructures linéaires de l'Etat et de ses établissements publics – troisième document en appui à la mise en œuvre de la Trame verte et bleue en France*. Proposition issue du comité opérationnel Trame verte et bleue, MEEDDM, juillet 2010.

ARNOLD N. & OVENDEN D. (2007). *Le guide herpéto*. Edition Delachaux et Niestlé. Paris. 288 pages.

BAILLIE J.-E.-M., HILTON-TAYLOR C. & STUART S.-N. (2004). *IUCN Red list of threatened species. A global species assessment*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 191 pages.

BARAUD J. (1992). *Coléoptères Scarabaeoidea d'Europe*. Faune de France. Numéro 78. Fédération Française des sociétés de sciences naturelles, Société Linnéenne de Lyon.

BELLENOUE S., TERNOIS V., BRYSELBOUT C. & JOLY P. (2006). Phénologie et facteurs climatiques de déclenchement de la migration de la Salamandre tachetée *Salamandra s. terrestris*. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*. Numéro 118. Pages 75-96.

BERGES L., ROCHE P. & AVON C. (2010). Corridors écologiques et conservation de la biodiversité intérêts et limites pour la mise en place de la trame verte et bleue. *Science, eaux et territoires*. Numéro 3. Pages 28-33.

BOUGET C. & NAGELEISEN L.-M. (2009). L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse de réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For). *Les dossiers forestiers*. Numéro 19. 144 pages.

BROQUET T., BERSET-BRAENDLI L., EMARESI G. & FUMAGALLI L. (2007). Buccal swabs allow efficient and reliable microsatellite genotyping in amphibians. *Conservation Genetics*. Numéro 8. Pages 509-511.

BROUAT C., SENNEDOT F., AUDIOT P., LEBLOIS R. & RASPLUS J.-Y. (2003). Fine-scale genetic structure of two carabid species with contrasted levels of habitat specialization. *Molecular Ecology*. Numéro 12. Pages 1731-1745.

CARSIGNOL J. (2006). *Routes et passages à faune, 40 ans d'évolution. Bilan d'expériences*. Services d'études techniques des routes et autoroutes (SETRA). 57 pages.

CHARRIER S., PETIT S. & BUREL F. (1997). Mouvements of *Abax parallelepipedus* (Coleoptera, Carabidae) in woody habitats of a hedgerow network landscape : a radio-tracing study, *Agricultur. Ecosystems and environment*. Numéro 61. Pages 133-144.

CLEVINGER A.-P., CHRUSZCZ B. & GUNSON K. (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*. Numéro 29. Pages 646-653.

- CLEVENGER A.-P., CHRUSZCZ B. & GUNSON K. (2003). Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*. Numéro 109. Pages 5-26.
- COFFIN A.-W. (2007). From roadkill to road ecology : A review of ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*. Numéro 15. Pages 396-406.
- CUSHMAN S.-A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological Conservation*. Numéro 128. Pages 231-240.
- DEICHSEL R. (2007). Variations habitat fragmentation in the urban landscape (Doctoral dissertation).
- DELATTRE T. (2010). *Influence de la structure du paysage et des conditions météorologiques sur le comportement de dispersion de Maniola jurtina (Lepidoptera : Nymphalidae, L.) dans un agroécosystème bocager*. Thèse universitaire en Biologie. Écologie de l'université de Rennes. 167 pages.
- DENOEL M. (1996). Phénologie et domaine vital de la salamandre terrestre *Salamandra atra* dans un bois du Pays de Herve (Belgique). *Cahiers d'Éthologie*. Numéro 16. pages 291-306.
- DE SAADELER N., FAUNCONNIER K.-J.-M., BERTHOUD G. & COOPER R.-J. (2003). Études relatives au transport et à la diversité biologique et paysagère. Comité pour les activités du Conseil de l'Europe en matière de diversité biologique et paysagère. Sauvegarde de la nature, 132, Éditions du Conseil de l'Europe. 134 pages.
- DU CHATENET G. (2005). *Guide des coléoptères d'Europe*. Éditions Delachaux et Niestlé. Lausanne, Suisse. 479 pages.
- DU CHATENET G. (1986). *Guide des coléoptères d'Europe*. Éditions Delachaux et Niestlé. Lausanne, Suisse. 479 pages.
- DUQUET R. & MELKI F. (2003). La Salamandre tachetée. In: *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Éditions Biotope. Mèze, France. Pages 276-281.
- ELEK Z., MAGURA T. & TOTHMERESZ B. (2005). Effect of canopy closure of a young Norway spruce plantation on ground beetles. DIAS Report. Numéro 114. Pages 89-97.
- FORMAN R.-T.-T ET ALEXANDER L.-E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Numéro 29. Pages 207-231.
- GELBARD J.-L. & BELNAP J. (2003). Roads as conduits for exotic plant invasions in a semi-arid landscape. *Conservation Biology*. Numéro 17. Pages 420-432.
- GERLACH G. & MUSOLF K. (2000). Fragmentation of landscape as a cause for genetic subdivision in bank voles. *Conservation Biology*. Numéro 14. Pages 1066-1074.
- GLISTA D., DE VAULT T.-L. & DE WOODY J.-A. (2007). Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. *Herpetological Conservation and Biology*. Numéro 3. Pages 77-87.

GOTELLI N.-J. & COLWELL R.-K. (2001). Quantifying biodiversity : procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*. Numéro 4. Pages 379-391.

HIGGINS L.-G., HARGREAVES B. & LHONORE J. (1991). *Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord*. Éditions Delachaux et Niestlé. Glasgow. 270 pages.

JACKSON S.-D. (2000). Overview of transportation impacts on wildlife movement and populations. In: *Wildlife and highways : seeking solutions to an ecological and socio-economic dilemma*, Ed. by T. A. Messmer et B. West. Nahsville: The Wildlife society. Pages 7-20.

JEHLE R. & ARNTZEN J.-W. (2002). Review : microsatellite markers in amphibian conservation genetics. *Herpetological Journal*. Numéro 12. Pages 1-9.

KELLER I. & LARGIADER C.-R. (2003). Recent habitat fragmentation caused by major roads leads to reduction of gene flow and loss of genetic variability in ground beetles. *Proceedings of the Royal Society*. Numéro 270. Pages 417-423.

KELLER I., NENTWING W. & LARGIADER. C.-R. (2004). Recent habitat fragmentation due to roads can lead to significant genetic differentiation in an abundant flightless ground beetle. *Molecular Ecology*. Numéro 13. Pages 2983-2994.

LAFRANCHIS T. (2000). *Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles*. Collection Parthénope. Éditions Biotope. Mèze, France. 448 pages.

MANEL S., SCHWARTZ M.-K., LUIKART G. & TABERLET P. (2003). Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics. *Trends in Ecology and Evolution*. Numéro 18. Pages 189-197.

MANENTI R., FICETOLA G.-F. & DE BERNARDI F. (2009). Water, stream morphology and landscape: complex habitat determinants for the fire salamander *Salamandra salamandra*. *Amphibia-Reptilia*. Numéro 30. Pages 7-15.

MANIL L., LERCH A. & JULLIARD R. (2008). Phénologie et répartition par type d'habitats de Rhopalocères d'Île de France, exploitation des données du STERF (2005-2008). *Lépidoptères*. Pages 95-109.

MARVIN G.A. (2011). Effect of body size on tail regeneration and recovery of swimming performance after caudal autotomy in a plethodontid salamander. *Amphibia-Reptilia*. Numéro 32. Pages 485-492.

MIAUD C. & MURATET J. (2004). *Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France*. Éditions INRA. 200 pages.

MEURGEY F. & SADORGE A. (Date inconnue). *Cartographie des coléoptères Scarabaeoidea de Loire-Atlantique. Inventaire et révision des collections du Muséum d'Histoire naturelle de Nantes. Deuxième partie : Famille des Geotrupidae*.

NOORDIK J., PRINS D., DE JONGE M. & VERMEULEN R. (2006). Impact of road on the movements of two ground beetle species (*Coleoptera : Carabidae*). *Entomologica Fennica*. Numéro 17. Pages 276-283.

PETTIT S. & BUREL F. (1998). Effects of landscape dynamics on the metapopulation of a ground beetle (Coleoptera, Carabidae) in a hedgerow network. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 69. Numéro 3. Pages 243-252.

PICARD D., GAUFFRE B., PRUNIER J., LAGARDE C., POQUET V., RENAULT N., HARRACHE I., PIDANCIER N., MIQUEL C. & MIAUD C. (2003). Buccal swabs as a non-destructive tissue sampling method for DNA analysis in amphibians. *Herpetological Journal*. Numéro 13. Pages 175-178.

PIDANCIER N., MIQUEL C. & MIAUD C. (2003). Buccal swabs as non-destructive tissue sampling method for DNA analysis in amphibians. *Herpetological journal*. Numéro 13. Pages 175-178.

RIBERON, A. & MIAUD, C. 2013. Salamandra salamandra (Linnaeus, 1758). In: Atlas des amphibiens et reptiles de France, Biotope & MNHN edn. (Ed. by J. Lescure & J.-C. Massary). Pages 82-83.

ROTHERMEL B.-B. (2004). Migratory success of juveniles: a potential constraint on connectivity for pond-breeding amphibians. *Ecological Applications*. Numéro 14. Pages 1535-1546.

QUANTUM GIS (version 1.8.0 'Lisboa'). 2012. Système d'Information Géographique, Projet de l'Open Source Geospatial Foundation.

SAVOURE-SOUBELET A., SORDELLO R., ROGEON G. & HAFFNER P. (2012). *Réflexion préliminaire concernant les impacts du réseau ferroviaire sur le Lynx boréal (Lynx lynx)*. Muséum national d'Histoire naturelle - Service du patrimoine naturel. 16 pages.

SCHERER R.-D., MUTHS E., NOON B.-R. ET OYLER-MCCANCE S.-J. (2012). The genetic structure of a relict population of wood frogs. *Conservation Genetics*. Numéro 13. Pages 1521-1530.

SORDELLO R., AMSALLEM J. & DUBUS V. (2012). *Trame verte et bleue - Suivi et évaluation - Faisabilité d'utiliser l'outil génétique*. Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) - Service du Patrimoine naturel (SPN) & Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'environnement et l'Agriculture (IRSTEA) - UMR TETIS. 34 pages.

SORDELLO R., ROGEON G., TOUROULT J., 2011. *Contribution à la réflexion sur le suivi et l'évaluation de la Trame verte et bleue - Enjeux nationaux de biodiversité : propositions sur les espèces et les habitats*. Rapport MNHN-SPN. 24 pages.

STEINFARTZ, S., KÜSTERS, D. & TAUTZ, D. 2004. Isolation and characterization of polymorphic tetranucleotide microsatellite loci in the Fire salamander *Salamandra salamandra* (Amphibia: Caudata). *Molecular Ecology Notes*. Numéro 4. Pages 626-628.

STUART S.-N., CHANSON J.-S., COX N.-A., YOUNG B.-E., RODRIGUES A.-S.-L., FISCHMAN D.-L. & WALLER R.-W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*. Numéro 306. Pages 1783-1786.

MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE. *Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF). Protocole national 2010*. 4 pages.

THIESMEIER B. & SCHUHMACHER H. (1990). Causes of larval drift of the fire salamanders, *Salamandra salamandra terrestris*, and its effects on population dynamics. *Oecologia*. Numéro 82. Pages 259-263.

UICN France, MNHN et SHF (2009). *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre : Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine*. Paris, France.

VANDEVELDE J.-C., PENONE C. & JULLIARD R. (2012). High-speed railways are not barriers to *Pyronia tithonus* butterfly movements. *Journal of Insect Conservation*. Numéro 16. Volume 5. Pages 801-803.

VANDEWOESTIJNE S., POLUS E. & BAGUETTE M. (2005). Fragmentation and insects: theory and application to calcareous grasslands. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. Numéro 9. Pages 139-142.

VERGON J.-P., CRANEY E., PINSTON H. & HÉROLD J.-P. (2005). *Les poissons amphibiens et reptiles de la montagne jurassienne*. Éditions Néo. Besançon, France. 183 pages.

WAAGE B.-E. (1985). Trapping efficiency of carabid beetles in glass and plastic pitfall traps containing different solutions. *Fauna Norvegica Serie B*. Numéro 32. Pages 33-36.

YAMADA Y., SASAKI H. & HARAUCHI Y. (2010). Effects of narrow roads on the movement of carabid beetles (*Coleoptera, Carabidae*) in Nopporo Forest Park, Hokkaido. *Journal of Insect Conservation*. Numéro 14. Pages 151-157.

## **IX.2. Sites internet**

LOUBERE M. (2010). Atlas écologique des Coléoptères forestiers, SIE. Disponible sur : <http://www.sibnef1.eu/coleopteres/Carabidae/img10/eco10.HTM>.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE. 2011. Stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-generale-de-la.html>

MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE. Inventaire national du Patrimoine naturel. Données 2003-2013. <http://inpn.mnhn.fr>

RESEAU FERRE DE FRANCE. Repères 2011 > Chiffres clés. Disponible sur : <http://www.rff.fr/fr/le-reseau/>



# X. LEXIQUES

# X. LEXIQUES

## X.1. Liste des initiales, sigles et abréviations

ADN : Acide DésoxyriboNucléique  
AT : Arnaud Tanguy  
BL : Benoît Legros  
BO : Bourgogne  
CETE : Centres d'Études Techniques de l'Équipement  
CNRS : Centre national de la recherche scientifique  
FC : Franche-Comté  
GPS : Global Positioning System  
ILT : Infrastructure Linéaire de Transport  
LD : Laura Drouard  
LC : Ligne Classique  
LC : Least Concerned (Liste UICN)  
LGV : Ligne Grande Vitesse  
LO : Lorraine  
MV : Marianne Vargac  
MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie  
MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle  
RA : Rhône-Alpes  
RFF : Réseau Ferré de France  
RP : Renaud Puissauve  
RS : Romain Sordello  
SIG : Système d'Information Géographique  
SPN : Service du patrimoine naturel  
SRCE : Schéma Régional de Cohérence Écologique  
TVB : Trame Verte et Bleue  
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

## X.2. Liste des figures

Figure 1 : Portions de ligne incluant les quatre tronçons choisis .....	12
Figure 2 : Tracé sur SCAN 25 du tronçon de LC sélectionné en Franche-Comté .	13
Figure 3 : Tracé sur SCAN 25 du tronçon de LC sélectionné dans l'Ain.....	14
Figure 4 : Aperçu du tronçon de LGV sélectionné en Lorraine et tracé sur SCAN 25.....	15
Figure 5 : Aperçu du tronçon de LGV sélectionné en Lorraine et tracé sur SCAN 25.....	16
Figure 6 : <i>Salamandra salamandra</i> - Salamandre tachetée.....	26
Figure 7 : <i>Maniola jurtina</i> - Myrtil .....	26
Figure 8 : <i>Abax parallelepipedus</i> - Féronie noire .....	27
Figure 9 : <i>Carabus nemoralis</i> - Carabe des bois .....	27

Figure 10 : <i>Carabus problematicus</i> - Carabe problématique.....	28
Figure 11 : <i>Anoplotrupes stercorosus</i> - Géotrupe des bois.....	28
Figure 13 : Schéma théorique pour l'échantillonnage selon modèle mis au point par le CNRS de Moulis .....	38
Figure 14 : Feuille de terrain pour le recueil des échantillons.....	39
Figure 15 : Note sur le terrain et prise de point GPS.....	39
Figure 16 : Larve de Salamandre tachetée : quatre pattes avec tâches jaunes à leur base (ronds rouges).....	40
Figure 17 : Larve de Salamandre tachetée dans un point d'eau.....	40
Figure 18 : Prospection à l'épuisette dans une zone humide à la recherche de larves de Salamandre.....	41
Figure 19 : Etape 1 - Préparation du matériel pour le prélèvement d'un fragmentant de queue d'une larve de Salamandre .....	42
Figure 20 : Etape 2 - Un fragment de queue est coupé au cutter ou avec à l'aide d'une paire de ciseaux sur la larve capturée .....	42
Figure 21 : Etape 3 - Echantillon mis en Eppendorf.....	42
Figure 22 : Adulte de Salamandre tachetée.....	43
Figure 23 : Prélèvement sur un adulte de Salamandre tachetée : Étape 1 - Capture.....	43
Figure 24 : Prélèvement sur un adulte de Salamandre tachetée : Étape 2 - Ouverture de la bouche.....	44
Figure 25 : Prélèvement sur un adulte de Salamandre tachetée : Étape 3 - Réalisation du frottis.....	44
Figure 26 : Prélèvement sur un adulte de Salamandre tachetée : Étape 4 - Stockage du coton tige imbibé de salive dans un eppendorf rempli d'alcool .....	44
Figure 27 : Mâle de Myrtil à gauche ; Femelle de Myrtil à droite.....	45
Figure 28 : Prospections au filet à papillon pour l'échantillonnage du Myrtil.....	45
Figure 29 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 1 - L'individu capturé dans le filet est sorti du filet.....	46
Figure 30 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 2 - L'individu est maintenu par faible pression entre pouce et index pour la manipulation pour ménager les ailes au maximum.....	46
Figure 31 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 3 - La patte arrière droite de l'individu est coupée à l'aide d'une paire de ciseau.....	47
Figure 32 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 4 - La patte est coupée et recueillie dans un récipient pour éviter qu'elle ne se perde ou ne s'envole avant transfert dans l'eppendorf.....	47

Figure 33 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 5 - La patte est prise avec une pince pour être placée dans un eppendorf rempli d'alcool.....	47
Figure 34 : Échantillonnage du Myrtil : Etape 6 - La patte prélevée est conservée dans un Eppendorf.....	47
Figure 35 : <i>Abax parallelepipedus</i> avec son critère discriminant (présence de 3 trics sur le dernier article portant les griffes) visible sur la patte médiane gauche .....	48
Figure 36 : Carabe des bois <i>Carabus nemoralis</i> , l'abdomen convexe et portant des rangées de points, critères distinctifs, sont bien visibles.....	48
Figure 37 : <i>Anoplotrupes stercorosus</i> . Surface sternale de l'abdomen ponctuée. Deux carènes (1 et 2) en plus de la carène apicale (A) sur les tibias postérieurs. ....	49
Figure 38 : <i>Anoplotrupes stercorosus</i> . Sept stries sur les élytres de la suture (S) au calus huméral (C). ....	49
Figure 39 : Pose des pièges 1 - Stock de fonds de bouteilles prêts à être posés .....	50
Figure 40 : Pose des pièges 2 - Formation des trous dans le sol à l'aide d'une barre à mine.....	50
Figure 41 : Pose des pièges 3 - Rabat de la terre autour du piège et reconstitution de la litière .....	50
Figure 42 : Pose des pièges 4 - Piège installé avec pomme et boîte d'œuf .....	51
Figure 43 : Contrôle d'un piège ayant capturé un <i>C. nemoralis</i> .....	51
Figure 44 : Contrôle d'un piège ayant capturé plusieurs coléoptères .....	52
Figure 45 : Contrôle d'un piège ayant capturé un <i>C. problematicus</i> .....	52
Figure 46 : Aperçus du Site 1 - Lorraine .....	67
Figure 47 : Aperçus du Site 2 - Lorraine .....	68
Figure 48 : Aperçus du Site 3 - Lorraine .....	69
Figure 49 : Aperçus du Site 4 - Lorraine .....	70
Figure 50 : Aperçus du Site 5 - Lorraine .....	71
Figure 51 : Aperçus du Site 6 - Lorraine .....	72
Figure 52 : Aperçus du Site 1 - Bourgogne.....	73
Figure 53 : Aperçus du Site 2 - Bourgogne.....	74
Figure 54 : Aperçus du Site 3 - Bourgogne.....	75
Figure 55 : Aperçus du Site 4 - Bourgogne.....	76
Figure 56 : Aperçus du Site 5 - Bourgogne.....	77
Figure 57 : Aperçus du Site 6 - Bourgogne.....	78
Figure 58 : Aperçu du Site 1 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine.....	79

Figure 59 : Aperçu du Site 2 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine.....	80
Figure 60 : Aperçu du Site 3 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine.....	81
Figure 61 : Aperçu du Site 4 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine.....	82
Figure 62 : Aperçu du Site 5 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine.....	83
Figure 63 : Aperçu du Site 6 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine.....	84
Figure 64 : Aperçu du Site 7 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine (abandonné).....	85
Figure 65 : Aperçu du Site 8 pour le prélèvement du Myrtil en Lorraine (abandonné).....	85
Figure 66 : Aperçu du Site 1 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne .....	86
Figure 67 : Aperçu du Site 2 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne .....	86
Figure 68 : Aperçu du Site 3 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne .....	87
Figure 69 : Aperçu du Site 4 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne .....	87
Figure 70 : Aperçu du Site 5 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne .....	88
Figure 71 : Aperçu du Site 6 pour le prélèvement du Myrtil en Bourgogne .....	88
Figure 72 : Aperçu du Site 1 pour le prélèvement des carabes en Lorraine .....	89
Figure 73 : Aperçu du Site 3 pour le prélèvement des carabes en Lorraine .....	89
Figure 74 : Aperçu du Site 6 pour le prélèvement des carabes en Lorraine .....	90
Figure 75 : Aperçu du Site 1 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne.....	91
Figure 76 : Aperçu du Site 2 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne.....	92
Figure 77 : Aperçu du Site 3 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne.....	92
Figure 78 : Aperçus du Site 4 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne .....	93
Figure 79 : Aperçus du Site 6 pour le prélèvement des carabes en Bourgogne .....	94
Figure 80 : Rubalise signalant une localité de piégeage avec pièges disposés en ligne.....	95
Figure 81 : Retrait des pièges lors de la dernière session de contrôle.....	95
Figure 82 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire et du Carabe des Bois en Franche-Comté. Chaque point correspond à l'emplacement d'un piège de type « pitfall ».....	96
Figure 83 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire et du Carabe des Bois en Rhône-Alpes. Chaque point correspond à l'emplacement d'un piège de type « pitfall ».....	97
Figure 84 : Sites de piégeages et nombre de pièges par localités en Lorraine .....	98
Figure 85 : Répartition des localités par site de piégeage en Lorraine.....	99

Figure 86 : Sites de piégeages et nombre de pièges par localités en Bourgogne....	100
Figure 87 : Période d'activité d'Abax parallelepipedus .....	105
Figure 88 : Période d'activité de Carabus nemoralis .....	105
Figure 89 : Mise en sac des Eppendorfs.....	120
Figure 90 : Mise en colis pour envoi au CNRS de Moulis .....	120
Figure 91 : Digitalisation des prélèvements sous Quantum GIS .....	121
Figure 92 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Franche-Comté .....	122
Figure 93 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Rhône-Alpes.....	123
Figure 94 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Lorraine.....	124
Figure 95 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Lorraine - Sites 1, 2, 5, 6.....	125
Figure 96 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Lorraine - Sites 3, 4, 5, 6.....	126
Figure 97 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Bourgogne - Vue générale.....	127
Figure 98 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Bourgogne - Sites 1 & 2.....	128
Figure 99 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Bourgogne - Sites 3 & 4.....	129
Figure 100 : Carte de répartition des prélèvements de Salamandre tachetée en Bourgogne - Sites 5 & 6.....	130
Figure 101 : Sites d'échantillonnage du Myrtil en Franche-Comté.....	131
Figure 102 : Sites d'échantillonnage du Myrtil en Rhône-Alpes.....	132
Figure 103 : Échantillonnage du Myrtil en Lorraine .....	133
Figure 104 : Sites d'échantillonnage du Myrtil en Bourgogne .....	134
Figure 105 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Vue générale.....	135
Figure 106 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Sites 5 & 6.....	136
Figure 107 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Sites 1, 2, 3, 4.....	137
Figure 108 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Vue générale.....	138

Figure 109 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Sites 1, 2, 3, 4.....	139
Figure 110 : Sites d'échantillonnage de la Féronie noire en Bourgogne - Sites 5 & 6.....	140
Figure 111 : Échantillons de Carabe des bois récoltés en Lorraine par site et par localité.....	141
Figure 112 : Échantillons de Carabe des bois récoltés en Bourgogne par site et par localité.....	142
Figure 113 : Sites de prélèvements et nombre d'échantillons de Carabus problematicus en Bourgogne .....	143
Figure 114 : Carte des prélèvements de Géotrupe des bois en Lorraine.....	144
Figure 115 : Sites d'échantillonnages de la Limace rouge en Bourgogne - Vue générale.....	145
Figure 116 : Sites d'échantillonnages de la Limace rouge en Bourgogne - Sites 1, 2, 3, 4.....	146
Figure 117 : Sites d'échantillonnages de la Limace rouge en Bourgogne - Sites 5 & 6.....	147
Figure 118 : Totalité des échantillons récoltés en Lorraine.....	148
Figure 119 : Totalité des échantillons récoltés en Bourgogne .....	149
Figure 120 : Carte générale des données saisies dans CardObs .....	150
Figure 121 : Évolution du nombre de données par date de récolte .....	151

### **X.3. Liste des planches**

Planche 1 : SCAN 25 et aperçus des zones d'études.....	12
Planche 2 : Aperçus des espèces échantillonnées .....	26
Planche 3 : Principe général du protocole d'échantillonnage .....	38
Planche 4 : Pratique des relevés de terrain.....	39
Planche 5 : Échantillonnage de la Salamandre tachetée.....	40
Planche 6 : Échantillonnage du Myrtil.....	45
Planche 7 : Échantillonnage des coléoptères.....	48
Planche 8 : Lorraine - Sites de prélèvements Salamandre .....	67
Planche 9 : Bourgogne - Sites de prélèvements Salamandre.....	73
Planche 10 : Lorraine - Sites de prélèvements Myrtil.....	79
Planche 11 : Bourgogne - Sites de prélèvements Myrtil .....	86

Planche 12 : Lorraine - Sites de prélèvements Coléoptères .....	89
Planche 13 : Bourgogne - Sites de prélèvements Coléoptères.....	91
Planche 14 : Logistique du piégeage .....	95
Planche 15 : Cartographie des sites de piégeages.....	96
Planche 16 : Traitement des échantillons.....	120
Planche 17 : Cartographie des prélèvements Salamandre .....	122
Planche 18 : Cartographie des prélèvements de Myrtil.....	131
Planche 19 : Cartographie des prélèvements de Féronie noire.....	135
Planche 20 : Cartographie des prélèvements de Carabe des bois.....	141
Planche 21 : Cartographie des autres prélèvements .....	143
Planche 22 : Ensemble des prélèvements en Lorraine et Bourgogne .....	148
Planche 23 : Saisie des données dans CardObs .....	150

#### **X.4. Liste des tableaux**

Tableaux 1 : Taxons retenus pour la partie génétique du programme Transfer.....	19
Tableau 2 : Taxons complémentaires échantillonnés en partie, du fait des effectifs très réduits de Carabes des bois.....	19
Tableau 3 : Critères de sélection et score pour les espèces retenues .....	20
Tableau 4 : Code couleur des Eppendorfs en fonction des zones d'études.....	31
Tableau 5 : Nomenclature pour l'étiquetage des Eppendorfs. ....	31
Tableau 6 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de <i>Salamandra salamandra</i> en Franche-Comté.....	54
Tableau 7 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de <i>Salamandra salamandra</i> dans l'Ain. ....	55
Tableau 8 : Aperçu de localisation des sites de prélèvement de <i>Salamandra salamandra</i> dans les bois de Vigneulles et de Thiaucourt en Lorraine.....	56
Tableau 9 : Description et localisation des sites de prélèvement de <i>Salamandra salamandra</i> en Bourgogne. ....	58
Tableau 10 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de <i>Maniola jurtina</i> en Franche-Comté.....	58
Tableau 11 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de <i>Maniola jurtina</i> en Franche-Comté.....	59
Tableau 12 : Description et localisation des sites de prélèvement du Myrtil en Lorraine. ....	61

Tableau 13 : Description et localisation des sites de prélèvement de Myrtil en Bourgogne.....	62
Tableau 14 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de <i>Carabus nemoralis</i> et de <i>Abax parallelepipedus</i> en Franche-Comté.....	62
Tableau 15 : Occupation du sol et commune de localisation des sites de prélèvement de <i>Carabus nemoralis</i> et de <i>Abax parallelepipedus</i> dans l'Ain. ....	63
Tableau 16 : Sites de piégeage pour les Carabes en Lorraine.....	64
Tableau 17 : Sites de piégeage pour les Carabes en Bourgogne. ....	65
Tableau 18 : Nombre de localités et de pièges en Lorraine .....	66
Tableau 19 : Nombre de localités et de pièges en Bourgogne.....	66
Tableau 20 : Récapitulatif des sessions de terrain réalisées pour les deux lignes à grande vitesse.....	103
Tableau 21 : Période de terrain pour la Salamandre concernant les deux LGV ....	103
Tableau 22 : Nombre de jours et de nuits de terrain réalisés pour la Salamandre tachetée en Lorraine et Bourgogne.....	104
Tableau 23 : Période de terrain pour le Myrtil concernant les deux LGV.....	104
Tableau 24 : Nombre de jours de terrain pour le Myrtil en Lorraine et Bourgogne.....	104
Tableau 25 : Période de terrain pour le piégeage des coléoptères concernant les deux LGV .....	105
Tableau 26 : Nombre de jours concernant le piégeage des coléoptères sur les deux LGV .....	106
Tableau 27 : Nombre d'échantillons récoltés par zone d'étude et par espèce .....	109
Tableau 28 : Nombre d'échantillons récoltés par espèce et par zone d'étude .....	110
Tableau 29 : Nombre d'échantillons de Salamandre tachetée récoltés par zone d'étude et par site .....	110
Tableau 30 : Nombre d'échantillons de Myrtil récoltés par zone d'étude et par site.....	111
Tableau 31 : Nombre d'échantillons de Féronie noire récoltés par zone d'étude et par site.....	112
Tableau 32 : Nombre d'échantillons de Féronie noire récoltés par localités pour les sites de Lorraine et de Bourgogne.....	114
Tableau 33 : Nombre d'échantillons de Carabe des bois récoltés par zone d'étude et par site.....	115
Tableau 34 : Nombre d'échantillons de Carabe des bois récoltés par localités pour les sites de Lorraine et de Bourgogne.....	117

Tableau 35 : Nombre d'échantillons de Carabe problématique récoltés en Bourgogne par site.....	117
Tableau 36 : Nombre d'échantillons de Carabe problématique récoltés en Bourgogne par localités.....	118
Tableau 37 : Nombre d'échantillons de Géotrupe des bois récoltés en Lorraine par site.....	118
Tableau 38 : Nombre d'échantillons de Géotrupe des bois récoltés en Lorraine par localités .....	119
Tableau 39 : Nombre d'échantillons de Limace rouge récoltés en Bourgogne par site.....	119

# Annexe 1 : Liste des espèces de faune observées pendant la phase terrain

	Bourgogne	Lorraine
<b>Mollusques</b>		
Escargot de bourgogne ( <i>Helix pomatia</i> )	x	
Grande limace rouge ( <i>Arion</i> sp.)	x	x
<b>Araignées</b>		
Argiope frelon ( <i>Argiope bruennichi</i> )		x
<b>Coléoptères</b>		
Carabe des bois ( <i>Carabus nemoralis</i> )	x	x
Carabe bijoux ( <i>Carabus monilis</i> )	x	x
Carabe problématique ( <i>Carabus problematicus</i> )	x	x
Féronie noire ( <i>Abax parallelepipedus</i> )	x	x
Géotrupe des bois ( <i>Anoplotrupes stercorosus</i> )	x	x
Procruste coriacé ( <i>Carabus coriaceus</i> )	x	x
<b>Lépidoptères</b>		
Amaryllis ( <i>Pyronia tithonus</i> )		x
Aurore ( <i>Anthocharis cardamines</i> )	x	x
Azuré du trèfle ( <i>Everes argiades</i> )	x	
Belle dame ( <i>Vanessa cardui</i> )	x	x
Citron ( <i>Gonepteryx rhamni</i> )	x	
Demi deuil ( <i>Melanargia galathea</i> )	x	x
Doublure jaune ( <i>Euclidia glyphica</i> )	x	
Fadet commun ( <i>Coenonympha pamphilus</i> )		x
Grand nacré ( <i>Argynnis aglaja</i> )	x	
Machaon ( <i>Papilio machaon</i> )	x	x
Mégère ( <i>Lasiommata megera</i> )		x
Paon du jour ( <i>Aglais io</i> )	x	x
Piéride du navet ( <i>Pieris napi</i> )	x	
Piéride du chou ( <i>Pieris brassicae</i> )	x	
Piéride de la moutarde ( <i>Leptidea sinapis</i> )	x	
Tristan ( <i>Aphantopus hyperantus</i> )		x
<b>Odonates</b>		
Libellule déprimée ( <i>Libellula depressa</i> )	x	
<b>Orthoptères</b>		
Grillon champêtre ( <i>Gryllus campestris</i> )	x	x
<b>Amphibiens</b>		
Crapaud commun ( <i>Bufo bufo</i> )	x	
Grenouille agile ( <i>Rana dalmatina</i> )	x	x
Grenouille rousse ( <i>Rana temporaria</i> )	x	x
Grenouille verte ( <i>Pelophylax</i> sp.)	x	x
Salamandre tachetée ( <i>Salamandra salamandra</i> )	x	x
Triton alpestre ( <i>Ichthyosaura alpestris</i> )		x
Triton ponctué ( <i>Lissotriton vulgaris</i> )	x	x
<b>Mammifères</b>		
Blaireau d'Eurasie ( <i>Meles meles</i> )		x
Chevreuil européen ( <i>Caprolus capreolus</i> )	x	x
Fouine ( <i>Martes foina</i> )		x
Hérisson d'Europe ( <i>Erinaceus europaeus</i> )		x
Lièvre d'Europe ( <i>Lepus europaeus</i> )	x	x
Martre des pins ( <i>Martes martes</i> )	x	
Musaraigne ( <i>Sorex</i> sp.)	x	
	<b>Bourgogne</b>	<b>Lorraine</b>

Renard roux ( <i>Vulpes vulpes</i> )		x
Sanglier ( <i>Sus scrofa</i> )		x
<b>Oiseaux</b>		
Aigrette garzette ( <i>Egretta garzetta</i> )	x	
Alouette des champs ( <i>Alauda arvensis</i> )	x	x
Buse variable ( <i>Buteo buteo</i> )	x	x
Choucas des tours ( <i>Coloeus monedula</i> )		x
Chouette effraie ( <i>Tyto alba</i> )	x	x
Chouette hulotte ( <i>Strix aluco</i> )	x	x
Corneille noire ( <i>Corvus corone</i> )	x	x
Geai des chênes ( <i>Garrulus glandarius</i> )	x	x
Faucon crécerelle ( <i>Falco tinnunculus</i> )	x	
Héron cendré ( <i>Ardea cinerea</i> )	x	x
Hirondelle rustique ( <i>Hirundo rustica</i> )	x	x
Mésange bleue ( <i>Cyanistes caeruleus</i> )	x	x
Mésange charbonnière ( <i>Parus major</i> )	x	x
Mésange noire ( <i>Periparus ater</i> )	x	x
Milan noir ( <i>Milvus migrans</i> )	x	x
Moineau friquet ( <i>Passer montanus</i> )	x	
Pic épeiche ( <i>Dendrocopos major</i> )	x	
Pic noir ( <i>Dryocopus martius</i> )		x
Pic vert ( <i>Picus viridis</i> )	x	
Pie bavarde ( <i>Pica pica</i> )	x	x
Pie-grièche écorcheur ( <i>Lanius collurio</i> )	x	x
Pigeon ramier ( <i>Palumbus columbus</i> )	x	x
Pinson des arbres ( <i>Fringilla coelebs</i> )	x	x
Pouillot siffleur ( <i>Phylloscopus sibilatrix</i> )	x	
Pouillot véloce ( <i>Phylloscopus collybita</i> )	x	x
Tarier pâtre ( <i>Saxicola rubicola</i> )	x	x
Troglodyte mignon ( <i>Troglodytes troglodytes</i> )	x	

## Annexe 2 : Détail des sites de piégeages de coléoptères en Lorraine

Nom	N° Site	N° Localité	XCOORD	YCOORD	Nombre de pièges posés
Site1-Loc1	1	1	5.941974	48.966274	6
Site1-Loc2	1	2	5.942854	48.966437	6
Site1-Loc3	1	3	5.943329	48.966517	6
Site1-Loc4	1	4	5.943785	48.966605	5
Site1-Loc5	1	5	5.944554	48.966423	5
Site1-Loc6	1	6	5.945591	48.967056	5
<i>Totaux</i>					33
Site2-Loc1	2	1	5.941635	48.968253	6
Site2-Loc2	2	2	5.942466	48.968526	6
Site2-Loc3	2	3	5.943579	48.968762	7
Site2-Loc4	2	4	5.944588	48.968964	6
Site2-Loc5	2	5	5.945040	48.968847	5
<i>Totaux</i>					30
Site3-Loc1	3	1	5.947414	48.968066	5
Site3-Loc2	3	2	5.947816	48.968122	5
Site3-Loc3	3	3	5.948316	48.968340	5
Site3-Loc4	3	4	5.948583	48.968386	6
Site3-Loc5	3	5	5.949513	48.968418	6
<i>Totaux</i>					27
Site4-Loc1	4	1	5.946380	48.969413	8
Site4-Loc2	4	2	5.946647	48.969509	6
Site4-Loc3	4	3	5.947718	48.970133	7
Site4-Loc4	4	4	5.948475	48.970188	4
Site4-Loc5	4	5	5.949315	48.970354	5
<i>Totaux</i>					30
Site5-Loc1	5	1	5.751096	48.973378	6
Site5-Loc2	5	2	5.750369	48.973909	7
Site5-Loc3	5	3	5.749800	48.974280	6
Site5-Loc4	5	4	5.751935	48.973967	6
Site5-Loc5	5	5	5.752003	48.973244	4
Site5-Loc6	5	6	5.753253	48.973747	8
<i>Totaux</i>					37
Site6-Loc1	6	1	5.752530	48.971913	6
Site6-Loc2	6	2	5.751431	48.971703	7
Site6-Loc3	6	3	5.751145	48.971981	8
Site6-Loc4	6	4	5.754032	48.972173	7
Site6-Loc5	6	5	5.753287	48.972169	6
Site6-Loc6	6	6	5.754436	48.971372	5
<i>Totaux</i>					39
<i>Total</i>					196

## Annexe 3 : Détail des sites de piégeages coléoptères en Bourgogne

Nom	N° Site	N° Localité	XCOORD	YCOORD	Nombre de pièges posés
Site1-Loc1	1	1	4.287829	47.258710	6
Site1-Loc2	1	2	4.286176	47.259327	5
Site1-Loc3	1	3	4.285207	47.260120	5
Site1-Loc4	1	4	4.284217	47.260954	5
Site1-Loc5	1	5	4.286440	47.261891	5
Site1-Loc6	1	6	4.287000	47.260467	5
Site1-Loc7	1	7	4.286889	47.260919	5
Site1-Loc8	1	8	4.287423	47.259591	5
8	Totaux				41
Site2-Loc1	2	1	4.289468	47.258907	7
Site2-Loc2	2	2	4.289746	47.259630	6
Site2-Loc3	2	3	4.289057	47.260208	5
Site2-Loc4	2	4	4.290391	47.260516	6
Site2-Loc5	2	5	4.288967	47.261512	6
Site2-Loc6	2	6	4.288841	47.261004	5
Site2-Loc7	2	7	4.289820	47.262258	5
Site2-Loc8	2	8	4.289975	47.261232	5
Site2-Loc9	2	9	4.291286	47.259677	5
9	Totaux				43
Site3-Loc1	3	1	4.289226	47.254174	6
Site3-Loc2	3	2	4.290453	47.252758	5
Site3-Loc3	3	3	4.290656	47.251920	5
Site3-Loc4	3	4	4.290380	47.250487	8
Site3-Loc5	3	5	4.290853	47.248577	5
Site3-Loc6	3	6	4.290149	47.253693	5
Site3-Loc7	3	7	4.288855	47.255537	5
Site3-Loc8	3	8	4.289148	47.254872	5
8	Totaux				44
Site4-Loc1	4	1	4.297428	47.255523	6
Site4-Loc2	4	2	4.298712	47.254626	6
Site4-Loc3	4	3	4.299086	47.252865	5
Site4-Loc4	4	4	4.298955	47.251527	5
Site4-Loc5	4	5	4.296432	47.250473	5
Site4-Loc6	4	6	4.296149	47.252040	6
Site4-Loc7	4	7	4.295108	47.254268	6
Site4-Loc8	4	8	4.297456	47.249121	5
Site4-Loc9	4	9	4.292029	47.255421	5
9	Totaux				49
Site5-Loc1	5	1	4.269542	47.306079	5
Site5-Loc2	5	2	4.268160	47.302795	5
Site5-Loc3	5	3	4.268676	47.301627	6
Site5-Loc4	5	4	4.265955	47.300622	5
Site5-Loc5	5	5	4.263542	47.300182	5
Site5-Loc5	5	5	4.270317	47.300808	5

Site5-Loc6	5	6	4.270449	47.298615	5
Site5-Loc7	5	7	4.268967	47.304800	5
Site5-Loc8	5	8	4.269733	47.299717	5
Site5-Loc9	5	9	4.269830	47.303709	5
9	Totaux				51
Site6-Loc1	6	1	4.272049	47.306905	5
Site6-Loc2	6	2	4.272391	47.304154	6
Site6-Loc3	6	3	4.272737	47.302838	5
Site6-Loc4	6	4	4.273520	47.301088	6
Site6-Loc5	6	5	4.273980	47.299551	5
Site6-Loc6	6	6	4.272717	47.305883	5
Site6-Loc6	6	6	4.272717	47.305883	5
Site6-Loc7	6	7	4.273100	47.302333	5
Site6-Loc8	6	8	4.272376	47.304895	5
8	Totaux				47
				Total	282



*En 2011, Réseau ferré de France a remporté l'appel à projet « Restauration des continuités écologiques » lancé par le Ministère de l'écologie. Porteur du projet Transfer, RFF a souhaité étudier la perméabilité de quatre tronçons ferroviaires sur plusieurs espèces, en s'associant au Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle, au bureau d'étude Ecosphère, au CNRS de Moulis et au CETE de l'Est.*

*Le MNHN-SPN a ainsi réalisé une campagne d'échantillonnage pour ce programme, en vue d'analyses génétiques menées par le CNRS afin de mesurer l'éventuel impact fragmentant des voies ferrées. Ce rapport présente le déroulement de cette phase de terrain qui a abouti à la collecte d'environ 2500 échantillons sur les quatre zones d'études.*