h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

« Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens? »

Le cas du parc périurbain du Jorat (VD)

Thèse de bachelor présentée par :

Eliott Casnabet

pour l'obtention du titre Bachelor of Science HES-SO en Gestion de la Nature

Genève, 19 août 2016

Conseiller scientifique
Dr Jérome Pellet

Répondant hepia
Dr Beat Oertli

Responsable de la filière Gesiton de la Nature :
Patrice Prunier

Déclaration

Ce travail de bachelor est réalisé dans le cadre de l'examen final de la Haute École du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève, en vue de l'obtention du titre de Bachelor HES en Gestion de la Nature.

L'étudiant assume la responsabilité du travail et accepte, le cas échéant, la clause de confidentialité. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans le travail de Bachelor, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celle du répondant hepia, ni celle du conseiller scientifique, des experts et de hepia.

«J'atteste avoir réalisé seul le présent travail, sans avoir utilisé des sources autres que celles citées dans la bibliographie.»

Fait à Genève, le 18 août 2016

Eliott Casnabet

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier mon conseiller scientifique, **Jérome Pellet**, pour sa disponibilité et ses conseils judicieux.

Je remercie également :

Mon répondant hepia, **Beat Oertli**, pour sa patience et ses commentaires rigoureux,

John, pour son accueil chaleureux et sa gentillesse à toute épreuve,

Jacques Thiébaud, pour le prêt de ses waders et de ses ouvrages, pour m'avoir intéressé à ces espèces si intéressantes et pour l'ensemble des services qu'il m'a rendu ces dernières années,

L'association **karch-GE**, pour le prêt des nasses,

Les assistants hepia :

- Victor Bovy et **Sebastien Chognard**, pour leurs conseils sur l'utilisation du programme Arcmap

- Milo Pénault et **Jessica Ranzoni**, pour m'avoir transmis leurs thèses de bachelor

- Daniel Comte, pour ses conseils sur la caractérisation des massifs forestiers, en lui souhaitant un prompt rétablissement

Céline Blattner, pour m'avoir accompagné une journée sur le terrain,

Enfin, je remercie **Vanessa Courtot**, pour avoir conservé sa joie de vivre si contagieuse lors de toutes ces heures de rédaction.

Résumé

Le but de ce travail était de proposer des mesures d'aménagements et de gestion, en faveurs des batraciens, pour les plans d'eau et les massifs forestiers des bois du Jorat, au nord de Lausanne (Vaud). En effet, cette zone devrait accueillir un parc naturel périurbain, dont l'un des objectifs est la conservation de la nature, dans les années à venir. Afin de remplir l'objectif fixé, il a été nécessaire de chercher et de décrire les plans d'eau du secteur, d'inventorier les espèces de batraciens qu'ils accueillent puis d'explorer les paramètres aquatiques et terrestres pouvant potentiellement influencer la richesse spécifique de ce groupe.

53 plans d'eau ont donc été trouvés, décrits et inventoriés. Les inventaires des batraciens ont été effectués lors de trois sessions, d'avril à juillet. Les deux premières sessions se sont déroulées la nuit, par observation directe, pour identifier les pontes ou les adultes. Lors de la dernière session, des nasses ont été installées dans les plans d'eau les plus profonds. Pour les habitats terrestres des amphibiens, 69 placettes de 1250 m^2, réparties dans un périmètre de 200 m autour de 26 plans d'eau, ont été caractérisées. La part de strate herbacée, arbustive et de résineux, le diamètre et la densité des espèces arborées ainsi que le volume de bois mort ont notamment été pris en compte.

Les inventaires des batraciens ont révélé la présence de quatre espèces, à savoir la Grenouille rousse, le Triton alpestre, le Crapaud commun et le Sonneur à ventre jaune. Ce dernier est une espèce prioritaire au niveau fédéral et cantonal et n'a pas été observé sur le site depuis 2010. La richesse spécifique de chaque plan d'eau a ensuite été mise en relation, à l'aide de tests statistiques non paramétriques, avec les paramètres aquatiques et terrestres.

A la suite de ces analyses, il est apparu que la surface, la profondeur et la part de strate herbacée ont une influence positive sur la richesse spécifique. Par contre, la présence de résineux semble avoir un impact négatif.

De plus, le nord-Jorat possède peu de plans d'eau adaptés aux exigences écologiques des amphibiens forestiers. Pour pallier à ce manque, diverses mesures d'aménagement, d'entretien et de gestion ont été proposées.

Mots clés : Amphibiens forestiers, habitats terrestres, sylviculture, Sonneur à ventre jaune,

Glossaire

- **Anoure :** Vertébré amphibien dont la larve est aquatique (têtard) et dont l'adulte, dépourvu de queue, souvent apte au saut, peut vivre hors de l'eau, tel que les grenouilles et les crapauds (Larousse)
- **Communauté :** Groupe d'espèces animales ou végétales occupant un territoire donné. Les organismes d'une communauté s'influencent mutuellement dans leur distribution, leur abondance et leur évolution (dictionnaire sur la diversité biologique et la conservation de la nature, édition 2016)
- **Dessiccation :** Processus de perte d'eau (dictionnaire sur la diversité biologique et la conservation de la nature, édition 2016)
- **Détritivore :** Qui se nourrit de détritus (dictionnaire sur la diversité biologique et la conservation de la nature, édition 2016)
- **Etang :** Étendue d'eau stagnante, peu profonde, de surface relativement petite (jusqu'à quelques dizaines d'hectares), résultant de l'imperméabilité du sol. L'étang est un plan d'eau continental dont les dimensions et les usages (vidange, assec) ne permettent pas d'établir la zonation ni l'étagement de végétation. (dictionnaire sur la diversité biologique et la conservation de la nature, édition 2016)
- **Herpétofaune :** Ensemble des reptiles et des batraciens (dico-sciences-animales.ciard.fr)
- Intrant : En agriculture, les intrants sont l'ensemble des produits qui ne sont pas naturellement présents dans le sol et qui y sont rajoutés afin d'améliorer le rendement de la culture (futura-sciences.com)
- **Lentique :** Désigne le biotope (ou biocénose) des eaux calmes comme les lacs et étangs (dictionnaire-environnement.com)
- **Livrée nuptiale :** robe plus ornée ou plus colorée dont se parent les mâles au moment des amours (encyclopedie_universelle.fracademic.com)
- **Marais :** Formation paysagère où le sol est recouvert, en permanence ou par intermittence, d'une couche d'eau stagnante, généralement peu profonde et couvert de végétations. (dictionnaire sur la diversité biologique et la conservation de la nature, édition 2016)

- **Mare :** La mare est une étendue d'eau à renouvellement généralement limité, de taille variable et de 5000 mètres carrés au maximum. Sa faible profondeur, qui peut atteindre environ deux mètres, permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire, ainsi qu'aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. De formation naturelle ou anthropique, elle se trouve dans des dépressions imperméables, en contexte rural, périurbain voire urbain. […] Elle peut être sensible aux variations météorologiques et climatiques, et ainsi être temporaire. […] Elle possède un fort potentiel biologique et une forte productivité potentielle (Programme National de Recherche sur les Zones Humides)
- **Ovipare :** Se dit des espèces dont la femelle pond des œufs (Larousse)
- **Peuplement :** Ensemble des végétaux (ou seulement des arbres) qui croissent sur une même station ou dans une même région (Larousse)
- **Urodèle :** Amphibien pourvu, à l'état adulte, de 4 membres, d'un corps allongé et d'une longue queue, tel que les tritons et salamandres (Larousse)

Liste des abréviations

CSCF : Centre Suisse de Cartographie de la Faune

CSNB : Conservatoire des Espaces Naturels de Bourgogne

DGE : Direction Générale de l'Environnement (Vaud)

EN : En Danger

GHRA : Groupe Herpétologique de Rhône-Alpes

IBP : Indice de Biodiversité Potentielle

karch : Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (Association pour l'étude et la protection des amphibiens et reptiles de Suisse)

karch-GE : Association pour l'étude et la protection des amphibiens et reptiles du canton de Genève

LC : Préoccupation mineure

LForêts : Loi sur les forêts

LFo : Loi sur les forêts (Vaud)

LPN : Loi sur la Protection de la Nature

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

OBat : Ordonnance sur la protection des sites de reproduction des batraciens d'importance nationale

OECD : Organisation for Economic Co-operation and Developpement

OFEV : Office Fédéral de l'Environnement

OParcs : Ordonnance sur les parcs

OPN : Ordonnance sur la Protection de la Nature

UICN (ou IUCN) : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

VU : Vulnérable

Table des matières

Déclaration i
Remerciements ii
Résumé iii
Glossaire iv
Liste des abréviations vi
Table des matières vii
Liste des Figures ix
Liste des Tableaux x
1. Introduction 1
1.1 Contexte & problématique 1
1.2 Objectifs 2
1.2.1 Objectif principal 2
1.2.2 Objectifs secondaires 2
2. Etat de la connaissance 3
2.1 Zone d'étude 3
2.1.1 Les bois du Jorat 3
2.1.2 Projet de parc périurbain 4
2.2 Amphibiens de Suisse et de la région d'étude 4
2.2.1 Présentation succincte des amphibiens suisses 4
2.2.2 Facteurs influençant leur présence 6
2.2.3 Méthodes d'inventaire 8
2.2.4 Données existantes dans les bois du Jorat 10
2.2.5 Début des migrations prénuptiales 11
3. Démarche méthodologique 12
3.1 Recherche et description des plans d'eau 12
3.1.1 Recherche des plans d'eau 12
3.1.2 Description des plans d'eau 13
3.2 Inventaire des batraciens 13
3.2.1 Méthodologie d'inventaire 13
3.3 Caractérisation des habitats forestiers 15
3.3.1 Plans d'eau sélectionnés 15
3.3.2 Périmètre considéré 15
3.3.3 Prédicteurs sélectionnés 15
3.4 Traitement et analyses des données 16
3.4.1 Valeurs attribuées aux plans d'eau 16
3.4.2 Facteurs influençant les communautés de batraciens et l'assèchement des plans d'eau 16
4. Résultats 17
4.1 Les plans d'eau du nord-Jorat 17
4.1.1 Plans d'eau découverts 17

4.1.2 Typologie des plans d'eau 19

4.2 Communautés de batraciens 21

4.2.1 Adaptation du périmètre d'étude 21
4.2.2 Espèces observées 21
4.2.3 Valeurs attribuées aux plans d'eau 23

4.3 Habitats forestiers 24

4.3.1 Strate herbacée 24
4.3.2 Strate arbustive 24
4.3.3 Part de résineux 25
4.3.4 Densité des espèces arborées 25
4.3.5 Diamètre moyen des espèces arborées 26
4.3.6 Variance des diamètres 26
4.3.7 Mode des diamètres 26
4.3.8 Volume de bois mort 27
4.3.9 Diamètre moyen du bois mort 27
4.3.10 Coupes forestières depuis 2000 27

4.4 Analyses des résultats 28

4.4.1 Prédicteurs relatifs à l'habitat aquatique 28
4.4.2 Prédicteurs relatifs à habitat terrestre 31
4.4.3 Facteurs influençant l'assèchement des plans d'eau 37

5. Discussion 40

5.1 Communautés de batraciens 40

5.1.1 Espèces présentes 40
5.1.2 Espèces absentes 42

5.2 Analyses des paramètres 43

5.2.1 Paramètres aquatiques 43
5.2.2 Paramètres terrestres 43

5.3 Gestion sylvicole dans les bois du Jorat 45

5.3.1 Caractérisation des massifs forestiers 46

5.4 Assèchement des plans d'eau 46

6. Mesures 47

6.1 Objectifs des mesures 47

6.1.1 Renforcer la population de Sonneurs à ventre jaune 47
6.1.2 Développer les populations des autres espèces présentes 47

6.2 Propositions de mesures 47

7. Conclusion et perspectives 50

8. Bibliographie 51

8.1 Références consultées 51
8.2 Autres références 55

8.2.1 Bases légales 55
8.2.2 Sites internet 56
8.2.3 Communications personnelles 56

Liste des Figures

L'intégralité des figures et tableaux sont de source personnelle.

Figure 1 : Carte de situation……3
Figure 2 : GPS……12
Figure 3 : Installation des nasses……14
Figure 4 : Récolte des nasses……14
Figure 5 : Plans d'eau découverts……17
Figure 6 : Surfaces des 53 plans d'eau……19
Figure 7 : Profondeurs des 53 plans d'eau……19
Figure 8 : Plan d'eau n°44……19
Figure 9 : Plans d'eau et eau courante……20
Figure 10 : Plans d'eau et ouverture de la canopée……20
Figure 11 : Grenouille rousse adulte……21
Figure 12 : Larve de Triton alpestre……21
Figure 13 : Têtard de crapaud commun……21
Figure 14 : Sonneur à ventre jaune adulte……21
Figure 15 : Nombre de plans d'eau en fonction de la richesse spécifique……22
Figure 16 : Fréquence des espèces inventoriées……22
Figure 17 : Valeurs des plans d'eau……23
Figure 18 : Habitats terrestres et strate herbacée……24
Figure 19 : Habitats terrestres et strate arbustive……24
Figure 20 : Habitats terrestres et part de résineux……25
Figure 21 : Placettes dominées par des résineux……25
Figure 22 : Habitats terrestres et densité des espèces arborées……25
Figure 23 : Diamètres moyens des espèces arborées……26
Figure 24 : Variances des diamètres des espèces arborées……26
Figure 25 : Modes des diamètres des espèces arborées……26
Figure 26 : Habitats terrestres et volume de bois mort……27
Figure 27 : Diamètres moyens du bois mort……27
Figure 28 : Habitats terrestres et coupes forestières……27
Figure 29 : Surfaces des plans d'eau et richesse spécifique……28
Figure 30 : Profondeurs des plans d'eau et richesse spécifique……29
Figure 31 : Eau courante et richesse spécifique……29

Figure 32 : Ouverture de la canopée et richesse spécifique……..……30
Figure 33 : Strate herbacée et richesse spécifique……..31
Figure 34 : Strate arbustive et richesse spécifique…….....32
Figure 35 : Résineux et richesse spécifique……..32
Figure 36 : Densités et richesse spécifique……...33
Figure 37 : Diamètre moyen et richesse spécifique……..……...33
Figure 38 : Variances des diamètres et richesse spécifique..……34
Figure 39 : Modes des diamètres et richesse spécifique……35
Figure 40 : Volumes de bois mort et richesse spécifique……35
Figure 41 : Diamètres moyen et richesse spécifique……..……36
Figure 42 : Coupe forestière et richesse spécifique..……..……36
Figure 43 : Surfaces des plans d'eau et assèchement……37
Figure 44 : Profondeurs et assèchement……...……...38
Figure 45 : Eau courante et assèchement……38
Figure 46 : Ouverture de la canopée et assèchement……..……..39
Figure 47 : Plans d'eau n°52……40
Figure 48 : Têtards de crapaud commun dans le plan d'eau n°52……40
Figure 49 : Plan d'eau n°75……..……..41
Figure 50 : Plan d'eau n°44……...……..41
Figure 51 : Sonneur à ventre jaune dans le plan d'eau n°44……..41
Figure 52 : Peuplement pur de résineux……44
Figure 53 : Pièces de bois coupées récemment……..……44
Figure 54 : Peuplements dominés par les feuillus……45

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Paramètres utilisés pour caractériser les plans d'eau……13
Tableau 2 : Paramètres utilisés pour caractériser les habitats forestiers……..15
Tableau 3 : Nombre de plans d'eau par types……..……...18
Tableau 4 : Plans d'eau inventoriés……21
Tableau 5 : Mesures, descriptions et espèces cibles……..……...48
Tableau 6 : Recommandation pour les mesures……..49

1. Introduction

1.1 Contexte & problématique

Selon l'UICN, environ un tiers des amphibiens est menacé d'extinction dans le Monde (IUCN, 2008). De son côté, la Suisse ne fait pas exception. Sur les 21 espèces présentes dans le pays, 14, soit environ 70%, sont inscrites sur liste rouge (Schmidt & Zumbach, 2005). Après le constat de cette situation alarmante, une prise de conscience a eu lieu. Ainsi, toutes les espèces présentes dans le pays sont protégées par l'article 20 de l'Ordonnance sur la Protection de la Nature et du Paysage (Suisse, 1991). Les causes de ce déclin sont multiples mais on peut citer notamment la destruction des habitats, la fragmentation des populations, les pollutions ou encore l'expansion d'espèces exotiques (Vitt & Caldwell, 2013 ; Cushman, 2006 ; Gardner, 2001).

Comme leur nom l'indique, la plupart des amphibiens sont dépendants de deux types de milieux différents, à savoir le milieu terrestre et le milieu aquatique, pour au moins une partie de leur cycle de vie (Vitt & Caldwell, 2013). En Suisse, l'ensemble des espèces, à l'exception notable du groupe des grenouilles vertes (*Pelophylax sp. Aggr*), passe la majeure partie de l'année hors de l'eau (Meyer & al, 2009). Même si les besoins varient d'une espèce à l'autre, la qualité des milieux terrestres reste capitale pour le maintien des populations d'amphibiens. C'est pourquoi de nombreuses études ont été réalisées afin d'améliorer les connaissances sur les exigences terrestres des amphibiens (Werner & al, 2007 ; Indermaur & Shmidt, 2011). Elles ont notamment dévoilé une sensibilité différente en fonction de l'espèce. De plus, il est apparu que certaines espèces sont tributaires des milieux forestiers alors que d'autres sont tributaires des milieux plus ouverts. Cependant, le lien entre gestion sylvicole et communautés de batraciens, encore peu étudié en Suisse, reste flou.

L'un des objectifs de ce travail est d'obtenir des informations supplémentaires à ce sujet. Pour ce faire, les communautés de batraciens des bois du Jorat, au nord de Lausanne (canton de Vaud), ont été inventoriées. Ensuite, leurs relations avec la gestion forestière ont été explorées.

1.2 Objectifs

1.2.1 Objectif principal

- **Elaborer des recommandations d'aménagement et de gestion en faveur des batraciens pour les plans d'eau et les habitats forestiers du massif du Jorat.**

1.2.2 Objectifs secondaires

Ces sous-objectifs permettront d'atteindre l'objectif principal :

- Localiser et décrire les plans d'eau de reproduction de batraciens dans le massif du Jorat.
- Inventorier les communautés de batraciens qui s'y reproduisent.
- Caractériser les massifs forestiers alentours, puis explorer les facteurs influençant les populations de batraciens.

2. Etat de la connaissance

2.1 Zone d'étude

2.1.1 Les bois du Jorat

L'étude prend place dans le Jorat, une région située dans le canton de Vaud, au nord de Lausanne (cf. figure 1). Essentiellement composée de massifs forestiers et de quelques terres agricoles, son altitude s'étend de 700 à 900 mètres environ. Actuellement, les massifs forestiers du Jorat sont principalement le théâtre d'activités sylvicoles ainsi que d'une fréquentation du public (Association Jorat, 2014). La sylviculture*, pratiquée intensivement depuis de nombreux siècles, a entrainé une modification importante des milieux. En effet, en raison de son important rendement, l'épicéa (*Picea abies*, L. H. Karst, 1881) a été planté massivement dès le début du XX^{ème} siècle (Association Jorat, 2015). Ainsi, les peuplements* dominés à l'origine par les feuillus, notamment le hêtre (*Fagus sylvatica*, L. 1753), se sont progressivement modifiés pour contenir une majorité de résineux. Ces dernières décennies, les pratiques sylvicoles ont évolués pour favoriser une diversité des milieux et des stades de développement. Cependant, la part de résineux dans les bois du Jorat est dominante et généralement comprise entre 60% et 80% (Association Jorat, 2015).

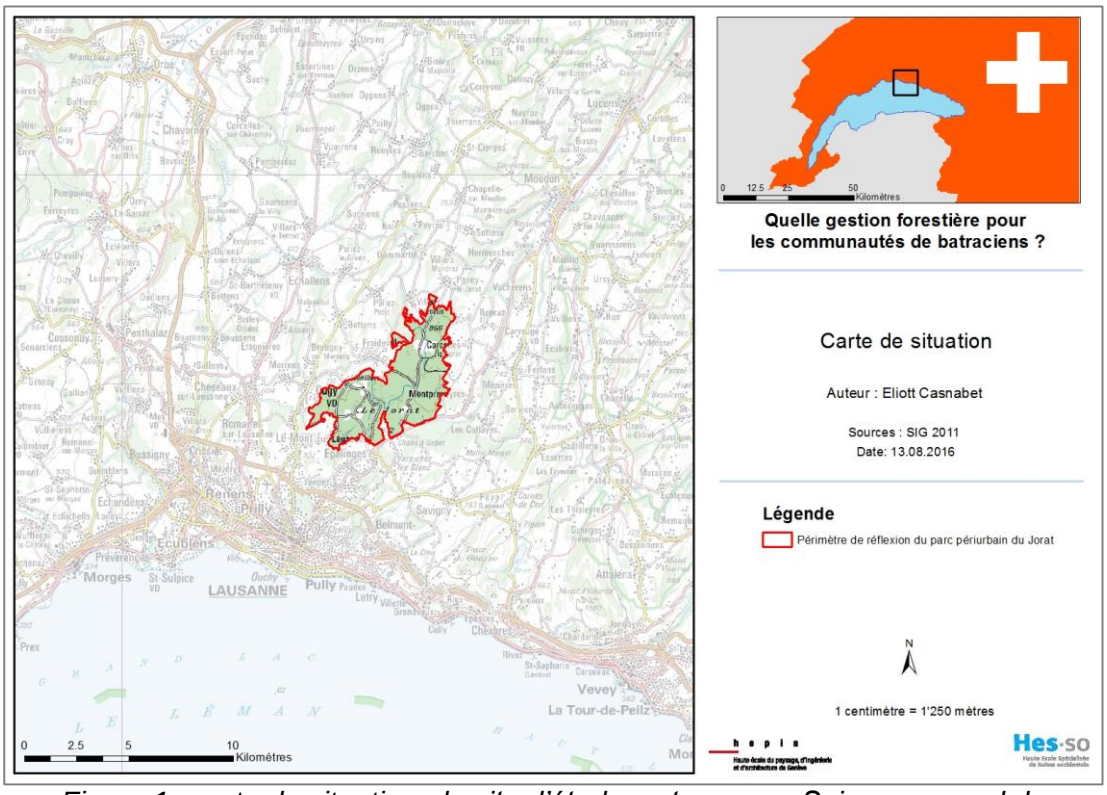


Figure 1 : carte de situation ; le site d'étude se trouve en Suisse, au nord de Lausanne (canton de Vaud)

Afin d'optimiser la production forestière, un réseau de fossés de drainage a été construit au XIX^{ème} siècle (Association Jorat, 2015). Ces drains ont eu une conséquence directe sur les milieux en les asséchant et en entraînant la disparition de nombreuses zones humides lentiques* (Lausanne, 2016). Par contre, avec plus de 50 km linéaires, le réseau de ruisseaux est bien développé.

2.1.2 Projet de parc périurbain

En 2012, 13 communes possédant des parcelles dans le Jorat ont débuté le projet de création d'un parc naturel périurbain. En résumé, un parc naturel périurbain est un parc se situant à moins de 20 kilomètres d'une ville et dont les objectifs principaux sont, selon l'article 23*h* de la LPN, la conservation des valeurs naturelles dans la zone centrale et la découverte de la Nature, ainsi que les loisirs, dans la zone périphérique (Suisse, 1966). Au total, le périmètre de réflexion du parc est de 2'213 ha, dont 2'065 ha de forêts et 148 ha de terres agricoles. Après le dépôt du dossier de candidature au printemps 2015, la Confédération a validé le projet en automne de la même année (Association Jorat, 2015). La phase de création du parc a donc commencé et devrait se terminer en 2019. Parmi les projets qui devront être réalisés pendant cette période, deux (projets A et B) concernent les données biologiques et la recherche scientifique (Association Jorat, 2014).

De plus, l'un des trois objectifs stratégiques du parc concerne directement la sylviculture. Cet objectif est le suivant :

Garantir l'efficacité de la fonction tampon de la zone de transition, notamment par des pratiques sylvicoles exemplaires.

En ce sens, les informations sur les liens entre gestion sylvicole et populations de batraciens pourront contribuer à définir des pratiques sylvicoles adaptées.

2.2 Amphibiens de Suisse et de la région d'étude

2.2.1 Présentation succincte des amphibiens suisses

En Suisse, on compte, en théorie, 21 espèces de batraciens. Cependant, parmi ces espèces, deux n'ont pas été observées depuis plusieurs décennies (karch, 2016) et une, la Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*, Pallas 1771) est exotique et a été introduite au XX^{ème} siècle. Cette espèce s'hybride régulièrement avec une grenouille locale, la Grenouille de Lessona (*Pelophylax Lessonae*, Camerano 1882) pour donner naissance

à la grenouille verte (*Pelophylax* kl. *esculentus*, Linnaeus 1758) (Patrelle, 2010). Espèces à la morphologie très semblable, elles sont souvent rassemblées dans le groupe des grenouilles vertes, comme ce sera le cas dans cette étude. Enfin, le Crapaud vert (*Bufotes viridis viridis*, Laurenti 1768), historiquement présent au Tessin, est considéré comme éteint en Suisse depuis les années 2000 (Schmidt & Zumbach, 2005). La liste des espèces et leur statut de menace est consultable sur le site internet du karch.

Comme la majorité des batraciens dans le Monde, les batraciens suisses ont un cycle vital biphasique, se décomposant en une phase terrestre et une phase aquatique (Vitt & Caldwell, 2013). Ne possédant pas de sac amniotique, les œufs des batraciens ne sont pas protégés de la dessiccation* (Vitt & Caldwell, 2013). C'est pourquoi les batraciens suisses, ovipares* à l'exception des deux salamandres, doivent pondre leurs œufs dans les milieux aquatiques.

Au printemps, ils rejoignent donc les plans d'eau afin de s'y reproduire (Semlitsch & Skelly, 2007). Ces déplacements, variant de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres, sont appelés les migrations prénuptiales ou printanières (Biosfera, 2006) et peuvent débuter dès février (Meyer & al, 2009). Certaines espèces, comme la Grenouille rousse (*Rana temporaria temporaria*, Boulenger 1879) ou le Crapaud commun (*Bufo bufo*, Linnaeus 1758), effectuent la migration prénuptiale très tôt, massivement et restent peu de temps dans les plans d'eau. On les appelle des espèces printanières (com. pers. Thiébaud, 2012). D'autres, comme le Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata variegata*, Linnaeus 1758) ou le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*, Laurenti 1768) migrent plus tardivement, sur une période plus longue et de manière plus dispersée (LPO & GHRA, 2015). C'est généralement le cas chez les espèces pionnières (com. pers. Thiébaud, 2012). Ces deux stratégies doivent être prises en compte lors des inventaires.

Les sites de ponte peuvent être très variés entre les espèces ou au sein d'une même espèce. Ils peuvent être de petite taille (ornière, fossé) ou de plus grande taille (mare*, étang*, marais*, etc.), permanents ou temporaires, riches ou pauvres en éléments nutritifs, etc. (Meyer & al, 2009). Une fois dans le plan d'eau, la reproduction peut avoir lieu. Les mâles anoures* attirent les femelles grâce à des cris, différents entre chaque espèce. Il est ainsi possible de les identifier sans observation directe. De leur côté, les mâles urodèles*, pourvus lors de la période de reproduction d'une livrée nuptiale*, séduisent les femelles grâce à une parade parfois très complexe, comme c'est le cas chez le Triton crêté (*Triturus cristatus*, Laurenti 1768).

En général, les batraciens sont le plus actif lors de nuits douces (T°C>4°C) et pluvieuses (LPO & GHRA, 2015). Cependant, certaines espèces, comme la Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*, Linnaeus 1758), peuvent également être actives de jour par temps pluvieux et après une période de sècheresse (karch, 2015 ; com. pers. Thiébaud, 2013).

2.2.2 Facteurs influençant leur présence

Dans ce chapitre, un rapide tour d'horizon des connaissances concernant les facteurs influençant la présence et l'abondance des amphibiens sera présenté. Cet exposé ne se veut en aucun cas exhaustif et se concentre sur les milieux forestiers. Les exigences relatives à l'habitat aquatique, à l'habitat terrestre puis à la connectivité seront exposées.

2.2.2.1 Facteurs relatifs à l'habitat aquatique

- **Aspects structurels des plans d'eau :** d'une manière générale, la surface d'un plan d'eau semble corrélée avec la richesse spécifique et avec l'abondance. Ainsi, plus l'étang est grand, plus on pourra y trouver d'espèces (Werner & al, 2007). Cependant, dans des étangs de plus faible surface peuvent se trouver des espèces plus rares (Meyer & al, 2009). Par exemple, le Sonneur à ventre jaune, classé comme En Danger en Suisse, se rencontre surtout dans des plans d'eau de petite taille tels que les ornières ou fossés (Mermod & al, 2010). La profondeur a également une influence sur la richesse spécifique. Selon les spécialistes du karch, la profondeur ne doit pas excéder 50 cm pour les plans d'eau inférieurs à 100 m^2 et ne doit pas excéder 150 cm pour les étangs plus grands (ProNatura, 2013). De plus, selon le karch également, des étangs dont la structure des berges et du fond sont plus diversifiés peuvent accueillir plus d'espèces.

- **Qualité physico-chimique de l'eau :** les amphibiens possédant une respiration cutanée* et une peau constituée de peu de couches de cellules (Vitt & Caldwell, 2013), ils sont très sensibles à la qualité physico-chimique de l'eau. Les pollutions peuvent avoir des effets dévastateurs sur les communautés d'amphibiens (Hayes & al 2010). Un pH acide semble également avoir des effets négatifs, notamment sur la reproduction, mais on peut noter que certaines espèces sont plus résistantes que d'autres (Dolmen & al, 2008). L'arrivée d'intrants* d'origine agricole, tels que les pesticides, ont également une influence néfaste, surtout chez les têtards (Piha, 2006).
- **Prédation :** la présence d'espèces ou de groupes d'espèces prédatrices des amphibiens peut limiter leur présence et leur développement. Parmi ces prédateurs, on peut citer les poissons, qui se nourrissent aussi bien d'adultes que de larves (Knapp &

Matthews, 2000). Il est à noter que l'effet des poissons est plus important lorsque ceux-ci sont introduits (Meinich, 2008 ; Kats & Ferrer, 2003). En les côtoyant, les poissons peuvent également transmettre des maladies aux amphibiens (Kiesecker & al, 2001).

- **Végétation :** utilisée comme support pour les pontes de plusieurs espèces, comme les tritons ou la Grenouille agile (*Rana dalmatina*, Bonaparte 1840), la végétation immergée est utile pour les batraciens (karch, 2016). De plus, elle permet un abri et un apport de nourriture, soit directement pour les larves détritivores*, soit en accueillant des micro-invertébrés qui seront consommés par les batraciens adultes et les larves carnivores (Sonnay, 2012 ; Hamer & McDonnell, 2008).
- **Eau courante :** la Salamandre tachetée met au monde ses larves de préférence dans des cours d'eau ou dans des plans d'eau possédant un écoulement (karch, 2012). De plus, lors de son travail de master, Vincent Sonnay a pu observer que la présence d'une eau courante dans un plan d'eau semble aussi favorable à d'autres espèces d'amphibiens (Sonnay, 2012).
- **Canopée* :** la canopée a deux influences sur les communautés de batraciens. Tout d'abord, elle diminue la quantité de lumière atteignant le plan d'eau, ce qui diminue la photosynthèse et la production primaire*, réduisant ainsi la disponibilité en nourriture pour les amphibiens (Colburn, 2004 ; Sonnay, 2012). De plus, la canopée entraîne un enrichissement du plan d'eau en matière organique, ce qui est généralement néfaste pour les batraciens (McCormick & Laing, 2003).

2.2.2.2 Facteurs relatifs à l'habitat terrestre

- **Interventions forestières :** de nombreuses études semblent prouver que les interventions forestières peuvent avoir un impact négatif sur les communautés de batraciens, notamment en entraînant une perte d'habitats et une diminution de la nourriture disponible (Owens, et al., 2008 ; Semlitsch & Skelly, 2007). De plus, la disparition du couvert forestier déclenche un ensoleillement nocif pour plusieurs espèces de batraciens (Feder, 1983). Dans leur étude publiée dans *Conservation Biology*, P. Demaynadier et M. Hunter affirment que les salamandres sont spécialement sensibles aux coupes forestières (Demaynadier & Hunter, 1998).
- **Bois mort :** grâce aux abris qu'il offre, notamment pour la période hivernale, à l'humidité qu'il pourvoie et à la microfaune qui l'accompagne, le bois mort est un paramètre essentiel pour le maintien des batraciens forestiers (Indermaur & Shmidt, 2011). D'ailleurs, le volume de bois mort est un indicateur pour estimer la biodiversité forestière, tant au niveau européen (EEA, 2007) qu'au niveau suisse (E10) lors du Monitoring de la Biodiversité (OFEV, 2009).

- **Résineux :** comme écrit précédemment, un pH trop acide d'un plan d'eau peut avoir un impact négatif sur les communautés de batraciens. Cela est également le cas pour les milieux terrestres. Or, il est prouvé que la présence de résineux, notamment en peuplement pur, provoque une acidification du substrat (Arpin & Ponge, 1986 ; Bonneau, et al., 1979). La présence trop importante de résineux est donc préjudiciable pour les amphibiens. Une étude effectuée sur la richesse spécifique de l'herpétofaune* en milieu forestier, en Arkansas, Etats-Unis, vient appuyer cette affirmation (Loehle, et al., 2005).
- **Structure verticale de la végétation :** en diversifiant les microhabitats et la microfaune, les strates de végétation sont favorables aux batraciens (Smith & Sutherland, 2014).
- **Drainage :** dans le Monde entier, le drainage a causé une nette régression des zones humides (OECD & IUCN, 1996). Même si on pense souvent aux zones agricoles, les forêts n'ont pas été épargnées par ce drainage compulsif. Cet assèchement a un impact très négatif sur les communautés de batraciens (Suislepp, 2011)**.**

2.2.3 Méthodes d'inventaire

Pour cette partie, les sources principalement utilisées sont l'ouvrage *Measuring and monitoring Biological Diversity, standard methods for Amphibians* (Heyer, 1994), les rapports *Inventory methods for Pond-breeding Amphibians and Painted Turtle* (Ministry of Environment, 1998) et *Méthodes d'inventaire et d'identification des Amphibiens* (Miaud, 2005), la section d'ouvrage *Sampling Amphibians and Reptiles* (Eekhout, 2010) et l'expérience personnelle acquise lors des projets effectués pour l'association *Antenne Genevoise du karch* (karch-ge). Au regard des objectifs de l'étude et du temps à disposition, seules les méthodes pour obtenir des informations concernant la richesse spécifique sont présentées.

2.2.3.1 Standardisation

Il existe plusieurs manières de standardiser un inventaire :

- **Contrainte temporelle :** le concept est d'effectuer l'inventaire de chaque site en y passant le même temps. Il est nécessaire de revenir plusieurs fois sur les sites car cette méthode est influencée par les conditions météos, l'heure et la saison. Le nombre d'espèces inventoriées peut dépendre de l'expérience de l'observateur. Le principal inconvénient est l'aspect chronophage de cette méthode.

- **Contrainte de surface :** ici, l'inventaire se concentre sur un espace donné plutôt que sur une durée. Au même titre que la contrainte temporelle, les conditions météos, l'heure et la saison influencent le nombre d'espèces observées.
- **Echantillonnage par quadrat :** des surfaces, dans lesquelles les inventaires seront effectués, sont choisies de manière systématique ou aléatoire. Elles peuvent être de petite taille, lorsque la répartition de l'espèce cible est dense, ou de grande taille lorsque les individus sont dispersés. Cette méthode demande beaucoup de temps.
- **Echantillonnage par transect :** une ligne de déplacement est choisie et tous les individus rencontrés sur la ligne ou à une distance proche sont pris en compte. L'intérêt principal est d'observer la diversité spécifique le long d'un gradient environnemental. Si la zone d'étude est homogène, il conseillé d'utiliser la méthode par quadrat.

2.2.3.2 Les méthodes actives

- **Observation visuelle (Visual Encounter Survey) :** cette méthode permet d'obtenir des informations sur la richesse spécifique et l'abondance. Elle part de l'hypothèse que toutes les espèces ont la même chance d'être observées, que chaque individu est croisé seulement une fois et que chaque observateur a la même chance de trouver les espèces.
- **Ecoute des chants (Audio Strip ou Call Survey) :** chez la plupart des espèces d'anoures, les mâles utilisent les chants pour « séduire » les femelles. Le principe de cette méthode est de compter les chants afin d'obtenir des informations sur l'abondance des mâles et par extrapolation des adultes, ainsi que des informations sur la richesse spécifique. Cette méthode peut également être utilisée pour acquérir des connaissances relatives à l'utilisation des habitats et microhabitats et relatives à la phénologie des espèces.
- **Comptage des pontes :** cette méthode, effectuée lors de la période de reproduction, permet d'acquérir des informations concernant la richesse spécifique et/ou l'abondance d'une espèce. Cette méthode est communément utilisée pour les anoures. Les urodèles pondant des œufs isolés, accrochés à la végétation, il est difficile de les trouver.
- **Pêche à l'épuisette :** cette méthode consiste à marcher dans les plans d'eau et à capturer les individus rencontrés. Elle peut être utilisée lorsqu'une reconnaissance à distance n'est pas possible ou lorsqu'une détermination du sexe (même si pour les tritons une détermination à distance peut être effectuée) ou du stade de développement est souhaitée.

2.2.3.3 Les méthodes passives

Il est très difficile d'effectuer des inventaires terrestres d'amphibiens car ceux-ci sont très discrets. Même si des inventaires par piège ont déjà été effectués, le temps nécessaire ne vaut pas les données obtenues. Il reste donc une méthode passive d'inventaire : la capture par piège dans le plan d'eau. Pour ce faire, on peut utiliser des nasses*. Ces dernières sont installées dans l'eau le soir et relevées le matin. Elles permettent de capturer des larves aussi bien que des adultes, et apportent des informations relatives à la richesse spécifique, l'abondance et le succès de reproduction. Il est nécessaire d'effectuer les relevés dès le lever du soleil afin d'éviter une prédation des organismes capturés.

2.2.4 Données existantes dans les bois du Jorat

Afin de savoir quelles espèces sont susceptibles d'être rencontrées sur le site, les données du CSCF ont été utilisées. Une partie de ces données a été obtenue directement sur leur site internet (CSCF, 2016). Sur le site, il n'est pas possible d'avoir les coordonnées exactes mais seulement en carrés kilométriques de 5x5. Une demande a donc été faite afin d'obtenir des données plus précises.

Voici la liste des espèces recensées dans le Jorat et ses alentours :

- **Crapaud commun** : dernière observation 2015.
- **Grenouille rieuse** : dernière observation 2013.
- **Grenouille rousse** : dernière observation 2015.
- **Salamandre tachetée** : dernière observation 2012.
- **Sonneur à ventre jaune** : dernière observation 2010.
- **Triton alpestre** : dernière observation 2015.
- **Triton palmé** : dernière observation 2012.

Comme on peut le voir en annexe 1, aucune observation dans le périmètre d'étude n'a été transmise au CSCF. Cela montre les lacunes sur les données biologiques du secteur.

Le Crapaud commun et la Grenouille rousse sont deux espèces printanières dont la migration, massive, débute entre février et avril. Bien que les adultes ne restent que peu de temps dans les plans d'eau, leurs pontes sont visibles pendant plus d'un mois. Pour recenser ces deux espèces, il n'est donc pas essentiel d'effectuer un inventaire lorsque

les adultes sont présents. Cependant, il doit avoir lieu avant la disparition complète des pontes, soit pendant le mois d'avril.

Contrairement à celles de la Grenouille rousse et du Crapaud commun, les migrations des tritons sont plus tardives et plus étendues dans le temps. De plus, les tritons adultes restent généralement plusieurs mois dans les plans d'eau. Ainsi, leur recensement a le plus souvent lieu en mai ou en juin, par observation visuelle ou pêche à l'épuisette. Il est également possible d'effectuer un inventaire passif, à l'aide de nasses, en juin ou juillet pour capturer les adultes ou les larves.

Le Sonneur à ventre jaune, quant à lui, peut se rencontrer dans les plans d'eau de mars à septembre, par nuits chaudes (T°C>15-20°C). Il peut également être visible en journée. Pour cette espèce, les inventaires ont habituellement lieu de juin à septembre par observation visuelle ou écoute des chants.

2.2.5 Début des migrations prénuptiales

Selon une étude, effectuée à environ 4 km au sud du site d'étude, le début des migrations prénuptiales (lorsque 5% des individus ont rejoint le site de ponte) commence lorsque la température moyenne journalière est de 10-11°C par temps sec et 5-6°C par temps humide (Leresche & al, 2009). Grâce au site internet prevision-meteo.ch, les données climatiques moyennes journalières à Villars-Tiercelin, village proche du site d'étude, ont pu être obtenues. En analysant ces données on peut supposer que les migrations prénuptiales de 2016 ont commencé dès le mois d'avril.

3. Démarche méthodologique

Pour ce travail, la démarche méthodologique pour l'obtention des résultats s'est construite en cinq étapes :

1. Recherche et description des plans d'eau
2. Inventaire des batraciens
3. Caractérisation des massifs forestiers
4. Traitement et analyse des résultats

3.1 Recherche et description des plans d'eau

3.1.1 Recherche des plans d'eau

Cette première phase a été effectuée sur le terrain, les 11, 17 et 19 février. Une carte, au 1/25'000, contenant les zones à humidité élevée, le réseau hydrographique, les courbes de niveau (5 m) ainsi que les gouilles et mouilles déjà connues, a été utilisée (cf. annexe 2). Les zones les plus adaptées, soit celles à forte humidité et relativement plates ou situées dans des talwegs, ont été parcourues. A l'aide d'un GPS (cf. figure 2), les coordonnées GPS de chaque plan d'eau susceptible d'accueillir des batraciens ont été notées. Même si elles risquaient de s'assécher rapidement, les ornières et gouilles de très petites tailles (inférieures à 5 m^2) ont également été prises en compte car elles sont propices à la reproduction du Sonneur à ventre jaune notamment.

Figure 2 : deux GPS Garmin ont été utilisées pour chaque étape du terrain

3.1.2 Description des plans d'eau

Afin de faciliter l'analyse des données, les paramètres sélectionnés correspondent essentiellement à des variables quantitatives et non qualitatives (cf. tableau 1). La fiche de terrain utilisée pour décrire les plans d'eau est disponible en annexe 3.

Tableau 1 : paramètres utilisés pour caractériser les plans d'eau

Phase	Paramètres	Unité
Terrain	Surface	m^2
	Profondeur maximum	cm
	Présence d'eau courante	-
	Ouverture de la canopée à la verticale des plans d'eau	%
	Présence de poissons	-

3.2 Inventaire des batraciens

3.2.1 Méthodologie d'inventaire

Les inventaires ont été réalisés en trois sessions, d'avril à juillet. Lors de ces sessions, l'espèce et le stade de développement ont été notés. Chaque session, répondant à des objectifs différents, était décomposée en 2 visites :

1ère session : les cibles de cette session sont les espèces dites printanières, soit le Crapaud commun et la Grenouille rousse. Un passage de jour a été réalisé afin de compter les pontes. L'observation directe d'individus a également été notée. Le matériel utilisé pour ce passage comprend un GPS avec les coordonnées des plans d'eau, les fiches d'inventaires (cf. annexe 4), une lampe de poche, des bottes et une épuisette. Cette session s'est déroulé les 15 et 17 avril.

2ème session : les cibles de cette session sont les larves et les retardataires de la session précédente ainsi que les différentes espèces d'urodèles susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude. Les inventaires se sont déroulés dès la tombée de la nuit, sous forme d'observations directes. Le matériel utilisé pour ce passage comprend un GPS avec les coordonnées des plans d'eau, les fiches d'inventaires, une lampe de poche, des bottes et une épuisette. Cette session s'est déroulé les 10 et 15 mai.

3ème session : les cibles de cette session sont surtout les tritons et le Sonneur à ventre jaune. Chaque plan d'eau a une nouvelle fois été visité. De plus, des captures par nasses ont été exécutées dans les plans d'eau dont la profondeur, à cette période, était supérieure à 70 cm, soit sept au total. Cela afin de garantir l'efficacité des nasses. Les nasses ont été installées, à raison de cinq par plans d'eau, le soir et ont été relevées le lendemain matin, entre 8 et 10 heures. Le matériel utilisé comprend un GPS avec les cordonnées des plans d'eau, les fiches d'inventaire, une lampe de poche, des bottes, des nasses, et une fiche de détermination des larves d'amphibiens. Les nasses ont été fournies par l'association karch-GE. Cette session s'est déroulée les 29 juin et 05 juillet.

Figure 3 : 5 nasses par plan d'eau, équipées d'une bouteille PET pour permettre la respiration des animaux, ont été installées

Figure 4 : les nasses ont été récupérées chaque matin, en veillant à remettre à l'eau tous les organismes capturés

3.3 Caractérisation des habitats forestiers

3.3.1 Plans d'eau sélectionnés

Seuls les plans d'eau encore en eau lors de la deuxième session, soit le 15 mai, ont été pris en compte. En effet, un assèchement antérieur au mois de juin empêche les larves de se métamorphoser. Intégrer ces plans d'eau dans les analyses créerait donc un biais car l'absence de batraciens n'est pas liée à l'habitat terrestre. Les habitats forestiers de 26 plans d'eau ont été caractérisés. La fiche de terrain utilisée est disponible en annexe 5.

3.3.2 Périmètre considéré

Les paramètres ont été relevés dans un rayon de 200 m autour de chaque plan d'eau. Bien que les déplacements des amphibiens puissent s'effectuer sur de plus grandes distances, le temps, limité, n'a pas permis de considérer un rayon plus grand.

3.3.3 Prédicteurs sélectionnés

Afin de faciliter l'analyse des données, les paramètres sélectionnés correspondent essentiellement à des variables quantitatives et non qualitatives. Divers paramètres renseignant sur le degré de naturalité et influençant potentiellement la présence des batraciens ont été pris en compte.

Tableau 2 : paramètres utilisés pour caractériser les habitats forestiers

Phase	Paramètre	Unité
Terrain	Part de strate herbacée (<80 cm)	%
	Part de strate arbustive (< 8 m)	%
	Part de résineux	%
	Densité des espèces arborées (> 3 m)	ind/ha
	Moyenne des diamètres des espèces arborées	cm
	Variance des diamètres des espèces arborées	cm
	Mode des diamètres des espèces arborées	cm
	Volume de bois mort	m^3/ha
	Diamètre moyen du bois mort	cm
SIG	Part de coupe forestière postérieure à l'année 2000	%

Le but de la variance des diamètres est d'exprimer la diversité de chaque placette caractérisée. En effet, plus cette variance est importante, plus les diamètres sont dispersés autour de la moyenne. Pour cette étape, la méthodologie détaillée, basée sur celle de l'Indice de Biodiversité Potentielle (cf annexe 6) est disponible en annexe 7.

3.4 Traitement et analyses des données

3.4.1 Valeurs attribuées aux plans d'eau

Une note a été attribuée à chaque plan d'eau en fonction de la taille des populations et du degré de menace des espèces qu'il accueille. La méthode utilisée est disponible en annexe 8. Cette méthode a été basée sur celle utilisée pour l'inventaire des sites OBats (OFEV, 2012).

3.4.2 Facteurs influençant les communautés de batraciens et l'assèchement des plans d'eau

Pour les analyses, le classeur XLstats, développé par Rodney Carr (université de Deakin, Australie), a été utilisé. Les facteurs influençant potentiellement la richesse spécifique ont donc été explorés.

Le test de Shapiro-Wilk a été effectué afin de savoir si les prédicteurs pris en compte suivaient une loi normale. Aucune variable étudiée ne semblant suivre une loi normale, le test non paramétrique de Spearman a été réalisé pour les variables quantitatives. Pour les variables qualitatives, c'est le test de Mann-Whitney, également non paramétrique, qui a été utilisé.

Comme c'est couramment l'usage dans le domaine de la biologie, la valeur seuil considérée pour rejeter l'hypothèse nulle a été fixée à 0.05.

Même s'il aurait été intéressant d'étudier les facteurs influençant la présence de chaque espèce, cela n'a pas été fait. En effet, aucune espèce n'était présente dans 10 plans d'eau ou plus. La taille des échantillons était donc trop faible pour avoir une valeur statistique.

Pour les prédicteurs aquatiques, ces analyses ont été réalisées sur les 53 plans d'eau découverts dans le périmètre d'étude. Par contre, l'influence des prédicteurs terrestres a été évaluée uniquement sur les plans d'eau encore en eau le 15 mai, soit 26. En effet, l'absence de batraciens dans les plans d'eau asséchés est liée avant tout à la typologie de ces plans d'eau.

4. Résultats

4.1 Les plans d'eau du nord-Jorat

4.1.1 Plans d'eau découverts

Trois journées ont été nécessaires pour parcourir l'ensemble du périmètre d'étude. Au total, 75 plans d'eau ont été découverts dans la zone (cf. figure 5). Ces plans d'eau, de taille et d'origine variée, sont répartis dans l'ensemble du périmètre d'étude et regroupés dans les zones à forte humidité, généralement situées en bas de pentes. Les coordonnées de chaque plan d'eau, ainsi que leurs dates de découverte, sont disponibles en annexe 9. Une grande majorité des plans d'eau est situé dans des parcelles publiques (cf. annexe 10).

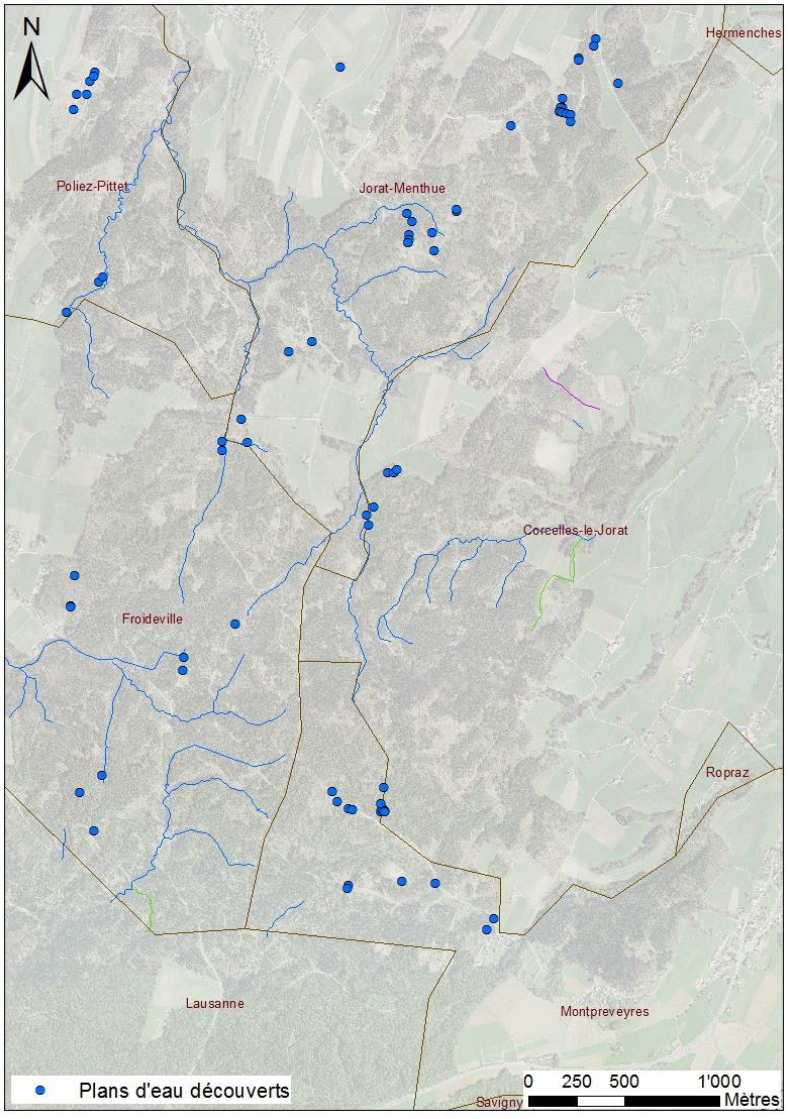


Figure 6 : 75 plans d'eau ont été découverts dans la zone d'étude, la plupart regroupés en amas

Ces plans d'eau, à l'origine majoritairement anthropique, ont été rassemblés en quatre catégories (cf. tableau 3), inspirées de la bibliographie et adaptées à l'étude.

Les **mares** sont caractérisées par une surface et une profondeur plus importante que les autres catégories. Dans cette étude, les plans d'eau considérés en tant que mares sont ceux d'une surface supérieure à 50 m^2 et d'une profondeur supérieure à 50 cm. Leur origine est anthropique et volontaire, certainement pour alimenter en eau le bétail, pour stocker l'eau drainée dans les surfaces sylvicoles et/ou pour renforcer l'infrastructure écologique du Jorat.

Les **fossés** sont définis par une structure linéaire et présentent des surfaces et profondeurs variables. Ils ont été excavés afin de collecter et/ou acheminer les eaux de surface.

Les **ornières** présentent une faible surface par rapport à leur profondeur. Leur origine est anthropique mais accidentelle. En effet, elles sont généralement creusées par le passage des engins forestiers. Il arrive souvent que plusieurs ornières se suivent. Dans ce cas-là, la surface a été additionnée et un seul plan d'eau a été inscrit sur la fiche.

Les **flaques** possèdent une surface variable et une faible profondeur, inférieure à 40 cm. Leur origine est, la plupart du temps, naturelle bien qu'elles puissent également être créées par les engins forestiers.

Ces différents plans d'eau, à la structure très variée, sont susceptibles d'accueillir différentes espèces de batraciens. Ainsi, selon la littérature, le Sonneur à ventre jaune privilégie en priorité les fossés, ornières et flaques alors que les autres espèces semblent moins dépendantes de la morphométrie. Ces types de plans d'eau sont présentés sur une carte en annexe 11.

Tableau 3 : nombre de plans d'eau par types

Type	Nombre
Mare	11
Fossé	18
Ornière	27
Flaque	19

4.1.2 Typologie des plans d'eau

Ce chapitre présente les paramètres des 53 plans d'eau du périmètre d'étude car la totalité a été inventoriée. Les digrammes en secteurs ci-dessous présentent, de manière synthétique, les données obtenues lors de cette phase. L'annexe 12 présente les valeurs détaillées des paramètres pris en compte.

4.1.2.1 Surface

La surface des plans d'eau varie de 0.2 m^2 à 300 m^2 (cf. figure 6), avec une moyenne de 27 m^2. De plus, comme le montre le diagramme ci-contre, plus de la moitié, soit 28, des plans d'eau découverts possèdent une surface inférieure ou égale à 5 m^2, un tiers (31%) une surface comprise entre 6 m^2 et 50 m^2, et moins d'un quart (16%) une surface comprise entre 51 m^2 et 300 m^2.

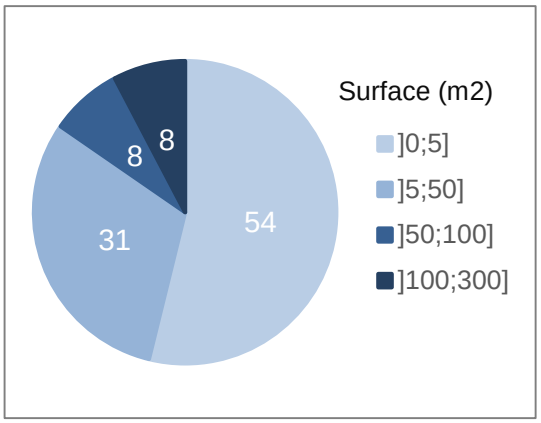


Figure 6 : surfaces des 53 plans d'eau

4.1.2.2 Profondeur

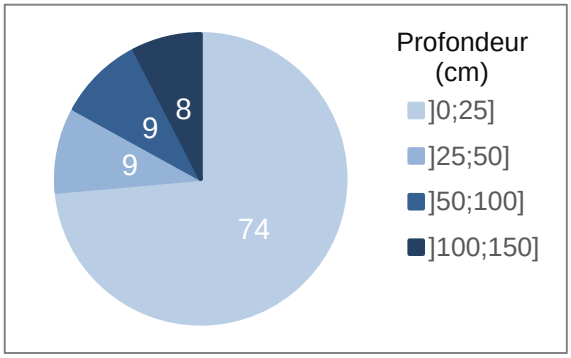


Figure 7 : profondeurs des 53 plans d'eau

La profondeur, quant à elle, varie entre 4 cm et 150 cm (cf. figure 7 et 8), pour une moyenne de 27 cm. 74% (39) des plans d'eau possèdent une profondeur inférieure à 25 cm, 9% une profondeur allant de 26 cm à 50 cm et 17% (9) une profondeur supérieure à 50 cm.

Figure 8 : plan d'eau n°44, l'un des plus profonds de la zone d'étude

Présence d'eau courante

La majorité des plans d'eau découverts sont stagnants (cf. figure 9). En effet, moins d'un tiers (26%) des plans d'eau est traversé par un écoulement d'eau.

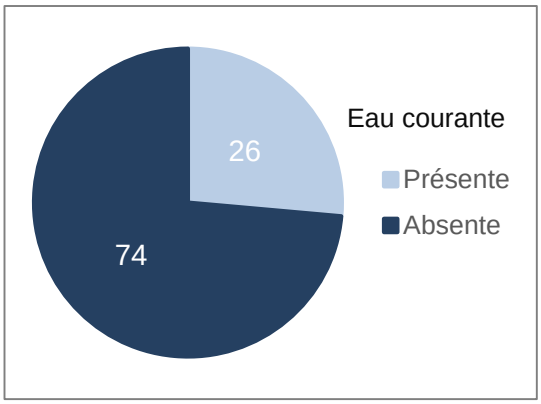


Figure 9 : 74% (39) des plans d'eau sont totalement stagnant

4.1.2.3 Ouverture de la canopée

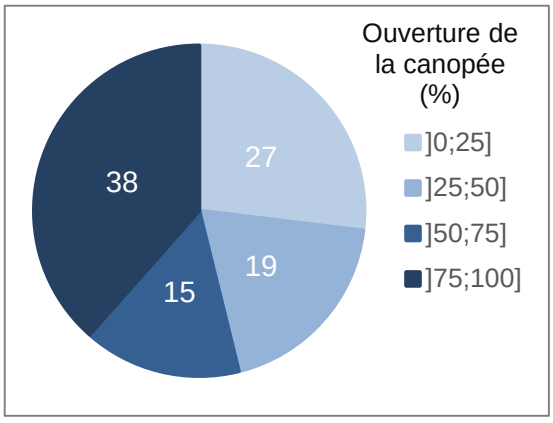


Figure 10 : l'ouverture de la canopée des 53 plans d'eau inventoriés est très variable

L'ouverture de la canopée s'étend de 0% à 100%, pour une moyenne de 56% (cf. figure 10). La canopée d'environ un quart (24%) des plans d'eau varie de 0% à 24%, celle de 9% varie entre 25% et 49% ainsi que de 50% à 74% et celle d'un tiers (32%) entre 75% et 100%.

4.1.2.4 Présence de poissons

Aucun poisson n'a été observé dans les plans d'eau prospectés. De plus, aucun poisson n'a été capturé dans les nasses installées dans certains plans d'eau. Il est donc probable que les plans d'eau inventoriés ne soient pas empoissonnés.

4.2 Communautés de batraciens

4.2.1 Adaptation du périmètre d'étude

Le temps imparti à cette étude ne permettant pas d'inventorier la totalité des plans d'eau découverts, le périmètre a été réduit pour contenir 53 plans d'eau au lieu de 75 (cf. tableau 4).

Tableau 4 : Plans d'eau inventoriés

Numéros de référence des plans d'eau inventoriés	Numéros de référence des plans d'eau non inventoriés
N°6 à 9	N°1 à 6
N°11 à 58	N°10
N°74 à 75	N°59 à 73

4.2.2 Espèces observées

4 espèces, dont deux en préoccupation mineure (LC), une vulnérable (VU) et une en danger (EN), au niveau national, ont été observées dans les plans d'eau (cf. annexe 13) :

- Grenouille rousse (cf figure 11) : LC
- Triton alpestre (cf figure 12) : LC
- Crapaud commun (cf figure 13) : VU
- Sonneur à ventre jaune ((cf figure 14) : EN

Figure 11 : Grenouille rousse adulte

Figure 12 : Larve de Triton alpestre

Figure 13 : Têtards de crapaud commun

Figure 14 : Sonneur à ventre jaune adulte

4.2.2.1 Occupation des plans d'eau

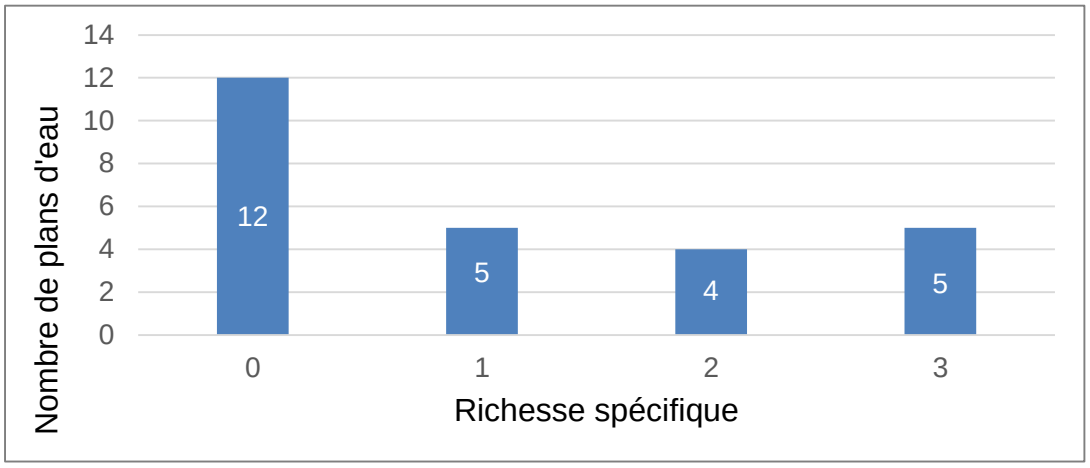


Figure 15 : nombre de plans d'eau en fonction de la richesse spécifique

La majorité des plans d'eau, soit 12 au total, n'est occupée par aucune espèce (cf. figure 15). 5 plans d'eau accueillent une seule espèce, 4 plans d'eau en accueillent 2 et les 5 derniers plans d'eau sont occupés par trois espèces. Aucun plan d'eau n'accueille la totalité des espèces. L'annexe 14 présente deux cartes de la richesse spécifique des plans d'eau.

4.2.2.2 Fréquence des espèces

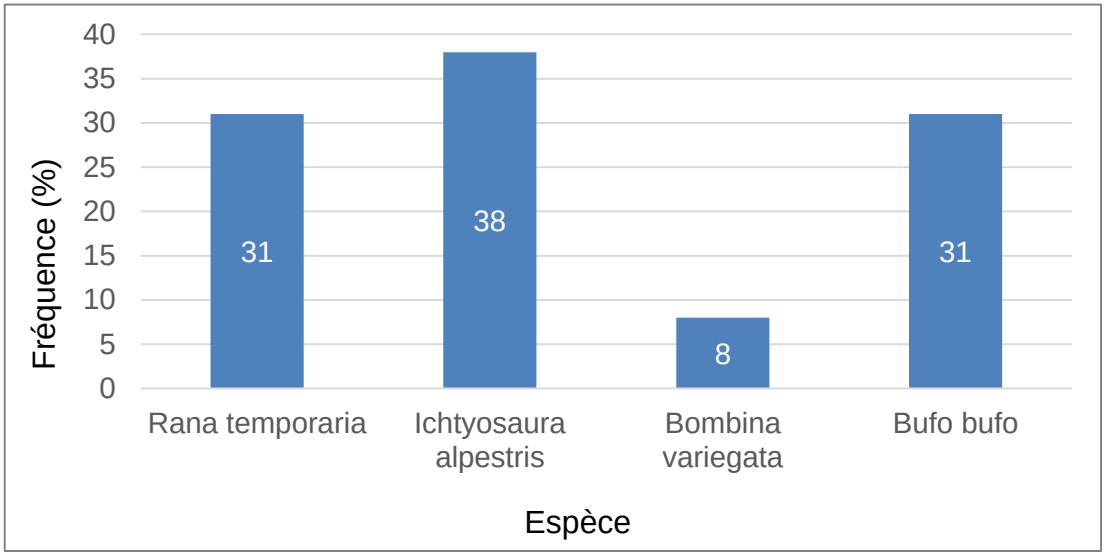


Figure 16 : Fréquence (%) des espèces inventoriées sur les 53 plans d'eau

Avec seulement 8% de plans d'eau occupés, soit deux au total, le Sonneur à ventre jaune est l'espèce la plus rare sur le site (cf. figure 16). Les trois autres espèces ont sensiblement la même fréquence, bien que le Triton alpestre soit présent dans deux plans d'eau de plus que la Grenouille rousse et le Crapaud commun.

4.2.3 Valeurs attribuées aux plans d'eau

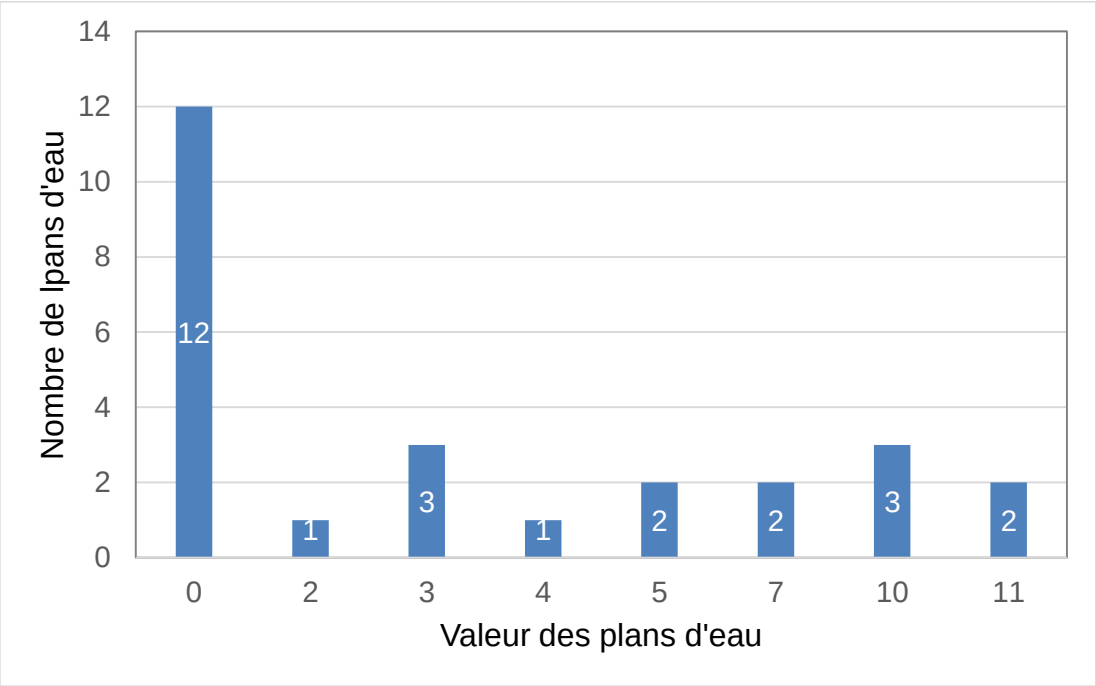


Figure 17 : nombre de plans d'eau en fonction de leurs valeurs

Logiquement, les 12 plans d'eau n'accueillant aucun batracien ont une valeur de 0 (cf. figure 17).

La moyenne des valeurs est de 5.5, avec 19 plans d'eau en-dessous de cette moyenne et 7 au-dessus. La valeur maximum, de 11, est atteinte par deux plans d'eau, à savoir les n°25 et n°40. 3 plans d'eau, les n°34, n°37 et n°44 atteignent une valeur de 10. On remarquera que, à l'exception du plan d'eau n°40 qui est un fossé, les plans d'eau les plus riches sont des mares.

L'annexe 15 présente la valeur des plans des plans d'eau inventoriés.

4.3 Habitats forestiers

L'emplacement des placettes est présenté en annexe 16. Pour des raisons de place, les données générales de l'ensemble des placettes ne sont pas présentées dans le rapport, elles sont cependant consultables dans l'annexe 17. Les données présentées ci-dessous concernent la moyenne effectuée entre les sept placettes de chaque périmètre.

4.3.1 Strate herbacée

La proportion moyenne de strate herbacée des placettes caractérisées varie de 27% à 90%, avec une moyenne de 46% (cf. figure 18). Aucun habitat terrestre ne possède une strate herbacée inférieure à 25% et la majorité (54%) possède une strate herbacée variant entre 25% et 50%. Environ un tiers (35%) possède une strate herbacée variant entre 50% et 75% et seulement 12% présentent une strate herbacée supérieur à 75%.

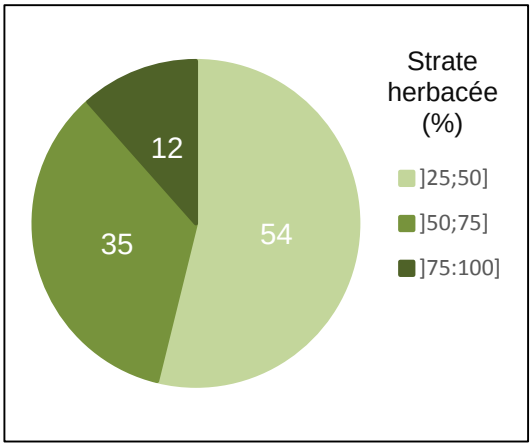


Figure 18 : 54% (14) des habitats terrestres possèdent une strate herbacée moyenne inférieure à 50%

4.3.2 Strate arbustive

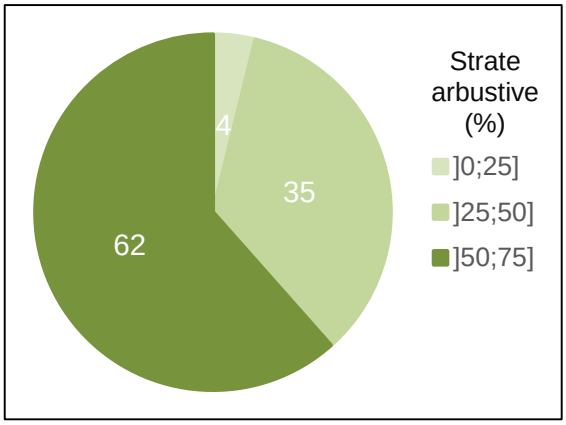


Figure 19 : 62% (16) des habitats terrestres possèdent une strate herbacée moyenne variant entre 50% et 75%

La proportion moyenne de strate arbustive présente dans les placettes caractérisées varie de 16% à 57%, avec une moyenne de 46% (cf. figure 19). 4% des habitats terrestres possèdent une strate arbustive inférieure à 25%, 35% une strate arbustive variant entre 25% et 50% et la majorité (62%) variant entre 50% et 75%. Aucun habitat terrestre ne possède une strate arbustive moyenne supérieure à 75%.

4.3.3 Part de résineux

Avec un minimum de 51%, un maximum de 82 % et une moyenne de 64%, les résineux sont nettement dominants dans l'ensemble du secteur étudié (cf. figure 20). Aucun habitat terrestre ne présente une part moyenne de résineux inférieure à 50%. 12% possèdent une part de résineux variant entre 50% et 75% et une grande majorité (88%) une part supérieure à 75%.

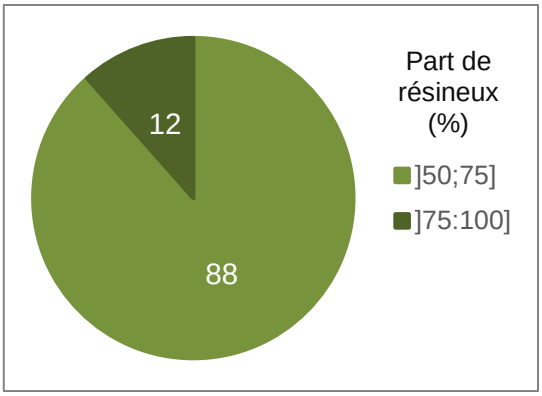


Figure 20 : l'ensemble des habitats terrestres présente une part moyenne de résineux supérieure à 50%,

Figure 21 : les résineux, notamment l'épicéa, sont dominants dans la majeure partie des périmètres caractérisés

4.3.4 Densité des espèces arborées

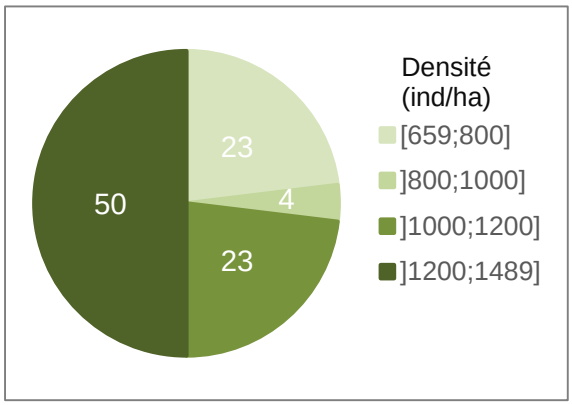


Figure 22 : densité moyenne des périmètres caractérisés

La densité moyenne des espèces arborées de plus de 3 m varie de 659 ind/ha à 1489 ind/ha, avec une moyenne de 1205 ind/ha (cf. figure 22). 23% des habitats ont une densité variant entre 659 ind/ha et 800 ind/ha, 4% entre 800 ind/ha et 1000 ind/ha et 23% entre 100 ind/ha et 1200 ind/ha. La moitié des habitats forestiers possèdent une densité supérieure à 1200 ind/ha.

4.3.5 Diamètre moyen des espèces arborées

Le diamètre moyen des espèces arborées varie entre 13 cm et 26 cm, pour une moyenne de 19 cm (cf. figure 23). 4% des habitats, soit un seul, présente un diamètre moyen inférieur à 15 cm. Une grande majorité (73%) des habitats possède des diamètres variant entre 15 cm et 20 cm et un peu moins d'un quart (23%) possède des diamètres moyens supérieurs à 20 cm.

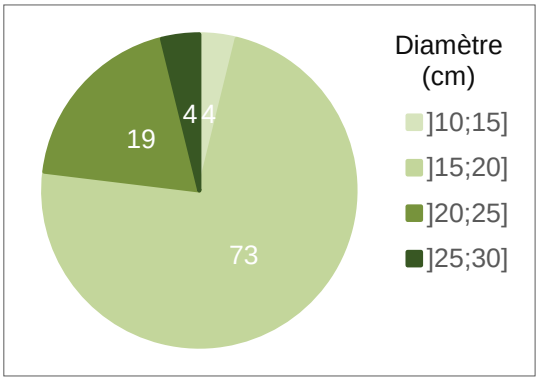


Figure 23 : plus des ¾ (22) des habitats ont une diamètre moyen inférieur à 20 cm

4.3.6 Variance des diamètres

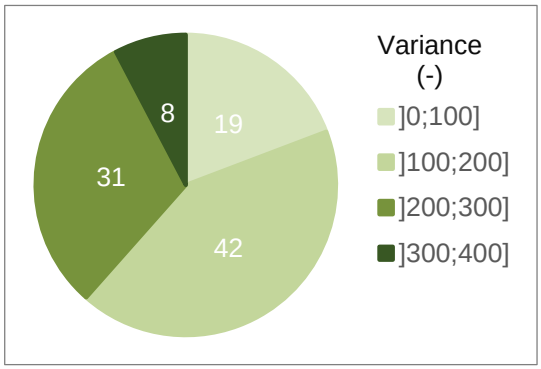


Figure 24 : habitats terrestres et variance des diamètres

La variance des diamètres varie entre 54 et 310, pour une moyenne de 156 (cf. figure 24). Environ un quart (19%) des habitats possède une variance inférieure à 100, 42% une variance située entre 100 et 200 et plus d'un tiers (39%), une variance supérieure à 200.

4.3.7 Mode des diamètres

Le mode des diamètres varie de 13 cm à 37 cm, avec une moyenne de 22 cm (cf. figure 25). Aucun habitat terrestre ne présente un mode inférieur à 10 cm. 42%, soit 11 habitats, présentent un mode variant entre 10 cm et 20 cm. La moitié présente un mode variant entre 20 cm et 30 cm et 8% présentent un mode supérieur à 30 cm.

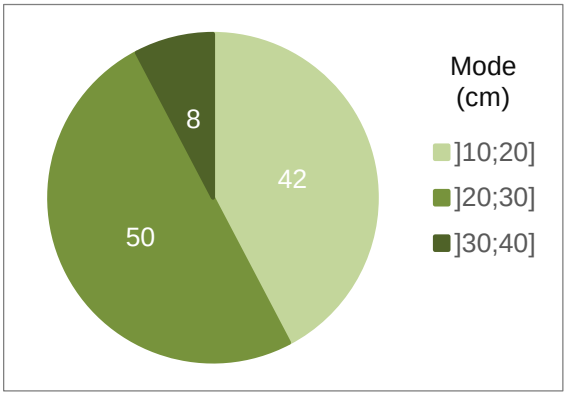


Figure 25 : pour 50% des habitats forestiers, le mode des diamètres varie entre 20 cm et 30 cm

4.3.8 Volume de bois mort

Le volume de bois mort varie entre 9.5 m^3/ha et 27.4 m^3/ha, pour une moyenne de 17 m^3/ha (cf. figure 26).12% des habitats terrestres possèdent un volume de bois mort variant entre 9.5 m^3/ha et 10 m^3/ha. Plus de la moitié (58%) des habitats terrestres possède entre 10 m^3/ha et 20 m^3/ha de bois mort et environ un tiers (31%), un volume supérieur à 20 m^3/ha. Il est a noté qu'une part très importante de ce bois mort est issu d'abattages d'arbres récents. Il a été observé sur le terrain que le bois mort d'origine naturelle est peu présent sur le site.

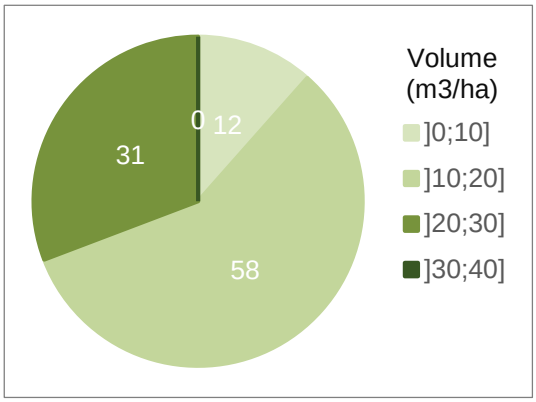


Figure 26 : environ un tiers (8) des habitats forestiers présente une volume de bois mort supérieur à 20 m^3/ha

4.3.9 Diamètre moyen du bois mort

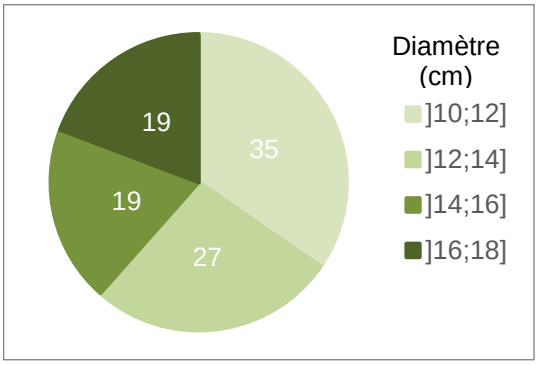


Figure 27 : le bois mort de seulement 10 habitats forestiers possède un diamètre moyen supérieur à 14 cm

Le diamètre moyen du bois mort varie entre 12 cm et 18 cm, pour une moyenne de 14 cm (cf. figure 27). Environ un tiers (35%) du bois mort possède un diamètre variant entre 10 cm et 12 cm. 27% du bois mort possèdent un diamètre variant entre 12 cm et 14 cm et le dernier tiers (38%), un diamètre supérieur à 14 cm.

4.3.10 Coupes forestières depuis 2000

Depuis 2000, la surface ayant subie des coupes forestières varie entre 0% et 91% des périmètres étudiés, pour une moyenne de 33% (cf. figure 29). La majorité (62%) des habitats terrestres pris en compte ont subis des coupes forestières dans moins de 25% de leur surface. Un tiers (31%) a subi des coupes importantes, variant entre 75% et 91%. Une carte présentant les zones coupées est disponible en annexe 18.

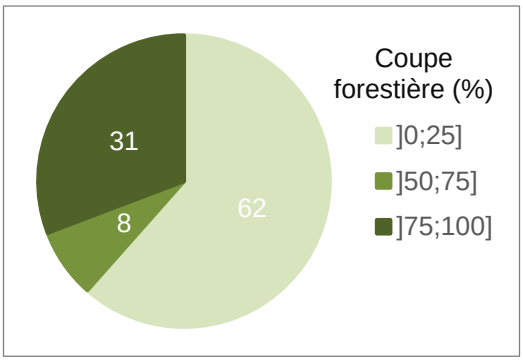


Figure 28 : part de coupe forestière dans les périmètres considérés

4.4 Analyses des résultats

4.4.1 Prédicteurs relatifs à l'habitat aquatique

Dans ce chapitre, les analyses des prédicteurs liés à l'habitat aquatique des amphibiens sont présentées. Ces prédicteurs sont la surface, la profondeur, la présence d'eau courante et l'ouverture de la canopée.

4.4.1.1 Surface des plans d'eau

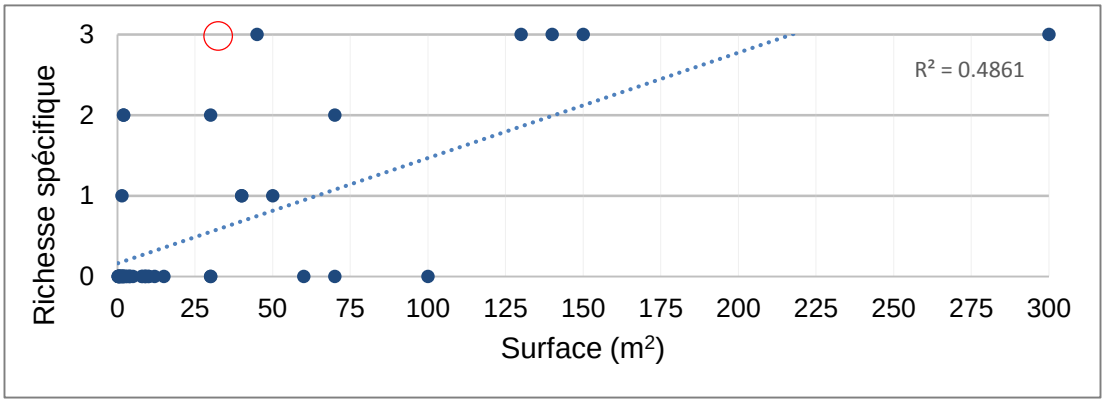


Figure 29 : surfaces des plans d'eau et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.0001 ; Coefficient de corrélation : 0.51*

La richesse spécifique paraît nettement corrélée avec la surface des plans d'eau (cf. figure 29). En effet, les seuls plans d'eau à accueillir le maximum d'espèces (3), à l'exception du n°40 (rond rouge), ont une surface supérieure à 100 m^2. De plus, un seul plan d'eau de plus de 75 m^2 n'accueille aucune espèce. Cette supposition est également soutenue par la valeur très faible de ρ (<0.001). Enfin, la valeur relativement élevée du coefficient de corrélation (>0.5) semble indiquer une relation importante entre ces deux variables.

4.4.1.2 Profondeur

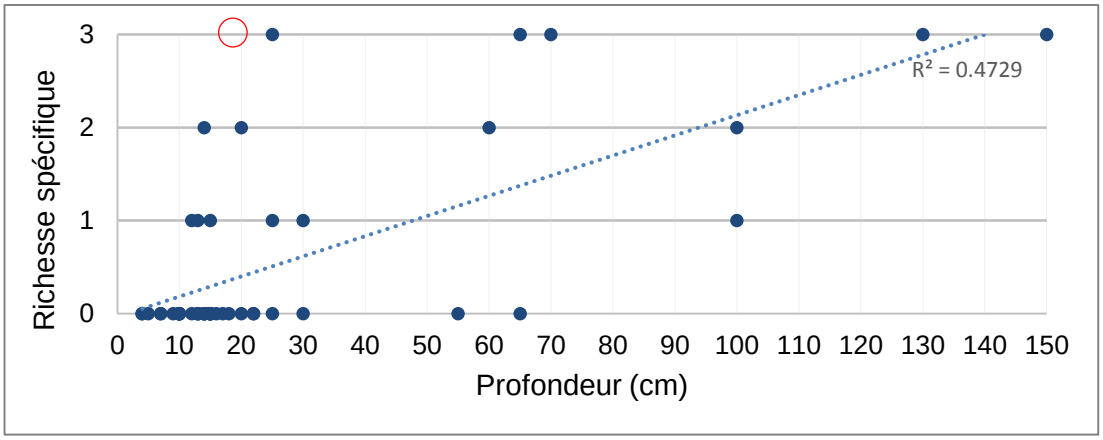


Figure 30 : profondeurs des plans d'eau et richesse spécifique

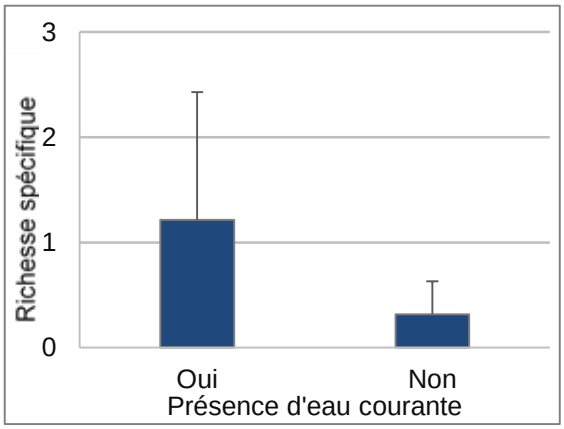
- *ρ-value : 0.00002 ; Coefficient de corrélation : 0.56*

A l'exception de deux plans d'eau dont les profondeurs sont respectivement de 55 cm et 65 cm, la totalité des plans d'eau n'accueillant aucune espèce de batraciens possède une profondeur maximum inférieure ou égale à 30 cm. A l'inverse, sur les 5 plans d'eau accueillant trois espèces de batraciens, 4 ont une surface maximum supérieure à 60 cm. La profondeur paraît donc influencer positivement la richesse spécifique. Cette observation est également appuyée par la valeur très faible de ρ (<0.00005), rejetant ainsi l'hypothèse nulle indiquant que les différences des échantillons sont dues au hasard.

Comme pour la surface, la corrélation semble relativement forte (>0.5).

Il est intéressant de relever que le plan d'eau possédant une profondeur maximum de 25 cm et accueillant 3 espèces (rond rouge), est également le n°40

4.4.1.3 Présence d'eau courante



La présence d'eau courante semble avoir un effet positif sur la richesse spécifique d'un plan d'eau (cf. figure 31). De plus, la valeur de ρ est inférieure à 0.05, ce qui réfute l'hypothèse nulle spécifiant que ces différences sont dues au hasard.

- *ρ-value : 0.02*

4.4.1.4 Ouverture de la canopée

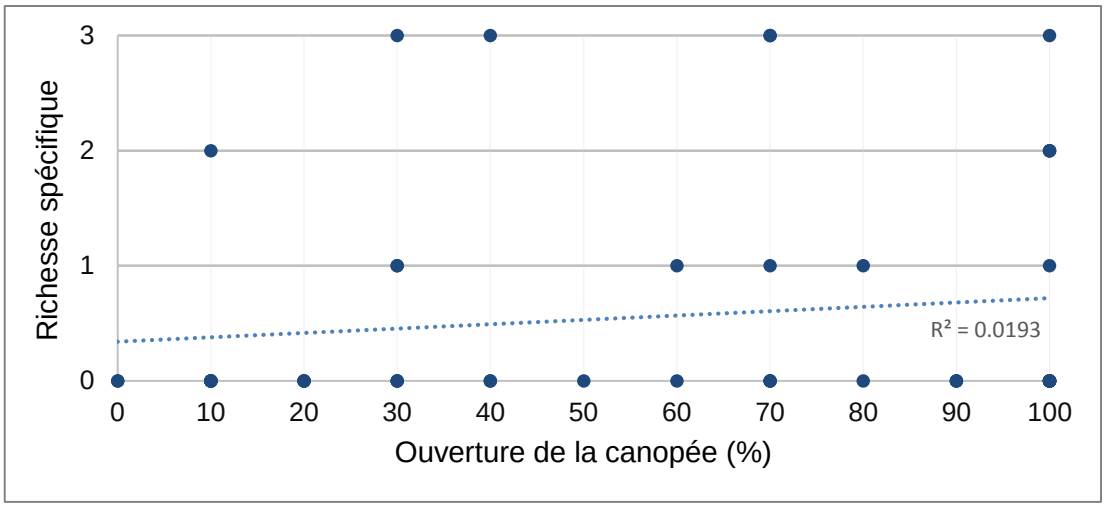


Figure 32 : ouverture de la canopée et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.25 ; Coefficient de corrélation : 0.16*

L'ouverture de la canopée, quant à elle, ne semble avoir aucun effet sur la richesse spécifique des batraciens. En effet, les habitats des plans d'eau n'accueillant aucune espèce présentent une strate herbacée très variable (de 0% à 100%) et les habitats dont les plans d'eau sont les plus riches en espèces présentent une strate herbacée également variable (de 30% à 100%). De plus, la valeur élevée de ρ (0.3), supérieure à 0.05, valide l'hypothèse nulle.

4.4.2 Prédicteurs relatifs à habitat terrestre

Dans ce chapitre, ce sont les analyses des prédicteurs liés à l'habitat terrestre qui sont présentés (cf. chapitre 3.3.3). Pour rappel, ces analyses ont été effectuées uniquement sur les plans d'eau encore en eau le 15 mai (cf. chapitre 3.3.1)

4.4.2.1 Strate herbacée

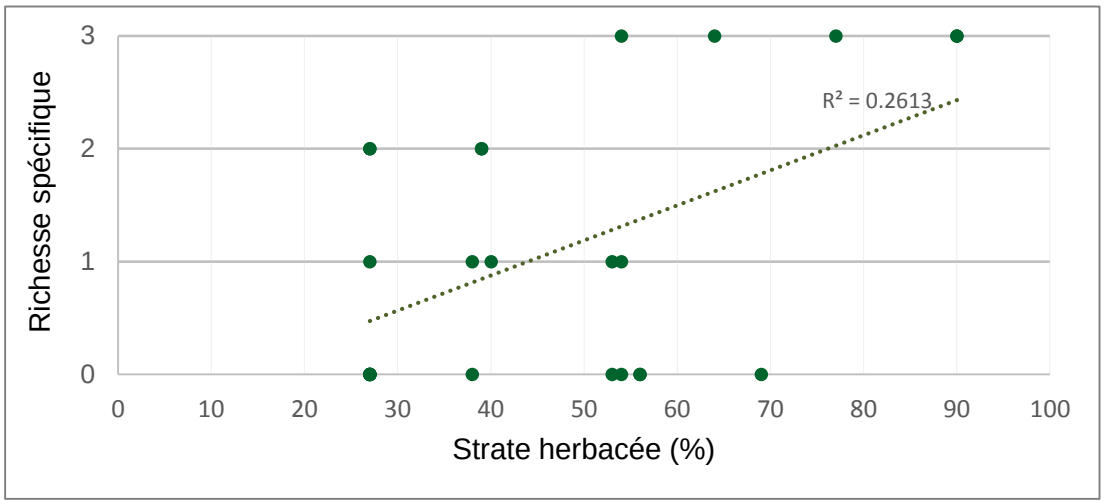


Figure 33: strate herbacée et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.04 ; Coefficient de corrélation : 0.40*

La strate herbacée paraît avoir un effet positif sur la richesse spécifique (cf. figure 33). En effet, les milieux terrestres des 5 plans d'eau accueillant 3 espèces de batraciens présentent une strate herbacée moyenne supérieure à 50%. De plus, la valeur de ρ est inférieure à 0.05, ce qui laisse une incertitude faible. Enfin, l'influence de la strate herbacée semble peu importante car le coefficient de corrélation est inférieur à 0.5.

4.4.2.2 *Strate arbustive*

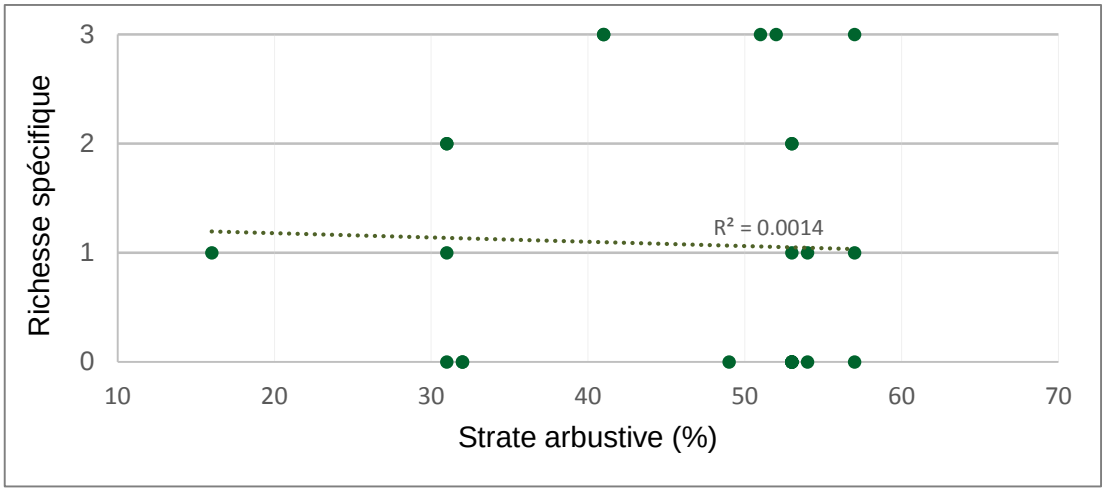


Figure 34: strate arbustive et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.46 : Coefficient de corrélation : -0.15*

La strate arbustive des habitats terrestres des plans d'eau accueillant 3 espèces varie entre 40% et 60% alors que celle des plans d'eau n'accueillant aucune espèce varie entre 30% et 60% (cf. figure 34). On peut donc supposer que la strate arbustive n'a pas d'influence sur la richesse spécifique des batraciens. Cette hypothèse est confortée par la valeur de *ρ*, largement supérieure à 0.05.

4.4.2.3 *Part de résineux*

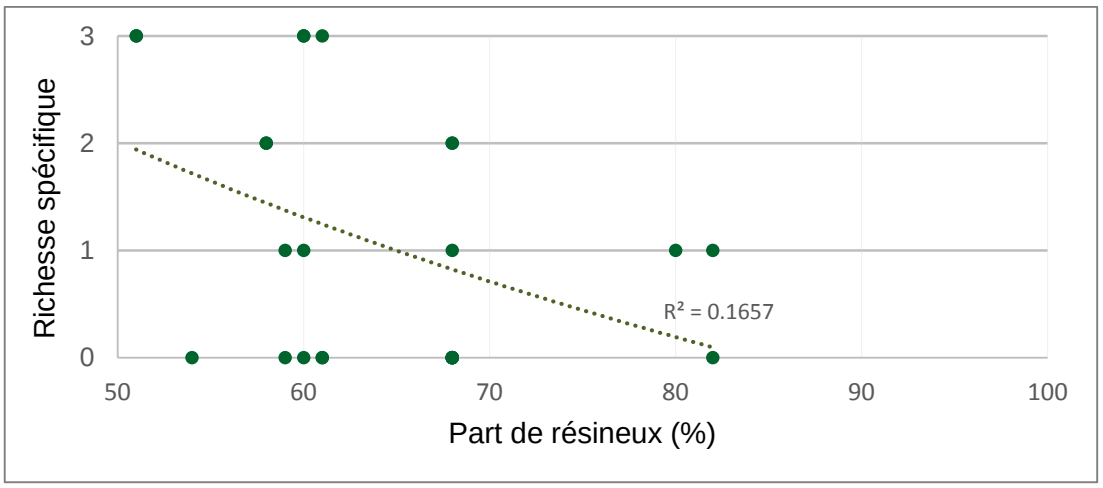


Figure 35: part de résineux et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.05 ; Coefficient de corrélation : -0.38*

La part de résineux semble avoir une influence négative sur la richesse spécifique (cf. figure 35). En effet, on peut observer que la richesse spécifique diminue lorsque la part de résineux augmente. Ainsi, les plans d'eau les plus riches en espèces possèdent une part de résineux variant entre 50% et 60% environ alors que les plans d'eau les moins riches en espèces possèdent une part de résineux s'étendant jusqu'à plus de 80%. Cette

observation est également appuyée par la valeur de ρ, égale à 0.05. La force de l'effet, quant à elle, semble peu importante (corrélation : -0.38).

4.4.2.4 Densité des espèces arborées

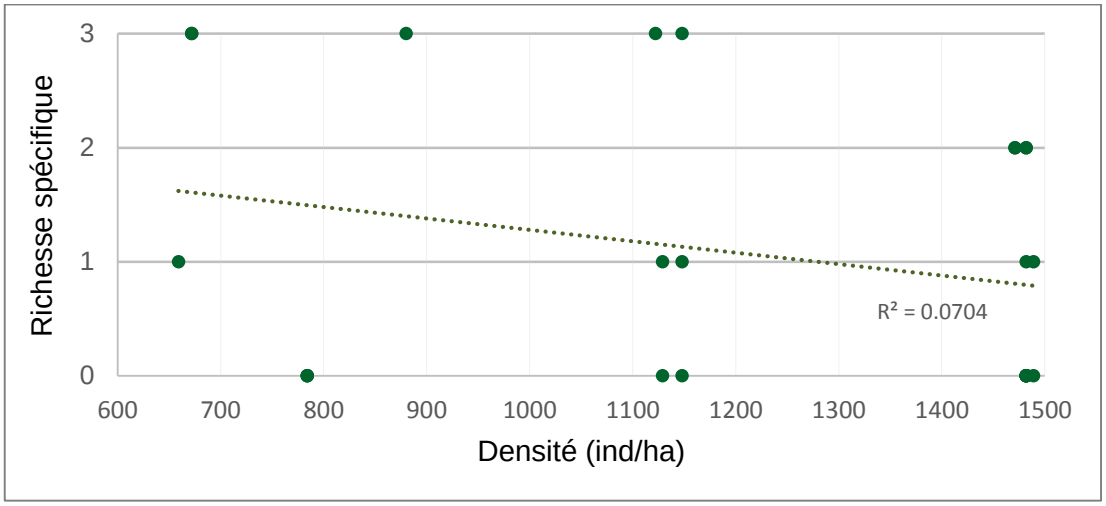


Figure 36: densité des espèces arborées et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.12 ; Coefficient de corrélation : -0.31*

La densité des habitats les plus riches en espèces varie de 672 ind/ha à 1122 ind/ha et la densité des habitats n'abritant aucune espèce varie de 784 ind/ha à 1489 ind/ha (cf. figure 36).

Bien que les habitats les plus riches possèdent une moyenne de densité nettement inférieure à ceux n'abritant aucune espèce (899 ind/ha contre 1250 ind/ha), cette différence semble liée au hasard de l'échantillonnage. En effet, la valeur de ρ est supérieure à 0.05.

4.4.2.5 Diamètre moyen des espèces arborées

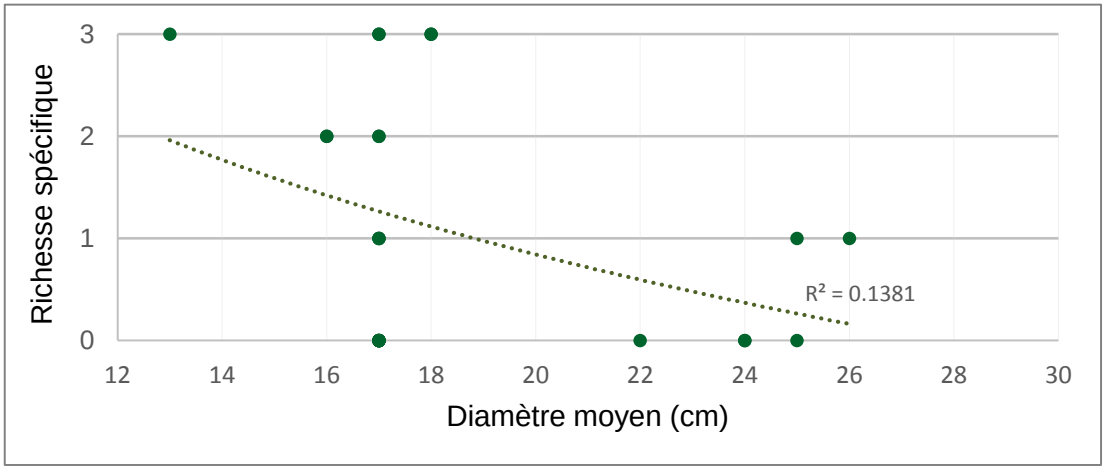


Figure 37 : diamètre moyen des espèces arborées et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.22 ; Coefficient de corrélation : -0.25*

Pour les habitats accueillant le plus d'espèces, le diamètre moyen des espèces arborées varie de 13 cm à 18 cm (cf. figure 37). Pour les habitats n'abritant aucune espèce, ce diamètre s'étend de 17 cm à 26 cm. Bien qu'il semble y avoir une différence à première vue, cela est probablement dû au hasard de l'échantillonnage. En effet, la valeur de ρ est largement supérieure à 0.05 (0.22). L'hypothèse nulle est donc acceptée.

4.4.2.6 *Variance des diamètres des espèces arborées*

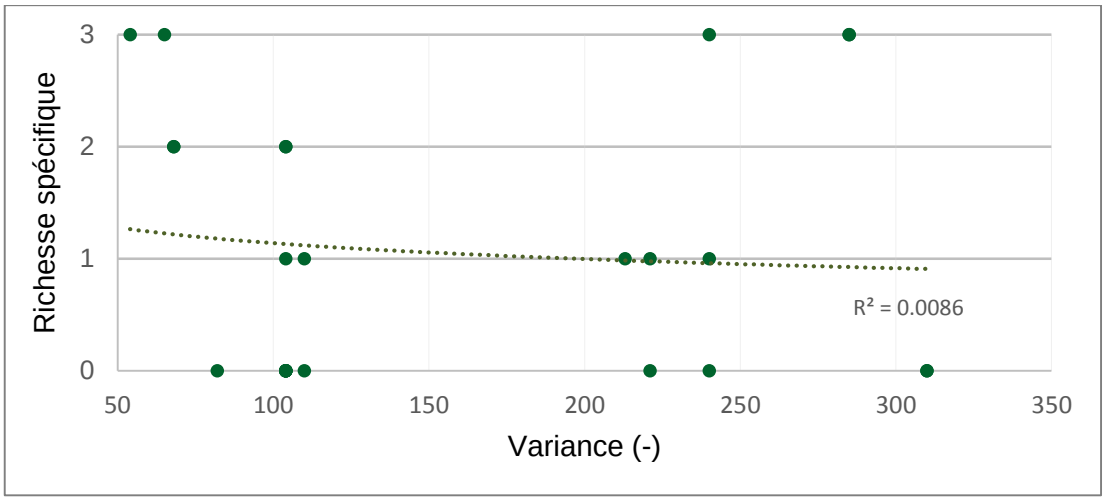


Figure 38 : variance des diamètres et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.55 ; Coefficient de corrélation : -0.12*

Une simple observation du graphique laisse supposer que la variance des diamètres n'a aucune influence sur la richesse spécifique des batraciens (cf. figure 38). En effet, que ce soit pour les habitats les plus riches ou les plus pauvres, les écarts des variances sont significatifs. De plus, la valeur de ρ supérieure à 0.05.

4.4.2.7 *Mode des espèces arborées*

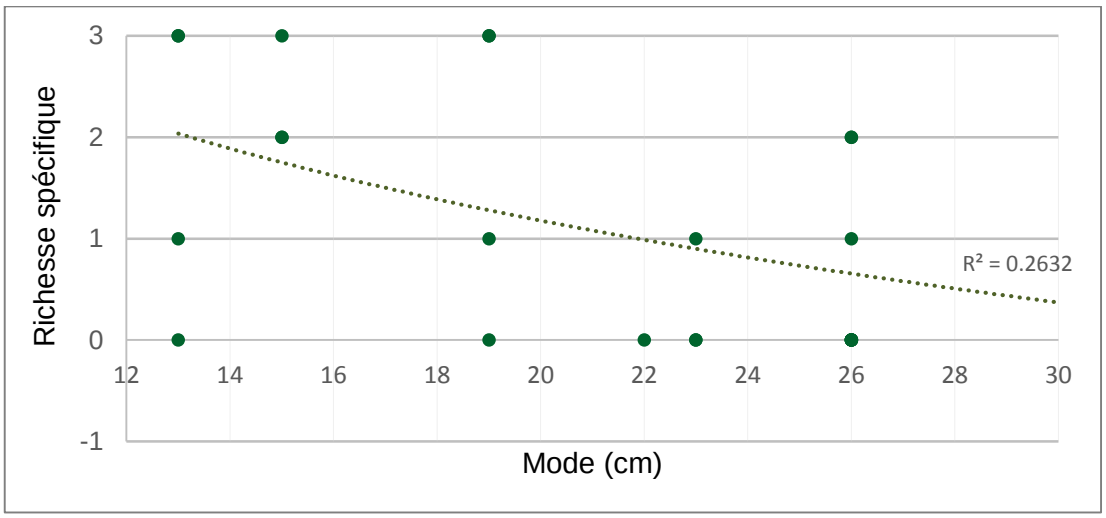


Figure 39 : mode des diamètres et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.012 ; Coefficient de corrélation : -0.48*

Pour les habitats abritant le plus d'espèces, le mode des diamètres s'étend de 13 cm à 19 cm alors que pour les habitats n'abritant aucune espèce, il varie entre 13 cm et 26 cm (cf. figure 39). Le mode des diamètres semble donc influencer négativement la richesse spécifique. Cette observation est confortée par les analyses statistiques. En effet, la valeur de *ρ* est inférieure à 0.05. Le coefficient de corrélation (0.48), proche de 0.5, semble indiquer une relation forte entre les deux variables.

4.4.2.8 Volume de bois mort

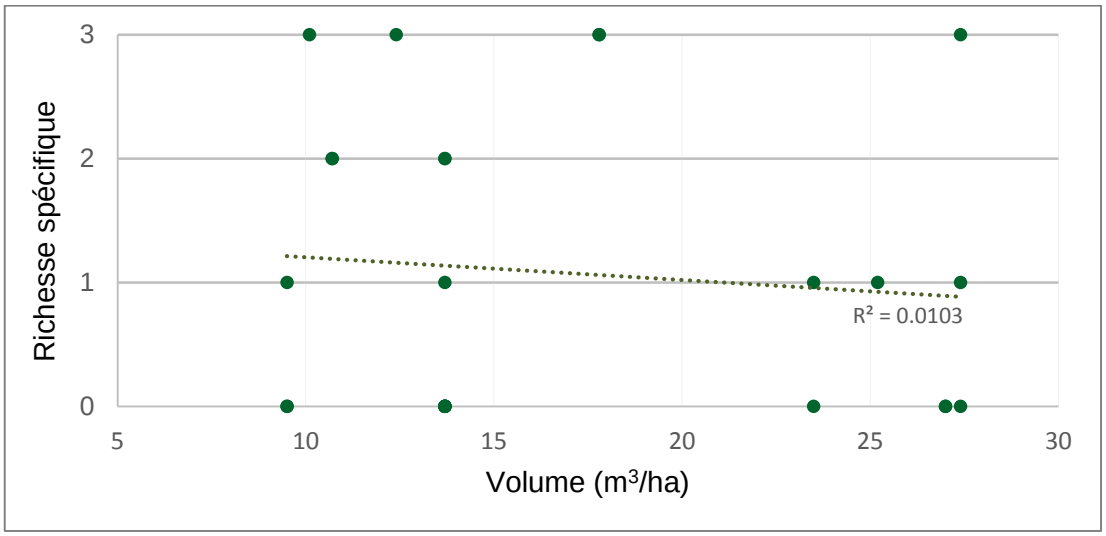


Figure 40: volume de bois mort et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.76 ; Coefficient de corrélation : -0.06*

La richesse spécifique ne semble pas corrélée avec le volume de bois mort dans cette étude. En effet, que ce soit pour les habitats riches ou pauvres en espèces, le volume de bois mort varie de 10 m^3/ha environ à 27.4 m^3/ha. Dans les deux cas, la moyenne est similaire (17.1 m^3/ha). De plus, la valeur de *ρ* est supérieure à 0.05.

4.4.2.9 Diamètre moyen du bois mort

- *ρ-value : 0.08 ; Coefficient de corrélation : 0.35*

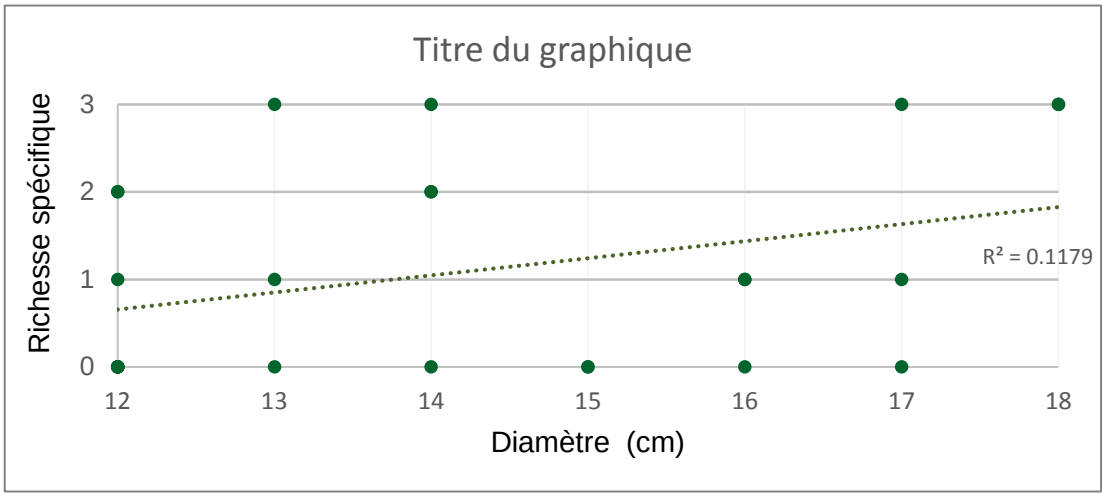


Figure 41: diamètre moyen du bois mort et richesse spécifique

Le diamètre moyen du bois mort n'a pas d'influence sur la richesse spécifique des batraciens (cf. figure 41). Les milieux riches en batraciens présentent sensiblement les mêmes variations de diamètre de bois mort que les milieux pauvres. L'ensemble des points est réparti de manière homogène. Encore une fois, la valeur de *ρ* est supérieure à 0.05, ce qui confirme l'hypothèse nulle.

4.4.2.10 Coupe forestière depuis 2000

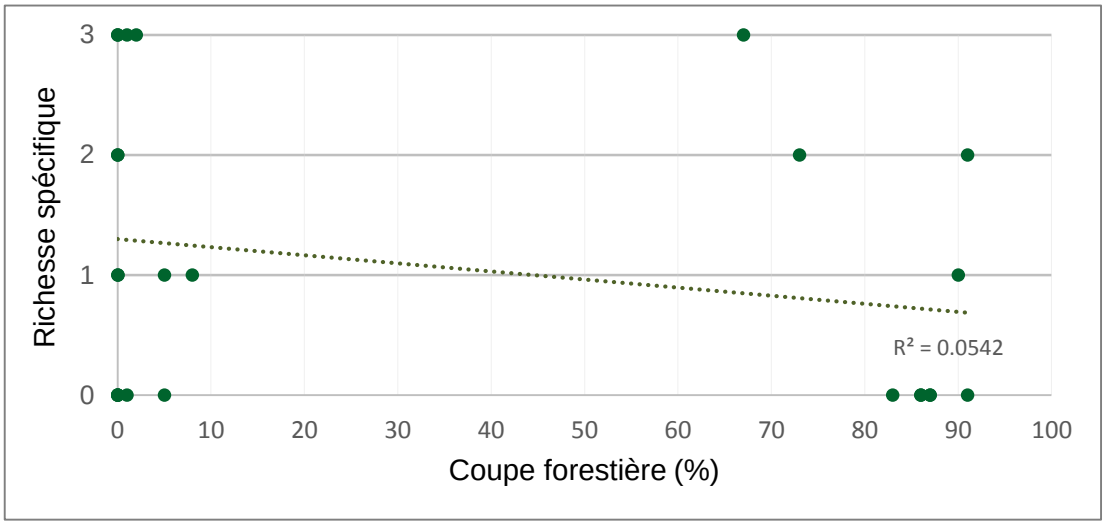


Figure 42: Volume de bois mort et richesse spécifique

- *ρ-value : 0.33 ; Coefficient de corrélation : -0.20*

La répartition des points du graphique à la page précédente semble indiquer qu'aucune corrélation n'existe entre la richesse spécifique et les coupes forestières (cf. figure 42). Certains des habitats des plans d'eau n'abritant aucune espèce de batraciens ont subi des coupes dans une partie importante de leur surface (>80%) alors que d'autres en ont

subi très peu, voire aucune. De plus, la valeur de ρ est supérieure à 0.05. Il est cependant intéressant de noter que, à l'exception d'un habitat, les habitats dont les plans d'eau accueillent le plus d'espèces ont subi très peu de coupes forestières ces quinze dernières années.

4.4.3 Facteurs influençant l'assèchement des plans d'eau

4.4.3.1 Surface

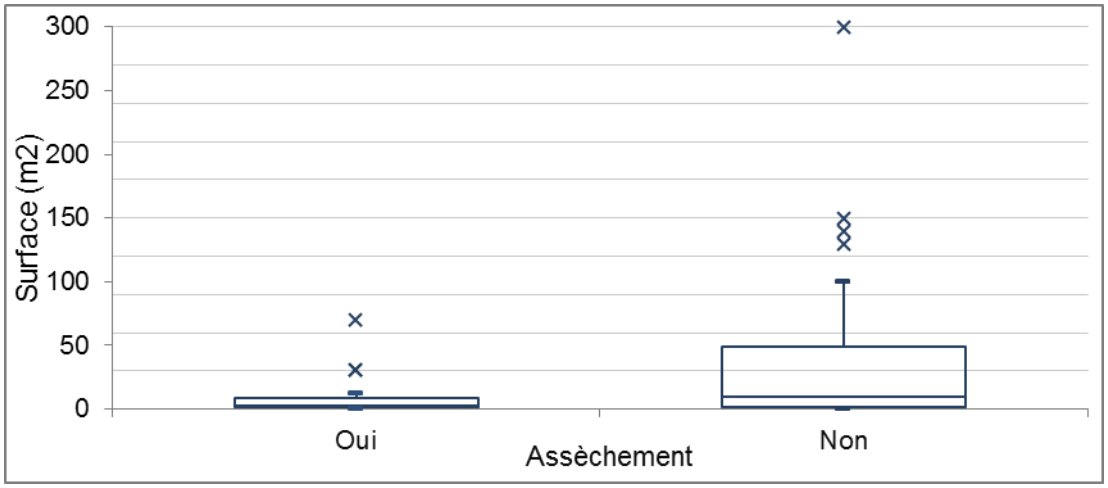


Figure 43 : surfaces et assèchement

- *ρ-value : 0.17*

Aucun plan d'eau de plus de 60 m^2 ne s'est asséché avant le 15 mai (cf. figure 43). On remarque que, en général, les plans d'eau plus grands ne s'assèchent pas. Cependant, certains plans d'eau de petite taille ne se sont pas asséchés non plus. De plus, la valeur de ρ est supérieure à 0.05. La surface a donc peu d'influence sur l'assèchement d'un plan d'eau.

4.4.3.2 Profondeur

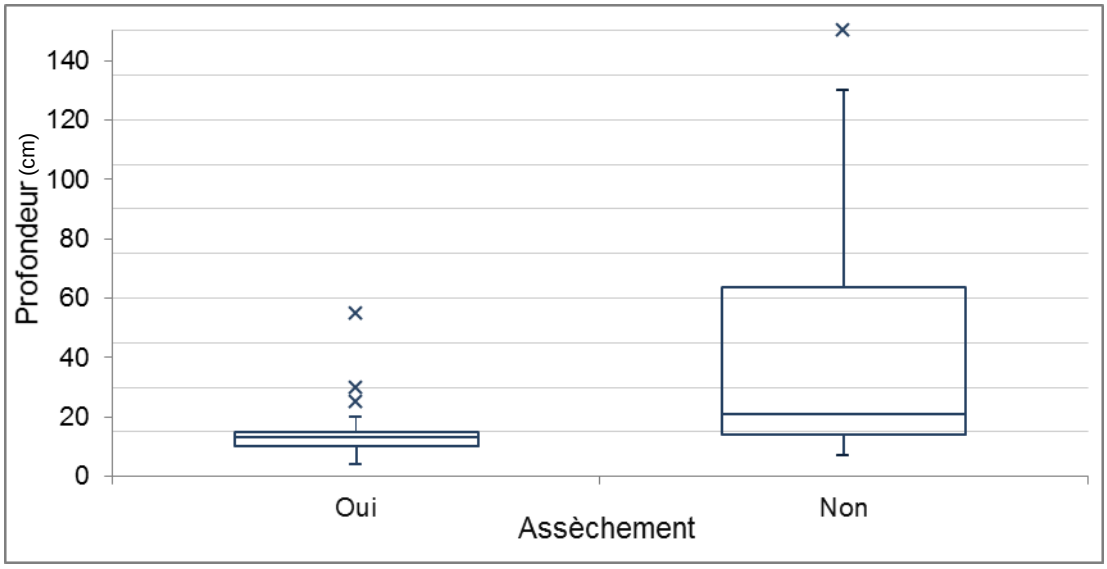


Figure 44 : profondeurs et assèchement

- *ρ-value : 0.003*

Une nette différence de profondeurs existe entre les plans d'eau qui se sont asséchés et ceux restés en eau (cf. figure 44). La valeur de *ρ*, nettement inférieure à 0.05 dément l'hypothèse nulle. On peut donc supposer que plus un plan d'eau est profond, moins il aura de chance de s'assécher.

4.4.3.3 Présence d'eau courante

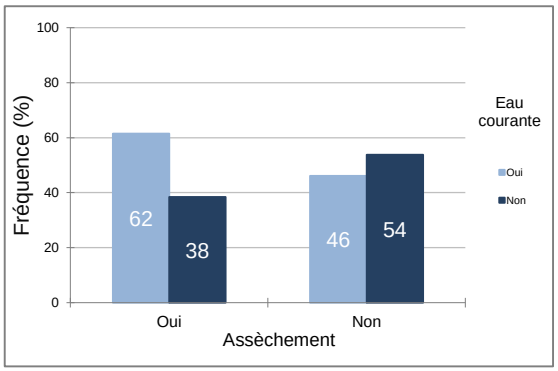


Figure 45 : eau courante et assèchement

Parmi les plans d'eau qui se sont asséchés, 62% possèdent un écoulement d'eau et parmi les plans d'eau qui ne se sont pas asséchés, 46% possèdent un écoulement (cf. figure 45). Il est donc probable que, dans notre cas, l'eau courante n'ait pas d'influence sur l'assèchement des plans d'eau. La valeur de *ρ* (0.34), supérieure à 0.05, confirme cette hypothèse.

- *ρ-value : 0.34*

4.4.3.4 Ouverture de la canopée

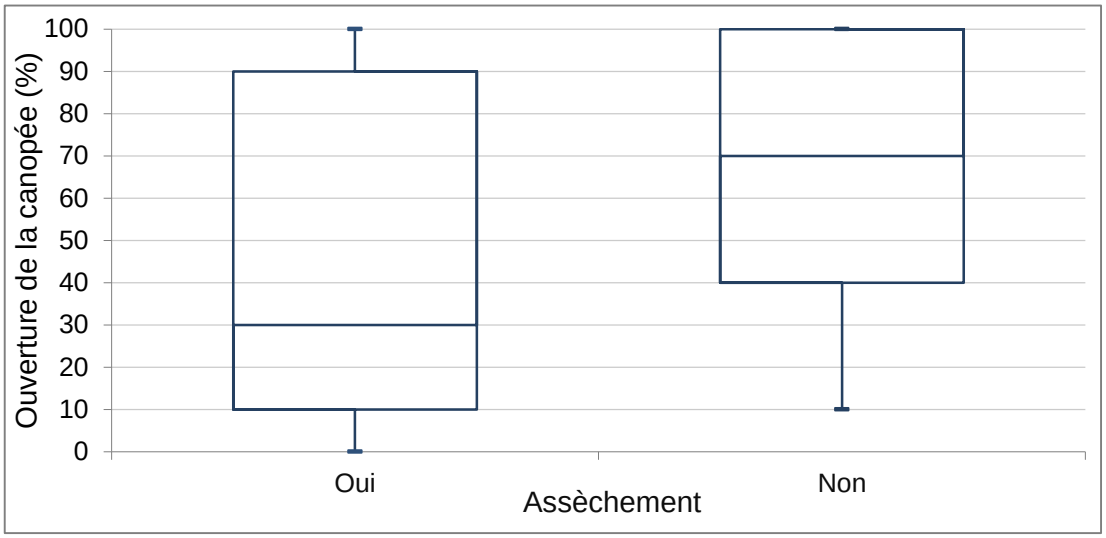


Figure 46 : ouverture de la canopée et assèchement

- *ρ-value : 0.007*

Les plans d'eau qui se sont asséchés dans cette étude présentaient généralement une ouverture de la canopée moins importante que les plans d'eau qui ne se sont pas asséchés (cf. figure 46). Cependant, la valeur de *ρ*, supérieure à 0.05, semble indiquer que cette observation est due au hasard de l'échantillonnage.

5. Discussion

5.1 Communautés de batraciens

5.1.1 Espèces présentes

A l'exception du Sonneur à ventre jaune, les amphibiens inventoriés sur le site d'étude sont des espèces forestières communes. Ainsi, la Grenouille rousse et le Triton alpestre ne sont pas considérés comme menacés en Suisse. Même si le crapaud commun l'est, il reste très présent dans la plupart des forêts du plateau (Meyer & al 2009). Comme il est écrit dans la bibliographie, ces espèces possèdent une large amplitute écologique et sont peu exigeantes, au moins en ce qui concerne leurs habitats aquatiques (Meyer & al, 2009 ; LPO & GHRA, 2015). Cependant, avec seulement un tiers des plans d'eau occupés, il peut être considéré que leur abondance est relativement faible dans les bois du Jorat. En ce qui concerne le Crapaud commun, cela peut s'expliquer. En effet, il semble préfèrer les plans d'eau dont la profondeur est supérieure à 50 cm, soit les mares (karch, 2016). Or ce type de plan d'eau est très peu représenté dans le site d'étude (13%). Cependant, il est à noter que certains plans d'eau dont la profondeur est inférieure à 50 cm sont tout de même occupés par le crapaud commun. C'est le cas, par exemple, pour le plan d'eau n°52 dont la profondeur ne dépasse pas une trentaine de centimètres (cf. figure 47). Ce fossé, possédant un écoulement d'eau, était occupé par un nombre relativement important (plusieurs centaines) de têtards (cf. figure 48). Il est possible que, à défaut de plans d'eau adaptés, l'espèce se rabatte sur des plans d'eau de ce type.

Figure 47 : plan d'eau n°52 ; fossé de drainage avec eau courante (08.08.2016)

Figure 48 : têtards de Crapaud commun se développant dans le plan d'eau n°52 (08.08.2016)

Le Sonneur à ventre jaune de son côté, est plus rare et plus menacé. C'est pourquoi il est classé comme espèce prioritaire au niveau national et comme espèce forestière prioritaire dans le canton de Vaud (OFEV, 2011 ; DGE, 2012). Son abondance dans les forêts du Jorat reflète sa situation nationale. En effet, seuls deux individus adultes ont été observés. Le premier était présent dans une ornière annexe à une mare et très certainement créé par l'homme (cf. figure 49). Le deuxième Sonneur était présent dans le plan d'eau n°44, une mare de 140 m^2 et 150 cm de profondeur (cf. figure 50 & figure 51). Sa présence dans un plan d'eau de ce type est surprenante. En effet, de nombreuses sources affirment que cet amphibien se reproduit en premier lieu dans les plans d'eau de petite taille, faiblement végétalisés et temporaires ou subissant des perturbations physiques (Meyer & al, 2008 ; Barandum & Reyer, 1997 ; Pichenot, 2008). La quasi-totalité de ces types de plans d'eau situés dans la zone s'étant asséchés, on peut supposer que le Sonneur était présent dans ce plan d'eau par défaut. Il est peu probable que cette mare, aux berges raides, accueillant d'autres espèces d'amphibiens, potentiellement compétitrices, et de nombreux prédateurs (larves d'odonates, dytiques, etc.) soit propice à la reproduction du Sonneur. Aucune ponte ni aucun têtard n'a été observée dans les deux plans d'eau. Il n'est toutefois pas à exclure que d'autres Sonneurs soient présents en plus grande quantité. En effet, la fréquence des visites n'a pas permis d'effectuer un inventaire poussé de cette espèce.

Figure 49 : plan d'eau n°75 ; ornière accueillant le Sonneur à ventre jaune (29.06.2016)

Figure 50 : plan d'eau n° 44 ; mare d'environ 150 m^2 de surface et 150 cm de profondeur (05.07.2016)

Figure 51: Sonneur à ventre jaune adulte se rafraichissant dans le plan d'eau n°44 (05.07.2016)

5.1.2 Espèces absentes

Parmi les espèces potentiellement présentes sur le site, trois n'ont pas été observées, à savoir la Grenouille verte, la Salamandre tachetée et le Triton palmé. Ces trois espèces ont été observées pour la dernière fois en 2012 et 2013, non loin de la zone d'étude (cf. chapitre 2.2.5). D'habitude, la Grenouille verte abonde dans tous types de plan d'eau relativement profonds, sur l'ensemble du plateau en dessous de 1'000 m (Vorbuger, novembre 2003). Le site d'étude étant situé à plus de 800 m d'altitude, il est possible que cette situation constitue un frein à son développement. De plus, les grenouilles vertes n'étant pas des espèces typiquement forestières, il est également envisageable que les conditions ne soient pas idéales pour elles. Pour finir, l'observation la plus proche de l'espèce ayant été effectuée dans la commune de Savigny, à environ 3 km du site d'étude (cf. annexe 1), il est également possible que le groupe colonise le site dans les années à venir.

En ce qui concerne la Salamandre tachetée, plusieurs points sont à souligner. Tout d'abord, la méthodologie utilisée dans cette étude n'était pas adaptée pour inventorier cette espèce. En effet, elle pond ses larves préférentiellement dans les eaux courantes (Küry, novembre 2003 ; Manenti & al, 2009). Or ce sont les plans d'eau qui ont été étudiés. Cependant, une part non négligeable des plans d'eau inventoriés était traversée par une eau courante (cf chapitre 4.1.2) et auraient donc pu accueillir des larves de salamandres. De plus, des adultes auraient pu être rencontrés dans leur habitat terrestre, notamment lors des sessions d'inventaire d'avril et de mai. Enfin, aucune observation de Salamandre tachetée dans les bois du Jorat n'a été transmise depuis 2012. Des hypothèses concernant sa pseudo-absence sont formulées dans le chapitre des prédicteurs terrestres influençant la richesse spécifique (cf chapitre 5.2.2).

La dernière espèce potentielle et non observée est le Triton palmé, espèce vulnérable au niveau national et prioritaire au niveau cantonal (Meyer & al, 2009 ; DGE, 2012). Son absence sur le site d'étude est étonnante. En effet, cette espèce affectionne particulièrement les plans d'eau forestiers de type mares, fossés ou ornières (De Fonseca & Jocque, 1982). De plus, il devrait, en théorie, se rencontrer jusqu'à 1'000 m d'altitude au moins (karch, 2016). Cependant il semblerait que, dans la région nord-lausannoise, ce triton soit très peu présent, voir absent, au-dessus de 800 mètres (Sonnay, 2012). Pourtant, plusieurs observations de Tritons palmés, à quelques centaines de mètres du site d'étude et à une altitude de 900 m, ont été transmises au

CSCF entre les années 2008 et 2011. En considérant la discretion de cette espèce, il n'est pas impossible que certains individus n'aient pas été détectés lors des inventaires.

5.2 Analyses des paramètres

5.2.1 Paramètres aquatiques

Sans surprise, la surface et la profondeur détiennent un rôle prépondérant sur la richesse spécifique d'un plan d'eau. Cette constatation, validée par un nombre important d'études, s'applique parfaitement ici (Egan & Paton, 2004 ; Skidds & al, 2007 ; Werner & al, 2007). En effet, 4 des 5 plans d'eau les plus riches en espèces possèdent une surface supérieure à 100 m^2 et une profondeur supérieure à 1 m. La profondeur joue également un rôle important en empêchant les plans d'eau de s'assécher et en garantissant ainsi l'émergence des juvéniles (cf. chapitre 4.4.3).

L'eau courante semble également être un facteur déterminant la richesse spécifique. Cette conclusion a également été effectué par Vincent Sonnay lors de son mémoire (Sonnay, 2012). Cette influence est certainement due au fait qu'un approvisionnement en eau constant permet de retarder, voir même d'empêcher, un assèchement des plans d'eau.

Bien que plusieurs sources indiquent que l'ouverture de la canopée influence positivement la richesse spécifique (Sonnay, 2012 ; Skelly, 2005), cela n'a pas été observé dans cette étude. Il est envisageable que, pour les esèces les plus communes, ce paramètres influence plus leur abondance que leur présence.

5.2.2 Paramètres terrestres

D'après les résultats obtenus, seule la part de strate herbacée semble avoir une influence positive sur la richesse spécifique. Il est probable qu'elle soit bénéfique aux batraciens en leur apportant de la nourriture et de l'humidité. Il est également à noter que les zones les moins fournies en strate herbacée sont souvent les zones où le résineux est le plus présent (cf. figure 52).

Figure 52 : peuplement pur de résineux présentant une strate herbacée peu développée

Les résultats obtenus concernant la strate herbacée pourraient donc tirer leur origine d'une corrélation entre les deux paramètres.

En effet, d'après les résultats obtenus, la part de résineux semble avoir une influence négative sur la richesse spécifique des amphibiens. Des conclusions similaires ont été tirées dans plusieurs autres travaux (Loehle & al 2005 ; Sonnay, 2012).

Dans cette étude, il est apparu que, à la différence de la moyenne des diamètres, le mode des diamètres semble avoir une influence négative sur la richesse spcéfique. Cela semble aller à l'encontre des résultats obtenus en Arkansas par C. Loehle et son équipe (Loehle & al, 2005). La forêt étant en grande partie exploitée, les résineux sont favorisés et atteignent généralement un âge, et donc un diamètre, plus important que les feuillus. Il est donc possible que l'influence négative du diamètre tire son origine de la part de résineux.

Figure 53 : pièces de bois coupées récemment et encore peu utiles pour les amphibiens

En ce qui concerne le volume et le diamètre du bois mort, les hypothèses pour expliquer l'absence de résultats sont similaires à celles formulées par Vincent Sonnay. Il est fort probable que le bois mort devienne bénéfique aux amphibiens une fois sa décomposition débutée. Or, les bois du Jorat étant exploitée de manière importante, la majorité des pièces inventoriées étaient très récentes (cf. figure 53). Il est donc possible que leur effet ne soit important que dans quelques années.

Pour une prochaine étude, il serait peut-être plus pertinent d'indiquer le niveau de putréfaction du bois mort, ou de se concentrer uniquement sur les pièces anciennes. Le recouvrement par la mousse pourrait être un bon indicateur de l'ancienneté du bois mort.

A la différence des résultats obtenus lors de précédentes études, les coupes forestières ne semblent pas influencer la richesse spécifique. Cependant, ces résultats sont à nuancer pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, bien que la pression d'exploitation soit sensiblement la même dans l'ensemble des bois du Jorat, ces derniers sont constitués de mosaïques de milieux exploités différemment (Association Jorat, 2015). Par exemple, certaines zones ne sont pas du tout coupées. Ainsi, il est possible que les espèces les mieux résistantes, à savoir la grenouille rousse, le triton alpestre et le crapaud commun, réussissent à subsister

dans les zones non exploitées. Dans ce cas, les coupes forestières auraient un impact plus important sur l'abondance que sur la présence de ces espèces.

De plus, le Sonneur à ventre jaune a été observé uniquement dans les zones n'ayant subies aucune coupe forestière ces 15 dernières années. Il est donc possible que cette espèce soit beaucoup plus sensible aux coupes forestières que celles précédemment citées.

Enfin, il est possible que l'absence de la Salamandre tachetée et du Triton palmé soit justement due à cette pression d'exploitation. Certaines études suivies aux Etats-Unis viennent appuyer cette hypothèse (Demaynadier & Hunter, 1998 ; Hocking, & al, 2013).

5.3 Gestion sylvicole dans les bois du Jorat

Comme il a été écrit dans la présentation du site d'étude (cf. chapitre 2.1), les bois du Jorat sont exploités depuis plusieurs centaines d'années. Cette exploitation a entraîné deux modifications majeures des peuplements. Tout d'abord, les résineux, naturellement peu présents à cette altitude, ont été favorisés au point de devenir nettement dominants. Certaines zones sont même constituées de peuplements purs d'épicéas. Ensuite, un réseau développé de fossés de drainage a été installé afin d'augmenter la productivité forestière. Ce réseau a diminué de manière drastique le nombre de zones humides, historiquement abondantes dans les forêts du Jorat. Comme le montrent les résultats de l'étude et les diverses sources bibliographiques mentionnées, ces deux modifications ont un impact important sur les batraciens du site. Ce constat étant fait, il convient de nuancer la situation.

En effet, la politique forestière moderne intègre la fonction écologique des forêts.

Figure 54 : certains secteurs du Jorat sont constitués de jeunes peuplements dominés par des feuillus

Ainsi, une diversification des peuplements, que ce soit en matière d'âges ou d'espèces, a lieu depuis une trentaine d'années. Comme il a été observé sur le terrain, ces efforts sont visibles dans les bois du Jorat : quelques zones abritent des peuplements d'âge

variés et dominés par des feuillus. De plus, des plans d'eau ont été créés à des fins écologiques et didactiques (cf. figure 54).

5.4 Caractérisation des massifs forestiers

Environ 2'000 pièces de bois mort et plus de 2'700 diamètres d'arbres ont été mesurés lors de cette étape. La détectabilité du bois mort varie fortement en fonction du degré de putréfaction mais également du couvert herbacé. Afin de ne pas créer un biais dans les résultats, il a été décidé, contrairement au protocole de l'IBP, de ne pas imposer de limite de temps pour la caractérisation des placettes. Ainsi, chaque placette a été caractérisée en une heure en moyenne. Le temps pour atteindre la placette suivante variait entre 5 et 15 min, en fonction de la distance et surtout du type de peuplement à traverser. Au total, 15 jours de terrain ont été nécessaires pour caractériser les 69 placettes. Cette méthode est donc très chronophage, notamment pour compter le volume de bois mort. Pour diminuer le temps nécessaire, il serait peut-être pertinent de se concentrer sur le bois mort d'un diamètre supérieur à 15 cm, et dont la décomposition a bien commencé.

5.5 Assèchement des plans d'eau

Comme il a été constaté lors du terrain, une part importante (environ 50 %) des plans se sont asséchés très rapidement, soit avant le 15 mai (cf. annexe 19). Ces plans d'eau ne permettent donc pas la reproduction des batraciens du site. Bien que cet assèchement soit en partie dû aux influences de la forêt (Maître & Jenni, 2007), à savoir l'aération du sol et la consommation de l'eau par les végétaux, le rôle des fossés de drainage n'est pas à négliger. Comme il a été présenté dans les analyses, la profondeur d'un plan d'eau est capitale pour empêcher son assèchement. Bien qu'aucun lien n'ait été identifié entre la présence d'eau courante et l'assèchement, cette information est à nuancer. En effet, plusieurs plans d'eau possédaient un écoulement d'eau lors de leur découverte en février mais aucun deux mois après, l'écoulement s'étant taris.

6. Mesures

Les mesures proposées ci-dessous s'appuient sur les résultats de l'étude, ainsi que sur la bibliographie citée dans le rapport.

6.1 Objectifs des mesures

Suite aux données biologiques obtenues lors de ce travail, deux objectifs stratégiques, visant à favoriser les communautés de batraciens du Jorat, ont pu être identifiés. Ces objectifs sont présentés ci-dessous, par ordre d'importance :

6.1.1 Renforcer la population de Sonneurs à ventre jaune

Dans cette étude, le Sonneur à ventre jaune est l'espèce inventoriée la plus rare et la plus menacée. Espèce prioritaire au niveau fédéral, il est primordial que des mesures en sa faveur soient mises en place. Ces mesures devront apporter une solution aux deux constats suivants :

- Les plans d'eau répondant aux exigences écologiques du Sonneur s'assèchent trop rapidement pour permettre une reproduction
- Les habitats terrestres ne sont pas adaptés aux besoins de l'espèce

6.1.2 Développer les populations des autres espèces présentes

Les espèces concernées par ces mesures sont la Grenouille rousse, le Triton alpestre et le Crapaud commun. Bien que ces espèces soient relativement abondantes sur le site, leur situation pourrait être améliorée. Les mesures proposées pour ces espèces répondront aux problèmes suivants :

- Les bois du Jorat sont pauvres en zones humides permanentes
- Une part importante des milieux terrestres est inhospitalière pour les batraciens

6.2 Propositions de mesures

Le tableau page suivante (cf. tableau 5) présente de manière synthétique les mesures choisies pour répondre aux objectifs identifiés au chapitre 6.1. Ces mesures sont de trois types, à savoir aménagement, entretien et gestion. L'aménagement concerne la création de nouveaux milieux et l'entretien s'applique pour des mesures ponctuelles et localisées (plans d'eau et périmètre proche). La gestion, de son côté, correspond à des mesures régulières, effectuées dans un rayon de 200 m autour de certains plans d'eau. Les plans d'eau qui ont été sélectionnés pour les mesures sont ceux accueillant au moins une espèce de batraciens. Des mesures sont également prévues sur le plan d'eau n°35 car il se situe très proche du n°34, qui accueille déjà trois espèces de batraciens. Ainsi, la

colonisation devrait être assurée rapidement. Les zones propices aux plans d'eau permanents ont été identifiées sur une ortho photo sur la base de deux critères, à savoir une faible présence de résineux et une plus-value en terme de connexion. Le but de ce critère est de créer un réseau de mares colonisables par chaque espèce. En ce qui concerne les plans d'eau temporaires, il conviendra de se concentrer dans un premier temps sur les zones proches des plans d'eau accueillant le Sonneur à ventre jaune. Des recommandations pour chaque mesure sont présentées page suivante (cf. tableau 6). Pour l'emplacement des mesures, se référer à l'annexe 20.

Tableau 5 : mesures, descriptions et espèces cibles

N° mesure	Type	Description	Espèce cible
1	Aménagement	Destruction des fossés de drainage	Toutes les espèces
2		Curage des plans d'eau existants et remodelage des berges	Grenouille rousse Triton alpestre Crapaud commun
3		Création de plans d'eau permanents	
4	Entretien	Création de plans d'eau temporaires	Sonneur à ventre jaune
5		Curage des plans d'eau en phase d'atterrissement	Grenouille rousse Triton alpestre Crapaud commun
6		Faucardage des plans d'eau envahis par les hélophytes	
7		Eclaircissement de la canopée des plans d'eau	Toutes les espèces
8	Gestion	Conservation des galettes racinaires de chablis et des ornières	Sonneur à ventre jaune Triton alpestre
9		Favorisation de l'éclaircissement au lieu des coupes forestières	Toutes les espèces
10		Réduction de la part de feuillus dans les nouvelles plantations	

Tableau 6 : recommandations pour les mesures

N° mesure	Mesure	Remarques
1	Destruction des fossés de drainage	Dans les zones les plus riches en batraciens (cf. annexe 20)
2	Curage des plans d'eau existants	Plans d'eau proches de populations existantes (cf. annexe 20)
3	Création de plans d'eau permanents	Dans les zones contenant peu de résineux Valorisation des cours d'eau pour garantir une eau permanente Cf. brochure *Aménagement d'un étang* (karch) Cf. N*otice pratique pour la conservation des batraciens forestiers* (karch)
4	Création de plans d'eau temporaires	Tous les 3 ans En annexe de mares pour valoriser les réservoirs d'eau Cf. *Notice pratique pour la conservation des batraciens forestiers* (karch) Cf. *Notice pratique pour la conservation du Sonneur à ventre jaune* (karch)
5	Curage des plans d'eau en phase d'atterrissement	Tous les 5 à 10 ans, en fonction de la vitesse d'atterrissement
6	Faucardage des plans d'eau envahis par les hélophytes	Tous les 5 à 10 ans, en fonction de la dynamique de végétation En alternance, faucardage sur la moitié de la surface pour limiter l'impact sur les autres groupes faunistiques et floristiques
7	Eclaircissement de la canopée	Tous les 7 à 10 ans, en fonction de la dynamique de végétation Conserver 10% à 30% de la canopée
8	Conservation des galettes racinaires de chablis et des ornières	Dans l'ensemble du site
9	Favorisation des éclaircissements au lieu des coupes forestières	Dans un rayon de 200 m autour des plans d'eau = Périmètre de gestion intégrée
10	Réduction de la part de feuillus dans les nouvelles plantations	

7. Conclusion et perspectives

Le travail effectué a permis d'apporter plusieurs informations sur les communautés de batraciens des bois du Jorat. Ainsi, quatre espèces de batraciens ont été inventoriées sur le site, à savoir la Grenouille rousse, le Triton alpestre, le Crapaud commun et le Sonneur à ventre jaune. Avec 10 plans d'eau occupés, le Triton alpestre est l'espèce la plus fréquente dans le secteur alors que le Sonneur à ventre jaune, rencontré dans deux plans d'eau, est l'espèce la plus rare.

En ce qui concerne les paramètres influençant la richesse spécifique des batraciens, plusieurs éléments sont apparus. Parmi les paramètres liés aux plans d'eau, la surface et la profondeur semblent avoir la plus forte influence positive. Du côté des habitats terrestres, une part importante de strate herbacée parait également favoriser la richesse spécifique des batraciens. Par contre, la prédominance de résineux, notamment dans les peuplements d'un âge avancé, pourrait avoir un impact négatif sur ce groupe. Bien qu'aucun lien n'ait été prouvé entre les coupes forestières et la richesse spécifique des amphibiens, ce résultat est à nuancer. En effet, il est probable que les coupes forestières aient des conséquences sur l'abondance de la Grenouille rousse, du Triton alpestre et du Crapaud commun. Pour ce qui est du Sonneur à ventre jaune, n'ayant été inventorié que dans des zones vierges de coupes forestières, il est possible qu'y soit plus sensible.

Dans cette étude, le principal facteur limitant les populations de batraciens qui a été identifié est le manque de plans d'eau. En effet, seule une dizaine de plans d'eau permanents a été découverte. De plus, parmi les 53 plans d'eau inventoriés, 27 se sont asséchés avant le 15 mai, soit trop tôt pour permettre la reproduction des batraciens du site. Cela est dû en grande partie au réseau de fossés de drainage installés pour augmenter la productivité sylvicole.

La mesure idéale pour favoriser les espèces du site serait de détruire les fossés de drainage et de permettre ainsi la création de zones humides dynamiques. Cependant, cela étant peu en accord avec l'exploitation forestière, d'autres mesures ont été proposées. Ces mesures permettront de garantir une bonne production de bois tout en encourageant les communautés de batraciens.

Après réalisation de cette étude, deux questions demeurent. Tout d'abord, le Triton palmé est-il vraiment absent de la zone ? Si oui, pourquoi ? Son absence a-t-elle un lien avec la gestion forestière du site ? Ensuite, quels sont les effectifs du Sonneur à ventre jaune, et quels sont les paramètres freinant sont abondance ? Les réponses à ces interrogations permettront peut-être d'apporter de nouvelles informations sur le lien entre la gestion forestière et les batraciens du plateau Suisse.

8. Bibliographie

8.1 Références consultées

Arpin, P. & Ponge, J. (1986). Influence d'une implantation récente de pin sylvestre sur le comportement de la nématofaune du sol, par comparaison avec un peuplement feuillu pur et un peuplement mélangé. *Pédobiologia, 29*(6), pp. 391-404.

Association Jorat, u. t. (2014). Villars-Tiercelin: Parc Naturel Périurbain du Jorat, Demande d'aides financières globales pour la création : plan de gestion 2016-2019, 185 p.

Association Jorat, u. t. (Décembre 2015). *Projet de parc naturel périurbain.* Villars-Tiercelin, 2 p.

Barandum, J., & Reyer, H. (1997). Reproductive Ecology of Bombina Variegata : Characterisation of Spawning ponds. *Amphibia-Reptilia*, 18 p.

Biosfera. (2006). *Société National de Protection de la Nature - Amphibiens*. Consulté le avril 9, 2016, sur http://www.snpn.com/spip.php?rubrique208

Bonneau, M., Brethes, A., Lelong, F., Levy, G., Nys, C., & Souchier, B. (1979). Effets de boisements résineux purs sur l'évolution de la fertilité du sol. *Revue Forestière Française, 31*, pp. 198-207.

Colburn, E. (2004). *Vernal Pools : Natural History and Conservation.* Blacksburg: The MacDonald and Woodward Publishing Company, 24 p.

CSNB. (n.d.). *Réseaux Mares de Bourgogne : Atlas Cartographie*. Récupéré sur Conservatoire d'espaces naturels de Bourgogne: http://www.cen-bourgogne.fr/index.php/actions-biodiversite/reseaux-mares-de-bourgogne/29-reseaux-mares-de-bourgogne--atlas-cartographie.html

Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biological Conservation, 128*, pp. 231-240.

De Fonseca, P., & Jocqué, R. (1982). The palmate newt Triturus helveticus helveticus (Raz.) in Flanders (Belgium). Distribution and habitat preferences. *Biological Conservation, 234*, pp. 297-307.

Demaynadier, P. G., & Hunter, M. L. (1998). Effects of Silvicultural Edges on the Distribution and Abundance of AMphibians in Maine. *Conservation Biology, 12*(2), pp. 340-352.

DGE. (2012). *Liste des espèces prioritaires en forêt pour le canton de Vaud.* Lausanne: canton de Vaud, 4 p.

Dolmen, D., Skei, J. K., & Blakar, I. (2008). Scandinavian amphibians : their aquatic habitat and tolerance to acidic water - a field study. *Fauna Norvegica*, pp. 15-29.

Eekhout, X. (2010). Sampling Amphibians and Reptiles. Dans J. Eymann, J. Degreef, C. L. Häuser, J. Monje, Y. Samyn, & D. VandenSpiegel, *Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories (ATBIs)* (Vol. 8, pp. 530-557). Brüssel: AbcTaxa.

Egan, R., & Paton, P. (2004). Within-pond parameters affecting oviposition by wood frogs and spotted salamanders. *Wetlands, 24*, pp. 1-13.

Feder, M. E. (1983). Integrating the ecology and physiology of plethondontid salamanders. *Herpetologica, 39*, pp. 291-310.

Gardner, T. (2001). Declining amphibian populations: a global phenomen in conservation biology. *Animal Biodiversity and Conservation, 24*(2), pp. 25-44.

Gibbs, J. P., & Shriver, W. G. (2005). Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians. *Wetland Ecology and Management, 13*, pp. 281-289.

Hamer, A., & McDonnell, M. J. (2008). Amphibian ecology and conservation in the urbanising world : A review. *Biological Conservation, 141*, pp. 2432-2449.

Hayes, T., Falso, P., Gallipeau, S., & Stice, M. (2010). The cause of global amphibian declines : a developmental endocrinologist's perspective. *The Journal of Experimental Biology, 213*, pp. 921-933.

Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L.-A., & Foster, M. S. (1994). *Measuring and monitoring biological diversity - standard methods for Amphibians* (éd. Biological Diversity Handbook Services). London: Smithsonian institution press, 364p.

Hocking, D. J., Connette, G. M., Conner, C. A., Scheffers, B. R., Pittman, S. E., Peterman, W. E., & Semlitsch, R. D. (2013). Effects of experimental forest management on a terrestrial, woodland salamander in Missouri. *Forest Ecology and Management 287*, pp. 32-39.

Indermaur, L., & Shmidt, B. R. (2011). Quantitative recommendations for amphibian terrestrial habitat conservation derived from habitat selection behavior. (t. E. America, Éd.) *Ecological Applications, 21*(7), pp. 2548-2554.

IUCN. (2008). *IUCN Red LIst Status*. Consulté le mars 28, 2016, sur IUCN Red List: http://www.iucnredlist.org/initiatives/amphibians/analysis/red-list-status

karch. (2012). *Notices pratiques pour la conservation des batraciens forestiers.* Neuchâtel, karch, 6 p.

karch. (2015, février 12). *Salamandre tachetée.* Consulté le avril 10, 2016, sur http://www.karch.ch/files/content/sites/karch/files/Doc%20%C3%A0%20t%C3%A9l%C3%A9charger/merkblatter%20FR/Salamandre_tachetee.pdf

Kats, L., & Ferrer, R. P. (2003). Alien predators and amphibian declines : review of two decades of science and the transition to conservation. *Diversity and Distribution, 9*, pp. 99-110.

Kiesecker, J., Blaustein, A. R., & Miller, C. L. (2001). Transfer of pathogen from fish to amphibians. *Conservation Biology, 15*, pp. 1064-1070.

Knapp, R., & Matthews, K. R. (2000). Non-native fish introductions and the decline of the mountain yellow-legged frog fromg within protected areas. *Conservations Biology, 14*, pp. 428-238.

Küry, D. (novembre 2003). *La salamandre tachetée.* Récupéré sur karch: http://karch.ch/files/content/sites/karch/files/Doc%20%C3%A0%20t%C3%A9l%C3%A9charger/merkblatter%20FR/Salamandre_tachetee.pdf, 2 p.

Lausanne, V. d. (2016, août 08). *Les forêts du Jorat*. Récupéré sur Lausanne: http://www.lausanne.ch/thematiques/nature-parcs-et-domaines/arbres-faune-et-flore/patrimoine-arbore/forets/les-forets-du-Jorat.html

Leresche, P.-A., Cherix, D., & Pellet, J. (2009). Analyse des migrations à la route des paysans (Jorat, Suisse) entre 1995-2005. *Bull. Soc. vaud Sc. nat., 91*(4), pp. 389-406.

Ligot, G., LeJeune, P., Rondeux, J., & Hébert, J. (2012). Assessing and Harmonizing Lying Deadwood Volume with Regional Forest Inventory Data in Wallonia (Souther Region of Belgium). (B. open, Éd.) *The Open Forest Science Journal*, pp. 15-22.

Loehle, C., Wigley, T. B., Shipman, P. A., Fox, S. F., Rutzmoser, S., Thill, R. E., & Melchiors, M. A. (2005). Herpetofaunal species richness responses to forest landscape structure in Arkansas. *Forest Ecology and Management, 209*, pp. 293-308.

LPO, R.-A., & GHRA. (2015). *Les Amphibiens et Reptiles de Rhône-Alpes.* Lyon: LPO coordination Rhône-Alpes, 448 p.

Maître, V., & Jenni, R. (2007). *Etude bibliographique sur la relation forêt - eau souterraine.* OFEV, Canton de Vaud et Canton de Fribourg, 16p.

Manenti, R., Ficetola, G. F., & De Bernardi, F. (2009). Water, streaam morphology and landscape : complex habitat determinants for the fire salamander Salamandra Salamandra. *Amphibia-Reptilia 30*, pp. 7-15.

McCormick, P., & Laing, J. A. (2003). Effects of increased phosphorus loading on dissolved oxygen in a subtropical wetland, the Florida Everglades. *Wetland Ecology and Management, 11*, pp. 199-216.

Meinich, L. (2008). A study of the impact of fish on the distribution of amphibians in an agricultural region. University of Neuchâtel, Department of Evolutionary Ecology and Ethology, Master.

Mermod, M., Zumbach, S., Borgula, A., Krummenacher, E., Lüscher, B., Pellet, J., & Schmidt, B. (2010). *Notice pratique pour la conservation du sonneur à ventre jaune.* Neuchâtel: karch.

Meyer, A., Zumbach, S., Schmidt, B., & Monney, J.-C. (2009). *Les amphibiens et les reptiles de Suisse.* Berne: Haupt, 336 p.

Miaud, C. (2005). *Méthodes d'inventaire et d'identification des Amphibiens.* le Bourget du Lac: Université de Savoie, 21p.

Ministry of Environment, L. a. (1998). *Inventory Methods for Pond-breeding Amphibians and Painted Turtle.* Province of British Columbia: Resources Inventory Committee, 93p.

OECD, & IUCN. (1996). *Guidelines for Aid Agencies for Improved Conservation and Sustainable Use of Tropical and Sub-Tropical Wetlands.* Paris: Organisation for Economic Co-operation and Developpement, 69p .

OFEV. (2009). *Etat de la biodiversité en Suisse - synthèse des résultats du Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) Etat: mai 2009.* Berne, Office fédéral de l'environnement, 112 p..

OFEV. (2011). Liste des espèces prioritaires au niveau national. Espèces prioritaires pour la conservation au niveau national, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne. *L'environnement pratique n°1103*, 132 p.

OFEV. (2012). *Inventaire fédéral des sites de reproduction de batraciens d'immportance nationale - Evaluation des sites de reproduction de batraciens et définition des seuils nationaux.* Berne: Confédération suisse, 12p.

Owens, A. k., Moseley, K. R., McCay, T. S., Castleberry, S. B., Kilgo, J. C., & Ford, M. W. (2008, January). Amphibian and reptile community response to coarse woody debris manipulations in upland loblolly pine (Pinus taeda) forests. *Forest Ecology and Management, 256*, pp. 2078 - 2083.

Patrelle, C. (2010). *Les complexes d'hybridation chez les grenouilles vertes : identification génétique, exigences écologiques et capacités d'acclimatation.* Université d'Angers. HAL, 232 p.

Pellet, J., & Schmidt, B. R. (2005). Monitoring distributions using call surveys: estimating site occupancy, detection probabilities and inferring absence. *Biological Conservation, 123*, pp. 27-35.

Pichenot, J. (2008). *Contribution à la biologie de la conservation du Sonneur à ventre jaune (Bombina variegata L.) - Ecologie spatiale et approche multi-échelles de la sélection de l'habitat en limite septentrionale de son aire de répartition.* Université de Reims Champagne-Ardenne. 191 p.

Piha, H. (2006). Impacts of Agriculture on Amphibians at Multiple Scales. 32. Helsinki: University of Helsinki, Faculty of Biosciences, Thèse de doctorat 125 p.

ProNatura. (2013). Réaliser des plans d'eau temporaires pour les amphibiens menacés. *Contribution à la protection de la Nature en Suisse*, 35 p.

Schmidt, B., & Zumbach, S. (2005). *Liste rouge des amphibiens menacés en Suisse.* Berne: Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) et Centre de coordination pour la protection des reptiles et des amphibiens de Suisse, 46p.

Semlitsch, R. D., & Skelly, D. K. (2007). Ecology and Conservation of Pool-Breeding Amphibians. Dans J. Aram, C. deMaynadier, & P. G. deMaynadier, *Science and Conservation of Vernal Pools in Northeastern North America*. Boca-Raton: CRC Press. doi:10.1201/9781420005394.ch7, pp. 127-147.

Semlitsch, R. D., Todd, B. D., Blomquist, S. M., Calhoun, A. J., Gibbons, J. W., Gibbs, J. P., . . . Rothermel, B. B. (2009, November). Effects of Timber Harvest on Amphibians Populations: Understanding Mechanisms from Forest Experiments. *Bioscience, 59*(10), pp. 853-862.

Skelly, D. K. (2005, juin). Canopy closure and amphibian diversity in forested wetlands. *Wetlands Ecology and Management, 13,*, pp. 261-268.

Skidds, D. E., Golet, F. C., Paton, P. W., & Mitchell, J. C. (2007). Habitat Correlates of Reproductive Effort in Wood Frogs and Spotted Salamanders in an Urbanizing Watershed. *Journal of Herpetology, Vol. 41, No. 3*, pp. 469-450.

Smith, R., & Sutherland, W. J. (2014). *Amphibian conservation : Global evidence for the effects of interventions.* Exeter: Pelagic Publishing, 279p.

Sonnay, V. (2012). Improving forest management practices for amphibians: the relative effect of local and landscape parameters. Lausanne: Université de Lausanne, Faculté de biologie et médecine, Master.

Suislepp, K., Rannap, R., & Lõhmus, A. (2011). Impacts of artifical drainage on amphibian breeding sites in hemiboreal forests. (Elsevier, Éd.) *Forest Ecology and Management, 262*, pp. 1078-1083.

Sutherland, W., Dicks, L. V., Ockendon, N., & Smith, R. K. (2015). *What works in Conservation.* Cambridge: Open Book Publishers. Récupéré sur http://dx.doi.org/10.11647/OBP.0060

Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2013). *Herpetology - An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles* (éd. 4th). (A. Press, Éd.) Cambridge: Elsevier 757 p.

Vorbuger, C. (novembre 2003). *Les grenouilles vertes.* Récupéré sur karch: http://karch.ch/files/content/sites/karch/files/Doc%20%C3%A0%20t%C3%A9l%C3%A9charger/merkblatter%20FR/Grenouilles_vertes.pdf, 2p.

Werner, E. E., Skelly, D. K., Relyea, R. A., & Yurewicz, K. L. (2007). Amphibian species richness across environmental gradients. *Oikos 116*, pp. 1697-1712.

8.2 Autres références

8.2.1 Bases légales

Fédérales

Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN),

Etat le 12 octobre 2014, Source : RS 451, 1966

Loi fédérale sur la protection des eaux (Leaux),

Etat le 1er janvier 2016, Source RS 814.20, 1991

Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN),

Etat le 1er mars 2015, Source : RS 451.1, 1991

Loi fédérale sur les forêts (LFo),

Etat le 1er juillet 2013, Source RS 921.0, 1991

Ordonnance sur les parcs d'importance nationale (OParcs),

Etat le 1er septembre 2014, Source 451.36, 2007

Cantonales

Loi forestière (LFo)

Etat le 8 mai 2012, Source : 921.01, 1994

8.2.2 Sites internet

Biosfera, 2006. *Société National de Protection de la Nature - Amphibiens.* [En ligne]
Available at: http://www.snpn.com/spip.php?rubrique208
[Accès le 9 avril 2016].

CSCF, 2016. *Centre suisse de cartographie de la faune.* [En ligne]
Available at: http://www.cscf.ch/
[Accès le 10 avril 2016].

IUCN, 2008. *IUCN Red LIst Status.* [En ligne]
Available at: http://www.iucnredlist.org/initiatives/amphibians/analysis/red-list-status
[Accès le 28 mars 2016].

karch, 2016. *amphibiens de Suisse.* [En ligne]
Available at: http://www.karch.ch/karch/page-26903.html
[Accès le 09 avril 2016].

karch, 2015. *Salamandre tachetée.* [En ligne]
Available at:
http://www.karch.ch/files/content/sites/karch/files/Doc%20%C3%A0%20t%C3%A9l%C3%A9charger/merkblatter%20FR/Salamandre_tachetee.pdf
[Accès le 10 avril 2016].

Prevision-Meteo, 2016. *Climat mensuel pour Villars-Tiercelin (Suisse)*. [En ligne]
Available at :
http://www.prevision-meteo.ch/climat/mensuel/montreux-clarens
[Accès le 15 avril 2016]

8.2.3 Communications personnelles

Jérome Pellet : entretien et communication d'octobre 2015 à juillet 2016

Jacques Thiébaud : entretien et communication de 2012 à 2016

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

« Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens? »

Le cas du parc périurbain du Jorat (VD)

ANNEXES

Thèse de bachelor présentée par :

Eliott Casnabet

pour l'obtention du titre Bachelor of Science HES-SO en Gestion de la Nature

Genève, 19 août 2016

Liste des annexes

Annexe 1 : Carte des observations de batraciens

Annexe 2 : Carte de recherche des plans d’eau

Annexe 3 : Fiche de terrain – recherche et description des plans d’eau

Annexe 4 : Fiche de terrain – inventaire des batraciens

Annexe 5 : Fiche de terrain – caractérisation des placettes

Annexe 6 : Présentation de l’IBP

Annexe 7 : Méthodologie de caractérisation des habitats terrestres

Annexe 8 : Méthodologie pour la valeur des plans d’eau

Annexe 9 : Plans d’eau découverts

Annexe 10 : Carte du parcellaire forestier

Annexe 11 : Cartes des types de plans d’eau

Annexe 12 : Description des plans d’eau

Annexe 13 : Batraciens inventoriés

Annexe 14 : Cartes de richesse spécifique des plans d’eau

Annexe 15 : Cartes de valeur des plans d’eau

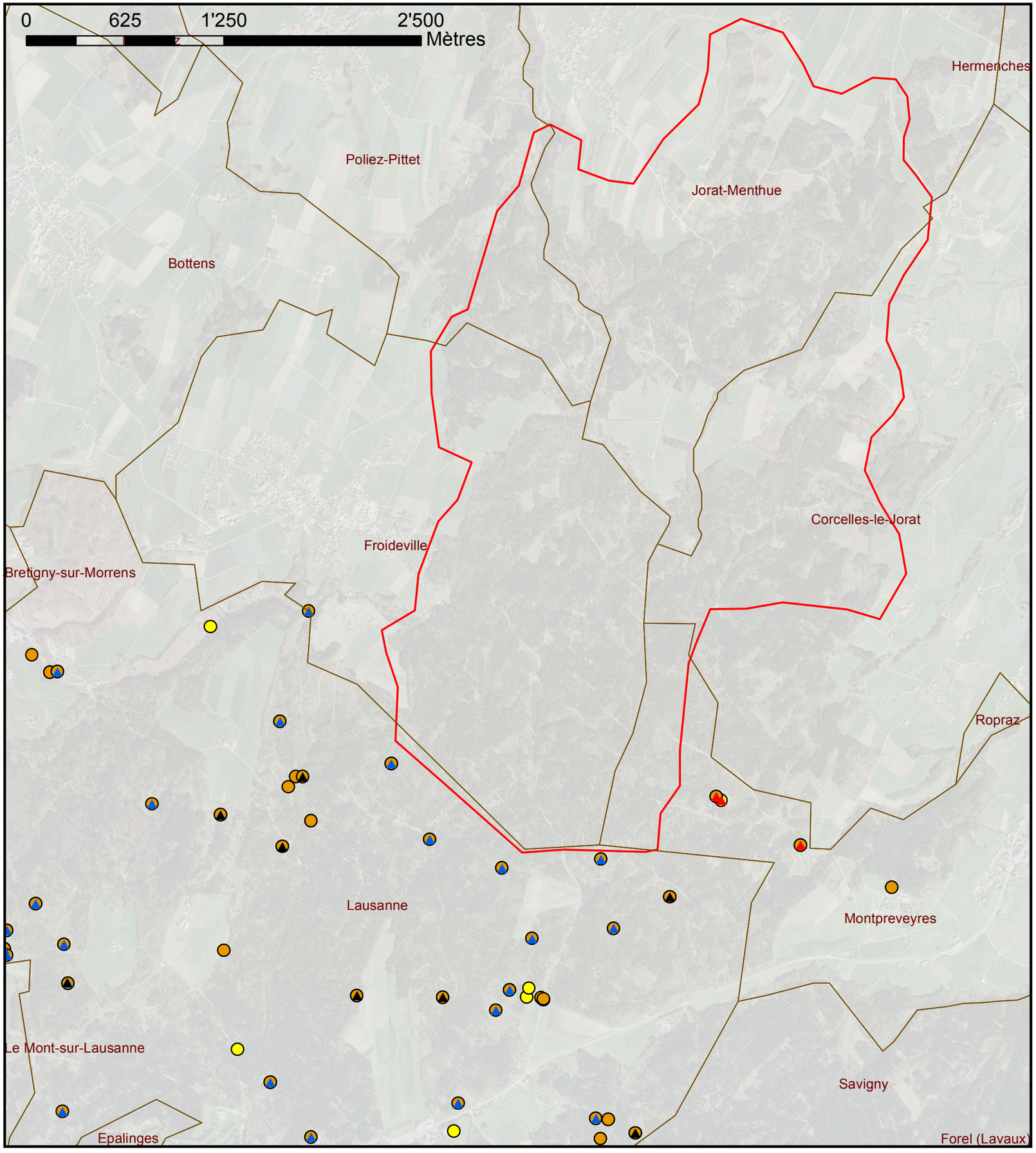
Annexe 16 : Coordonnées et carte des placettes

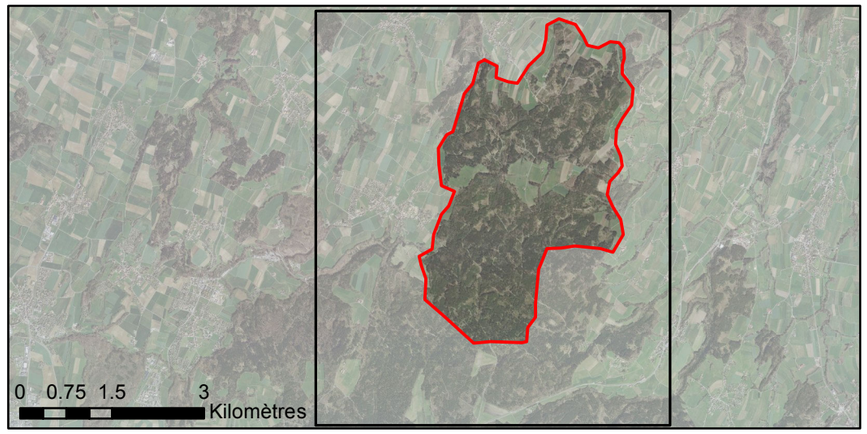
Annexe 17 : Détail des résultats des placettes

Annexe 18 : Carte des coupes forestières depuis 2000

Annexe 19 : Cartes d’assèchement des plans d’eau

Annexe 20 : Carte de localisation des mesures





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 1

Carte des observations de batraciens

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, karch 2016

Date: 18.08.2016

Légende

Amphibiens observés

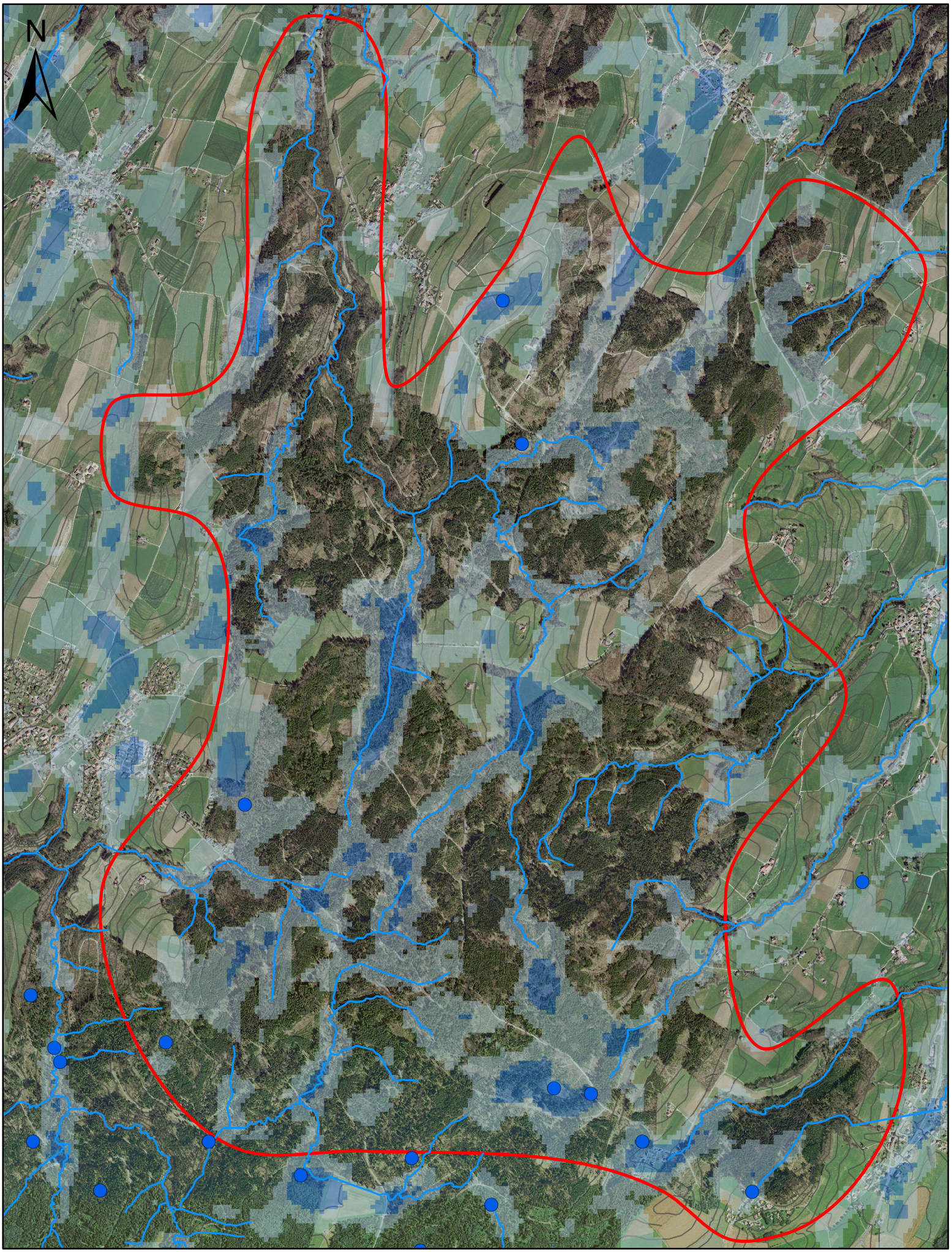
- Grenouille rousse
- Crapaud commun
- Salamandre tachetée
- Triton alpestre
- Triton palmé

- Périmètre d'étude final
- Commune

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale



Légende

- Mouilles et gouilles connues
- Cours d'eau
- courbe de niveau (5m)
- Périmètre d'étude inital

0 250 500 1'000
Mètres

Annexe 2
Carte de recerche des plans d'eau

Annexe 3 : Fiche de terrain - recherche et description des plans d'eau

Date :

n°	Coordonnées GPS		Surface (m2)	Prof. max (m)	Eau		Ouverture canopée (%)	Poissons
	x	y			Cour.	Stagn.		

Annexe 4: Fiche de terrain - inventaire des batraciens

Date : **Heure d'arrivée :** **Météo :** **Température :**

N° Plan d'eau	Espèce	Adulte	Sub.	Juv.	Lar.	Ponte	Détermination	Remarque

Annexe 5 : Fiche de terrain - caractérisation des placettes

Date :
N° placette :

Strate herbacée (%) :
Strate arbustive (%) :
Part de résineux (%) :

	Bois mort		Diamètre des espèces arborées	
	diamètre médian	longueur	Transect 1	Transect 2
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				

METHODES DE RELEVE DE L'INDICE DE BIODIVERSITE POTENTIELLE (IBP)

Ce document présente les différentes méthodes pour relever l'IBP dans une parcelle, une forêt ou un massif. Il ne décrit pas l'IBP dont la définition est détaillée dans la plaquette de présentation de l'IBP[1] (Larrieu et Gonin, 2013) et rappelée en annexe.

SOMMAIRE

1 - QUELLE METHODE CHOISIR ? p. 1
2 - RELEVE DE L'IBP PAR PARCOURS (EN PLEIN OU PARTIEL) p. 2
3 - RELEVE DE L'IBP PAR ECHANTILLONNAGE p. 5
4 - ANALYSE ET REPRESENTATION DE L'IBP A L'ECHELLE D'UNE FORET OU D'UN MASSIF p. 8

Annexe 1 - Fiches de relevé et fiche de définition de l'IBP p. 10

1 - QUELLE METHODE CHOISIR ?

L'IBP doit être décrit séparément par peuplement[2], éventuellement par type de peuplement s'ils sont composés de peuplements assez homogènes du point de vue des facteurs IBP et peu éloignés géographiquement. Trois méthodes sont possibles :

- **parcours en plein** : la totalité du peuplement est parcourue par une succession de virées régulières,
- **parcours partiel** : seule une fraction du peuplement est parcourue (par ex. une virée sur deux),
- **échantillonnage** : les relevés IBP sont réalisés sur des placettes réparties selon un plan d'échantillonnage statistique.

Pour réduire le temps imputable au diagnostic IBP, il est préférable de **relever l'IBP conjointement avec une autre opération de description ou d'inventaire** (description de parcelles, inventaire dendrométrique, inventaire typologique…), ce qui permet de mutualiser le temps de parcours et un certain nombre d'observations (essences, grosseur des bois...).

Le **parcours en plein est la méthode la plus simple, utilisable dans tous les peuplements**, nécessitant peu de matériel et sans calculs complexes. Par contre, les autres méthodes peuvent être mieux adaptées et plus rapides dans certaines situations :

CHOIX DE LA METHODE DE RELEVE

❖ vous relevez l'IBP dans une parcelle lors de la visite préalable à une coupe ou à une intervention sylvicole

➡ noter l'IBP séparément dans chaque peuplement de la parcelle au moment de la visite :

* surface du peuplement < 1,5 ha ➡parcours en plein (p. 2)
* surface du peuplement > 8-10 ha ➡parcours partiel (p. 2)
* surface du peuplement entre 1,5 et 8-10 ha
  - difficultés d'observation : faible visibilité (< 10-15m), peuplement difficilement pénétrable ou relief accidenté ➡parcours partiel (p. 2)
  - peuplements très homogènes (taillis de châtaignier, jeune plantation…) ➡parcours partiel (p. 2)
  - autres cas ➡parcours en plein (p. 2)

Remarque : parcours partiel et en plein peuvent être associés dans la même parcelle en fonction des peuplements qui la composent

❖ vous relevez l'IBP dans une forêt lors d'un diagnostic ou pour l'élaboration d'un plan de gestion :

* un échantillonnage systématique est prévu pour décrire les peuplements ➡échantillonnage (p. 5)
* un parcours des parcelles est prévu pour décrire les peuplements

➡ noter l'IBP séparément dans chaque peuplement (ou éventuellement types de peuplement) au moment de la description :

- surface du peuplement < 1,5 ha ➡parcours en plein (p. 2)
- surface du peuplement > 8-10 ha ➡parcours partiel (p. 2)
- surface du peuplement entre 1,5 et 8-10 ha
  . difficultés d'observation : faible visibilité (< 10-15m), peuplement difficilement pénétrable ou relief accidenté ➡parcours partiel (p. 2)
  . peuplements très homogènes (taillis de châtaignier, jeune peuplement, plantation…) ➡parcours partiel (p. 2)
  . autres cas ➡parcours en plein (p. 2)

Remarque : parcours partiel et en plein peuvent être associés dans la même forêt en fonction des peuplements qui la composent

❖ vous relevez l'IBP dans un massif ou sur un territoire :

➡ choisir la méthode selon l'objectif recherché, les caractéristiques des peuplements (surface, visibilité, relief) et les autres observations prévues

[1] Documents disponibles sur internet : www.foretpriveefrancaise.com/ibp

[2] Peuplement : plus petite partie d'un boisement, homogène du point de vue de la composition et de la structure. Les peuplements qui présentent des analogies peuvent faire l'objet de regroupements synthétiques en types de peuplement sur la base de caractéristiques jugées déterminantes (structure, composition, capital sur pied...).

2 - RELEVE DE L'IBP PAR PARCOURS (EN PLEIN OU PARTIEL)

▶ Etapes préalables

Délimitation des peuplements[2] et calcul des surfaces : il n'est pas nécessaire d'utiliser une typologie des peuplements spécifique pour réaliser les relevés IBP. Les peuplements correspondent donc aux unités de gestion habituelles des gestionnaires, en particulier à celles décrites dans les documents de gestion. En l'absence de typologie préexistante, on pourra utiliser la typologie exposée dans le document « Description des peuplements dans le cadre du relevé de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) »[1], cette typologie nationale inspirée de l'IFN étant destinée à faciliter les comparaisons entre peuplements.
Les peuplements peuvent être délimités et leur surface calculée :

- **soit avant le relevé IBP** à partir des documents de gestion, des photos aériennes et des cartographies existantes (IFN…), éventuellement complétées par une reconnaissance de terrain. Si nécessaire, les limites pourront évoluer lors du relevé IBP, ce qui nécessitera de recalculer les surfaces.
- **soit au fur et à mesure du relevé IBP**, en observant les variations de structure et de composition des peuplements. Les surfaces peuvent être estimées sur le terrain, mais elles sont le plus souvent calculées après report des limites sur plan. Cette solution n'est envisageable que si la typologie est relativement simple et la surface limitée, car il est difficile de délimiter les peuplements simultanément avec le relevé IBP.

Si un diagnostic IBP a déjà été réalisé dans la forêt, on reprendra les mêmes limites pour pouvoir comparer les résultats, sauf si des modifications majeures sont intervenues (peuplement partiellement régénéré, transformé ou détruit par une tempête…). Il est donc souhaitable de **reporter sur carte les limites de peuplements** pour permettre cet éventuel suivi dans le temps.

Recueil d'informations : pour faciliter les relevés et établir au mieux le cheminement, repérer sur photos aériennes et cartes (IGN, forestières…) les types de stations, les milieux rocheux, les milieux aquatiques (réseau hydrographique, sources, mares…), les zones ouvertes, l'ancienneté des peuplements et les autres particularités (îlots de sénescence…).

GPS : si possible, reporter les différentes informations sur GPS, en particulier les limites de peuplements.

Fiche de relevé : utiliser le modèle en annexe 1 ou s'en inspirer pour établir une fiche adaptée aux peuplements décrits.

Cheminement : en fonction du type de parcours retenu et des informations recueillies, prévoir un cheminement qui pourra être ajusté sur le terrain.

▶ 1er cas = parcours en plein du peuplement

Tout le peuplement est parcouru de manière homogène, en **virées régulières** réparties selon le relief (voir fig. 1). Attention à ne pas compter deux fois les mêmes éléments entre 2 observateurs voisins ou lors d'un retour de virée. Pour cette raison, le cheminement se fera de préférence parallèlement au petit côté pour réduire le temps entre les retours de virées.

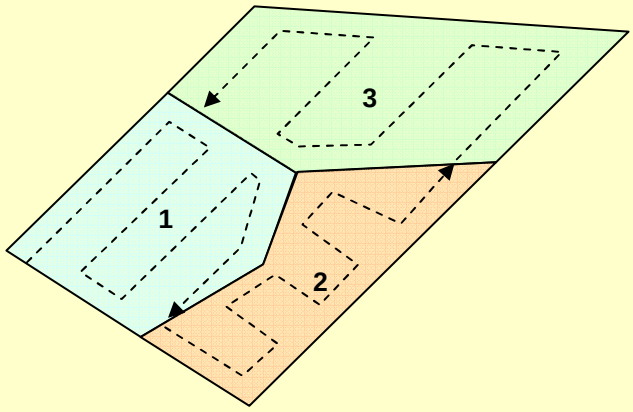


Figure 1 - Exemple de parcours en plein
(à une personne)
dans une parcelle composée
de 3 peuplements

Relevés IBP réalisés séparément dans chaque peuplement.
Largeur de la bande décrite de part et d'autre du cheminement adaptée au peuplement : plus importante dans le peuplement 3 qui est homogène et a une meilleure visibilité.

▶ 2ème cas = parcours partiel du peuplement

L'IBP n'est relevé que sur une partie du peuplement pour diminuer le temps de parcours. Deux types de parcours sont possibles :

- **parcours partiel continu et linéaire**. Le relevé IBP s'effectue le long d'un cheminement systématique fonction du relief, par exemple en espaçant les virées (voir fig. 2 et 5). La zone parcourue doit couvrir **au moins 15 % du peuplement** et **au moins 1 ha**. Elle doit être représentative du peuplement, recouper le maximum de la variabilité (topographie, talweg, rochers…) et prendre en compte les bordures. Cette méthode est la plus proche de celle utilisée en description de parcelles et elle s'adapte bien au **relevé simultané de l'IBP et des données sur le peuplement**.

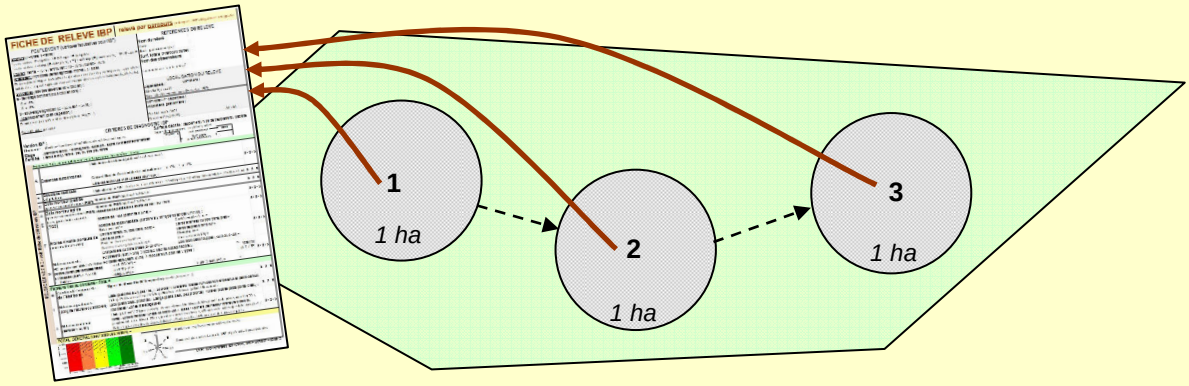
  La surface parcourue (largeur x longueur des bandes) doit être connue pour calculer certains facteurs IBP (densités/ha du bois mort, des TGB, des microhabitats ; % des strates, milieux ouverts). La **largeur** est choisie au préalable (voir ci-après) et reste constante pendant tout le cheminement. La **longueur** est déterminée sur carte si la forme du peuplement est simple (voir fig. 5) ou à l'aide d'un GPS et de sa fonction trace (voir fig. 2) ; dans ce cas, les détours du tracé, par exemple pour aller voir un arbre particulier ou simplement à cause de l'imprécision momentanée du GPS, seront lissés avec un logiciel cartographique pour ne prendre en compte que la longueur de la bande parcourue).

Figure 2 - Exemple de parcours partiel (à une personne) dans un peuplement sur terrain en pente

L'IBP est décrit le long d'un cheminement de 2750 m (en noir) sur une largeur de 2 x 15 m, soit une surface parcourue d'environs 8,25 ha dans le peuplement qui couvre 20 ha (41 %).

- **<u>parcours partiel discontinu sur des placettes circulaires</u>**. Le parcours est constitué d'une ou plusieurs **placettes de 1 ha** (**maxi 5 à 7 placettes** / peuplement)**,** réparties de manière systématique ou aléatoire, avec un **taux d'échantillonnage de 15 à 30 %** (voir fig. 3). L'intérêt de cette méthode est de faciliter la délimitation de la zone parcourue et d'en connaître la surface avant le relevé IBP. Comme pour le parcours linéaire, **il est impératif d'effectuer le relevé sur la même fiche lorsqu'on passe à la placette suivante** car on ne peut pas relever les données séparément sur chaque placette puis en faire la moyenne (avec un relevé par placette, on est dans le cas de l'échantillonnage qui nécessite un calcul de l'IBP plus complexe ; voir chapitre « Relevé par échantillonnage »).
  Repérage des placettes : soit préalablement au bureau avec report sur carte ou GPS, soit au moment du relevé IBP si le peuplement est relativement simple.

Figure 3 - Exemple de parcours partiel discontinu sur des placettes circulaires

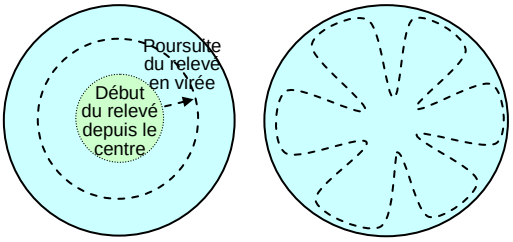


Données brutes recueillies successivement dans chaque placette et retranscrites sur la même fiche ; score IBP calculé à la fin du parcours et non sur chaque placette.

Cheminement et limites de placettes : se positionner au centre de la placette, puis la parcourir **de manière homogène**, en se détournant de l'axe du cheminement pour aller voir les éléments remarquables, l'utilisation d'un GPS en **mode trace** permettant de vérifier le parcours (voir fig. 4). Il n'est pas nécessaire de matérialiser la placette, mais les arbres limites doivent pouvoir être identifiés. Pour cela, on pourra utiliser le GPS si la réception est suffisante (précision < 6-8 m, la plage horaire optimale étant consultable avec le logiciel Trimble Planning : http://www.trimble.com/planningsoftware_ts.asp?Nav=Collection-8425 ; pour déterminer la limite extérieure d'une placette circulaire : enregistrer un Waypoint au centre et mesurer la distance horizontale par rapport au centre grâce à la fonction Navigation du GPS). Sinon, on pourra utiliser un topofil, voire un télémètre si la visibilité est bonne.

Figure 4 - Cheminement dans les placettes circulaires pour relever l'IBP

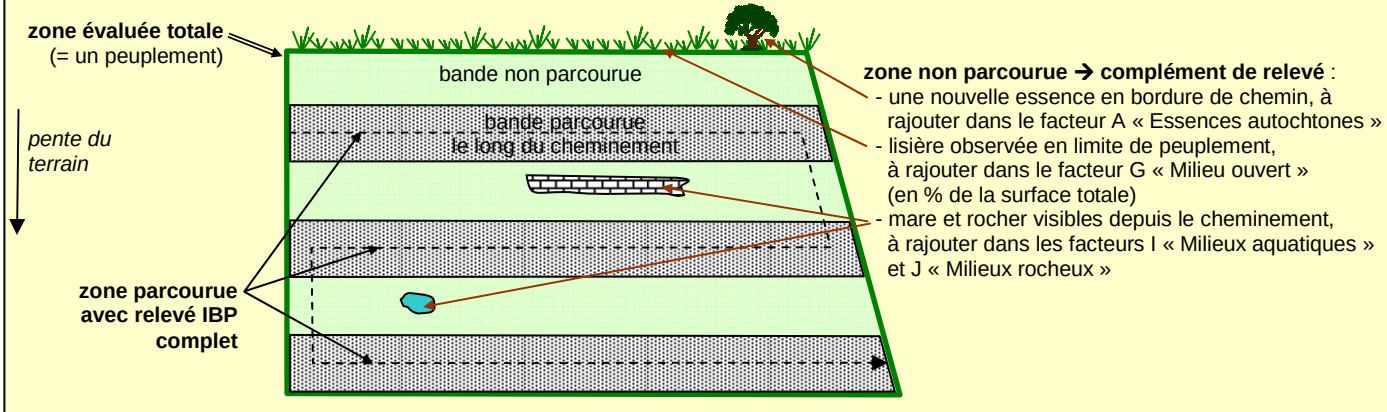
déplacement en cercles concentriques
(similaire à un déplacement en virée ;
plus adapté sur terrain en pente
ou si mesure du rayon au télémètre
ou encore quand il y a 2 observateurs)



déplacement en étoile
(plus adapté si mesure du rayon au topofil ;
diminue le risque de double comptage en
réduisant la durée entre l'observation des
mêmes arbres lors de 2 virées successives)

<u>Dans les deux cas de parcours partiel, il est nécessaire de compléter ce relevé IBP par des observations dans la zone non parcourue</u> pour 4 facteurs pouvant être mal représentés dans la zone parcourue : **milieux aquatiques, milieux rocheux, lisières et essences**. Ces observations sont effectuées rapidement lors du cheminement ou en se déplaçant d'une placette à l'autre, sans parcourir le reste du peuplement, éventuellement en se détournant ponctuellement vers les zones remarquables : bordures et particularités du relief (talweg, falaise..). Les données sont reportées sur la même fiche de relevé ; pour les lisières, la longueur est convertie en surface avec une largeur standard de 2 m, puis le % est calculé par rapport à la surface totale du peuplement.

Figure 5 - Exemple de parcours partiel (à une personne) dans un peuplement homogène sur terrain en pente



L'IBP est décrit dans les bandes grises, en sautant une virée sur deux, soit sur 50% du peuplement (si l'espacement est moins régulier, calculer la surface parcourue avec la largeur et la longueur des bandes).
Dans la zone non parcourue (bandes en vert), on observe les 4 facteurs nécessaires à l'évaluation complète de l'IBP (A, G, I, J) et on reporte les données sur la même fiche. Les observations sont réalisées depuis les bandes parcourues, éventuellement en se détournant du cheminement.

▶ Phase de terrain

Cheminement : la largeur de peuplement observée de part et d'autre du cheminement sera comprise entre **10 et 25 m maxi.**, même en cas de bonne visibilité (valeur ramenée à l'horizontale sur forte pente) :

- 10 à 15 m dans le cas de peuplement à faible visibilité (par ex. taillis dense) ou sur terrain très accidenté,
- 15 à 20 m dans le cas de peuplement à visibilité moyenne (par ex. futaie avec léger sous-étage) et terrain peu accidenté,
- 20 à 25 m dans le cas de peuplement à bonne visibilité (par ex. futaie adulte sans sous-étage) et terrain non accidenté.

Suivre le cheminement (utiliser le mode trace du GPS pour vérifier le parcours) en se détournant pour aller voir les éléments remarquables à l'intérieur de la bande décrite.

Recueil des données lors du parcours : reporter sur la fiche tous les éléments qui permettront de déterminer l'IBP (liste des essences, nombre de bois mort, surface trouées…), dès l'entrée du peuplement puis au fur et à mesure du relevé. Dès que le nombre d'éléments nécessaires pour obtenir le score 5 est atteint pour l'un des facteurs, on lui attribue cette valeur maximale et il n'est plus nécessaire de poursuivre les observations le concernant car les relevés sont « plafonnés » (inutile de compter au-dessus du seuil maximal). Sinon, le score est donné en fin de parcours.

Durée : l'effort de prospection doit être standardisé pour éviter de surestimer (plus rarement sous-estimer) certains facteurs, le plus simple étant de fixer une durée de prospection maximale, à moduler en fonction du relief et des caractéristiques du peuplement (visibilité, pénétrabilité, homogénéité, surface) : **15-20 min / ha parcouru / personne** sont le plus souvent suffisantes (24 à 32 ha par jour et par personne), durée pouvant atteindre 10 ou 25 min dans les cas extrêmes. Cette durée incluant le temps de parcours, la durée du seul relevé IBP sera **plus faible s'il est couplé à d'autres observations** (description de parcelles, relevé dendrométrique…). Tenir compte d'une **phase d'apprentissage** pendant laquelle la durée est augmentée d'au moins 50 %.

Matériel et documents :

- compas ou mètre ruban,
- fiches de relevé, fiche de définition IBP, Foire aux questions,
- données éventuelles sur la forêt (carte des peuplements, stations, milieux rocheux…),
- pour se repérer et cas du parcours partiel : GPS ou télémètre (ou topofil) + éventuellement clisimètre et boussole.

▶ Calcul de l'IBP

Pour les facteurs définis avec des densités/ha (C, D, E et F), les valeurs IBP sont déterminées en tenant compte de la surface parcourue en **ramenant les seuils / ha à des seuils / surface parcourue**, ce qui peut rendre les valeurs IBP moins pertinentes dans le cas de petites surfaces (< 0,25 ha). A titre d'exemple pour 2,5 ha, 0,66 ha et 0,25 ha :

Tableau 1 - Effectifs et seuils IBP ramenés à la surface parcourue, nécessaires à la détermination des valeurs IBP

	Facteurs	Surface parcourue (ha)	Densité / surface parcourue				
			score = 0	seuil	score = 2	seuil	score = 5
C et D	Bois mort sur pied de « grosse » circonférence Bois mort au sol de « grosse » circonférence	2,5	0 à 2 troncs	2,5	3 à 7 troncs	7,5	8 troncs et plus
		1	**0 tronc**	**1**	**1 à 2 troncs**	**3**	**3 troncs et plus**
		0,66	0 tronc	0,7	1 tronc	2	2 troncs et plus
		0,25	0 tronc	0,2	0 tronc	0,7	1 tronc et plus
E	Très gros bois vivants	2,5	0 à 2 pieds	2,5	3 à 12 pieds	12,5	13 pieds et plus
		1	**0 pied**	**1**	**1 à 4 pieds**	**5**	**5 pieds et plus**
		0,66	0 pied	0,7	1 à 3 pieds	3,3	4 pieds et plus
		0,25	0 pied	0,2	1 pied	1,2	2 pieds et plus
F	Arbres vivants porteurs de microhabitats	2,5	0 à 2 pieds	2,5	3 à 14 pieds	15	15 pieds et plus
		1	**0 pied**	**1**	**1 à 5 pieds**	**6**	**6 pieds et plus**
		0,66	0 pied	0,7	1 à 3 pieds	4	4 pieds et plus
		0,25	0 pied	0,2	1 pied	1,5	2 pieds et plus

3 - RELEVE DE L'IBP PAR ECHANTILLONNAGE

L'IBP est relevé sur des placettes d'échantillonnage, simultanément avec l'inventaire par échantillonnage dendrométrique ou typologique lorsqu'il a lieu.

▶ Etapes préalables

Délimitation des peuplements : elle n'est pas indispensable avant de relever l'IBP, la typologie étant réalisée après l'inventaire. Par contre, on peut exclure les zones dans lesquelles les relevés IBP seraient moins pertinents (prébois…).

Recueil d'informations : pour faciliter les relevés, il est utile de recenser et cartographier les données concernant les types de stations, les milieux rocheux, les milieux aquatiques (réseau hydrographique, sources, mares…), l'ancienneté des peuplements et les autres particularités (îlots de sénescence, arbres remarquables…).

GPS : de préférence, reporter les données sur **GPS**, en particulier le centre des placettes et leur limite.

Fiche de relevé : utiliser le modèle en annexe 1 ou s'en inspirer pour établir une fiche adaptée aux peuplements décrits.

▶ Plan d'échantillonnage IBP

L'IBP est relevé sur des placettes d'échantillonnage aux caractéristiques standards suivantes :

- **surface et forme des placettes IBP** = **0,20 ha**, **circulaire** (voir forme des placettes et rayon dans tab. 2).
- **répartition des placettes IBP :**
  - si un autre inventaire par échantillonnage est prévu : on fera coïncider la répartition des placettes IBP avec celle des placettes de l'inventaire dendrométrique ou typologique (voir ex. en fig. 6). Si cet échantillonnage n'est pas de 1 placette / ha, on vérifiera que les placettes IBP couvrent **10 à 30 % de la surface** totale avec **1 placette pour 0,6 à 3 ha**. Si le taux d'échantillonnage est insuffisant (<10%), on augmentera la taille des placettes IBP à 0,33 ha ; s'il est trop élevé (plus de 1 placette / 0,6 ha), on notera l'IBP sur une partie des placettes d'inventaire en les choisissant de manière systématique ou aléatoire.
  - s'il n'est pas prévu d'autre inventaire : disposer **1 placette / ha** selon une **grille de points systématique**.

Tableau 2 – Rayon des placettes d'échantillonnage en fonction de la pente

Les surfaces étant calculées dans un plan horizontal, les distances mesurées sur le terrain doivent être corrigées sur les terrains en pente (> 10 %). La correction est automatique avec les télémètres avec correction de pente. Sinon, il faut mesurer la pente au clisimètre et appliquer la correction suivante : soit p (%) la pente, Dt la distance mesurée sur le terrain et Dh la distance à l'horizontale :

$$Dt = Dh \times \sqrt{(1 + p^2.10^{-4})}$$

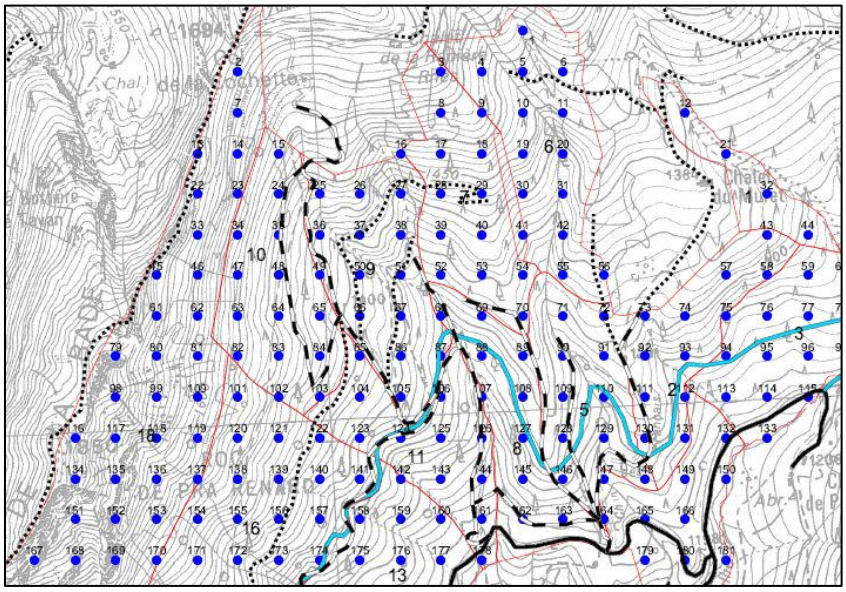
Application aux placettes circulaires de 0,20 et 0,33 ha qui peuvent avoir 2 formes possibles :

- **circulaire dans un plan horizontal**, avec un rayon fixe à l'horizontale (25,2 m et 32,6 m), mais variable selon la pente ; il est préférable d'utiliser un télémètre correcteur de pente, sinon il faut appliquer la correction à chaque rayon en fonction de la pente (voir tab. ci-contre, colonne 2).
- **circulaire sur le terrain** (ellipse sur un plan horizontal), avec un rayon fixe quelle que soit la pente, qui est fonction de la plus grande pente du terrain (voir tableau ci-contre, colonne 3). Cette méthode a l'intérêt d'être plus simple (sauf si utilisation d'un télémètre correcteur de pente) et de réduire la distance dans le sens de la plus grande pente par rapport aux placettes précédentes dans le cas de terrains en très forte pente.

Colonne 1 **Pente (%)**	Colonne 2 **Placette circulaire dans un plan horizontal Rayon variable (m)**		Colonne 3 **Placette circulaire sur le terrain (ellipse dans un plan horizontal) Rayon fixe (en m)**	
	Placette de 0,20 ha	**Placette de 0,33 ha**	**Placette de 0,20 ha**	**Placette de 0,33 ha**
0	25,2	32,6	25,2	32,6
30	26,3	34,0	25,8	33,3
40	27,2	35,1	26,2	33,8
50	28,2	36,4	26,7	34,4
60	29,4	38,0	27,2	35,2
70	30,8	39,8	27,9	36,0
80	32,3	41,7	28,6	36,9
90	33,9	43,8	29,3	37,8
100	35,7	46,1	30,0	38,7
110	37,5	48,4	30,8	39,7
120	39,4	50,9	31,5	40,7

Figure 6 – Plan d'échantillonnage IBP

Exemple de la forêt de la Combe d'Aillon (73) : 1 placette de 0,20 ha / ha



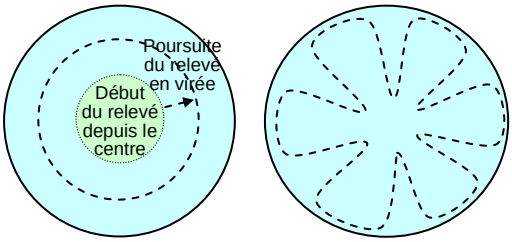
▶ Phase de terrain

Sous-placette : si la placette est **hétérogène** du point de vue du peuplement ou de la fertilité (stations « moyennement fertile ou fertile » et « peu ou très peu fertile »), il ne faut pas déplacer la placette mais la **diviser en autant de sous-placettes** que de peuplement ou de fertilité en remplissant une fiche de relevé par sous-placette (bien noter leur surface). En particulier, les **zones improductives** (route forestière, ligne électrique…) incluses dans les placettes devront être traitées comme dans la typologie des peuplements : si leur surface est déduite de celle des peuplements, il faut créer une sous-placette «improductive», sinon, la zone improductive sera regroupée avec le peuplement décrit dans la placette, notamment pour le calcul des densités.

Cheminement et limites de placettes : se positionner au centre de la placette, de préférence au GPS, puis la parcourir **de manière homogène**, en se détournant de l'axe du cheminement pour aller voir les éléments remarquables. Il n'est pas nécessaire de matérialiser la placette, mais les arbres limites doivent pouvoir être vérifiés avec précision au télémètre (ou au topofil) ; le GPS n'est pas assez précis pour cette taille de placette, mais son **mode trace** permet de vérifier le parcours.

Figure 7 - Cheminement dans les placettes d'échantillonnage pour relever l'IBP

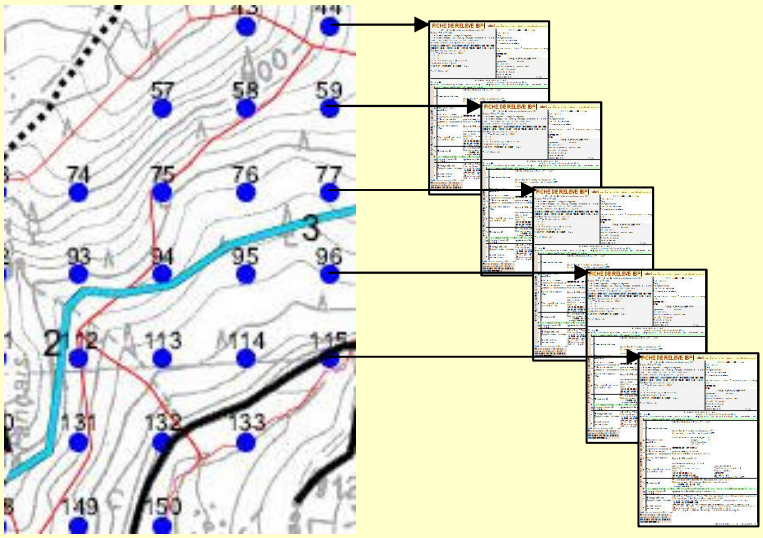
déplacement en cercles concentriques
(similaire à un déplacement en virée ;
plus adapté sur terrain en pente
ou si mesure du rayon au télémètre
ou encore quand il y a 2 observateurs)



déplacement en étoile
(plus adapté si mesure du rayon au topofil ;
diminue le risque de double comptage en
réduisant la durée entre l'observation des
mêmes arbres lors de 2 virées successives)

Recueil des données sur la placette : au fur et à mesure du cheminement, reporter sur la fiche tous les éléments nécessaires au calcul de l'IBP (voir fig. 8). **Attention, les relevés doivent être plus détaillés** qu'avec la méthode par parcours pour pouvoir calculer l'IBP (voir fiche de relevé en annexe) : indications des %, poursuite des observations même si le seuil attribuant le score maximal est atteint (inventaire en mode « déplafonné »). Le score 0, 2 ou 5 n'est pas donné sur la placette, mais sur un groupe de placettes déterminé *a posteriori*, une fois la typologie des peuplements établie (voir ci-après « Calcul de l'IBP »).

Figure 8 - Exemple de parcours par échantillonnage



Données brutes recueillies successivement dans chaque placette et retranscrites sur des fiches différentes ; score IBP calculé à la fin de l'inventaire et non sur chaque placette.

Comptabilisation des éléments situés en limite de placettes ou de sous-placettes :

- les milieux aquatiques et les milieux rocheux sont comptabilisés dans la placette ou sous-placette,
- les milieux ouverts sont comptés pour la surface incluse dans le peuplement ; les lisières sont entièrement comptées (une seule fois pour un chemin),
- une nouvelle essence est comptabilisée,
- les arbres morts sur pied, les TGB et les arbres vivants porteurs de microhabitats sont comptés pour ½,
- bois mort au sol compté si la partie dans la placette respecte les seuils IBP (long. > 1 m et plus gros diamètre > seuil IBP).

Durée : l'effort de prospection doit être standardisé pour éviter de surestimer certains facteurs, le plus simple étant de fixer une durée de prospection maximale, à adapter selon la visibilité, la pénétrabilité du peuplement et le relief : **10 à 15 min / placette**, à une personne (+ temps de déplacement entre placettes). Tenir compte d'une **phase d'apprentissage** pendant laquelle la durée est augmentée d'au moins 50 %.

Recueil des données en dehors des placettes : au cours du déplacement entre les placettes, relever sur carte ou GPS les **milieux aquatiques** (facteur I) et les **milieux rocheux** (J) visibles en dehors des placettes. Une fois la typologie des peuplements établie, ces données seront affectées au peuplement dans lequel ces milieux ont été observés.

Matériel et documents :

- compas ou mètre ruban,
- GPS, télémètre (ou topofil), éventuellement clisimètre et boussole,
- fiches de relevé, fiche définition IBP, Foire aux questions,
- plan d'échantillonnage et données éventuelles sur la forêt (carte peuplements, stations, milieux rocheux…).

▶ Calcul de l'IBP

Regroupement des placettes : l'IBP n'est pas déterminé sur chaque placette, de surface trop faible, mais sur un groupe de placettes. Les regroupements sont basés sur la **typologie des peuplements** définie après l'inventaire, si possible en tenant compte des données IBP. Les placettes sont regroupées soit à l'échelle du peuplement (placettes contigües) soit à l'échelle du type de peuplement. D'autres regroupements sont possibles après analyse multivariée, ce qui oblige à réaliser un traitement statistique des données de terrain.

Relevés « milieux aquatiques et rocheux hors placettes » : les données **« milieux aquatiques » et « milieux rocheux »** recueillies entre les placettes doivent être rajoutées à chaque regroupement, le plus simple étant de créer un **relevé supplémentaire** par peuplement avec uniquement ces 2 facteurs et une surface nulle pour ne pas affecter les calculs de densité.

Nombre de placettes minimum par peuplement pour que les valeurs IBP soient pertinentes, en l'état actuel des connaissances : 13 avec des placettes de 0,20 ha, 8 avec des placettes de 0,33 ha (soit surface totale = 2,5 ha mini, optimum à moduler selon les cas).

Mode de calcul : l'IBP d'un groupe de placettes n'est pas calculé en effectuant la moyenne des valeurs, mais en appliquant le mode de calcul suivant sur les données brutes (application Access disponible auprès des auteurs) :

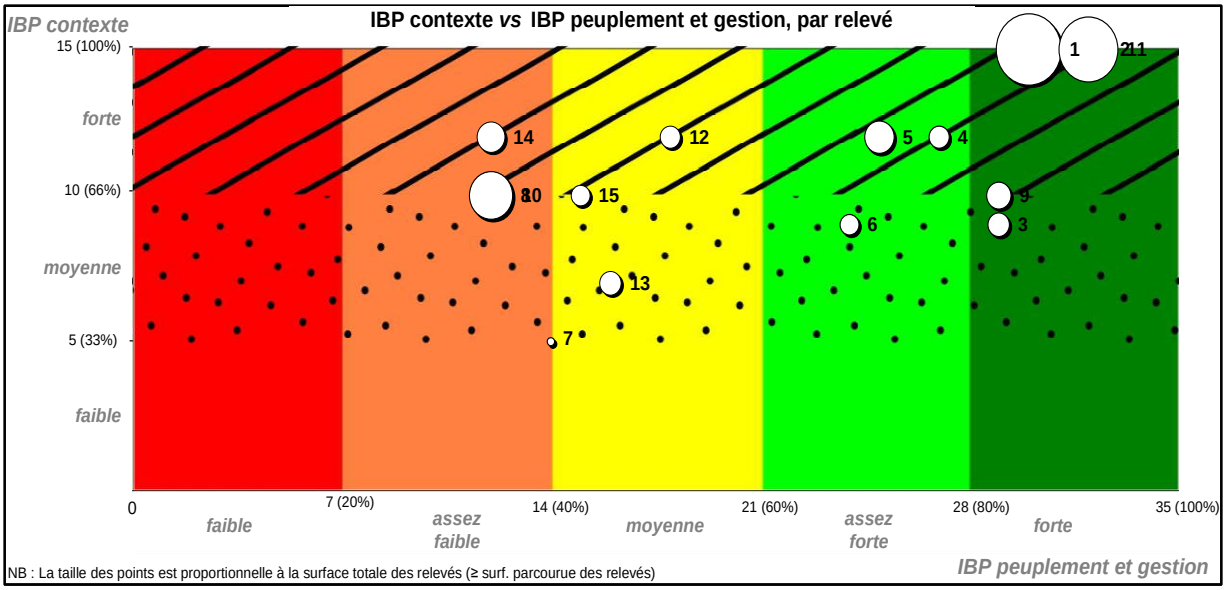
Tableau 3 – Mode de calcul de l'IBP à partir de placettes d'échantillonnage

Facteurs	Mode de calcul de l'IBP v2.6 AC à partir des données recueillies sur un groupe de placettes
A : Essences autochtones	* Faire la liste complète des essences trouvées sur les placettes, puis déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils. Additionner la surface du couvert libre de l'ensemble des essences autochtones de chaque placette et plafonner la valeur à 2 si ce couvert libre total est <1/10 (10%) de la surface totale des placettes.
B : Structure verticale de la végétation	* Faire la liste complète des strates trouvées sur les placettes. Additionner la surface occupée par chaque strate dans chaque placette et ne compter une strate que si elle occupe au moins 1/10 (10%) de la surface totale des placettes. Déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
C : Bois morts sur pied de «grosse» circonférence	* Faire la moyenne du nombre de tiges dans le groupe de placettes, puis la ramener à l'hectare et déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
D : Bois morts au sol de « grosse » circonférence	* Faire la moyenne du nombre de troncs dans le groupe de placettes, puis la ramener à l'hectare et déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils, cette valeur étant plafonnée à 2 si la surface des placettes ayant du petit bois mort au sol est < 25% de la surface totale des placettes.
E : Densité des très gros bois vivant	* Faire la moyenne du nombre d'arbres dans le groupe de placettes, puis la ramener à l'hectare et déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
F : Densité des arbres vivants porteurs de microhabitats	* Faire la moyenne des microhabitats par type dans le groupe de placettes, puis ramener les valeurs à l'ha ; plafonner cette valeur moyenne à l'ha à 2 microhabitats / type / ha. * Additionner le nombre de microhabitats / ha des différents types dans le groupe de placettes, puis déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
G : Présence de milieu ouvert	* Calculer la somme des surfaces de peuplements clairs (s PC), la somme des surfaces de trouées (s T) et la somme des longueurs de lisières que l'on convertit en surface avec une largeur standard de 2 m (s L). * Additionner les trois surfaces (s PC + s T + s L) puis calculer leur % par rapport à la surface totale des placettes ; déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
H : Continuité temporelle de l'état boisée	* Si les valeurs des placettes sont différentes, attribuer la valeur 2 (car on est alors en présence d'un peuplement partiellement défriché et boisé). Sinon, attribuer la valeur commune.
I : Diversité des milieux aquatiques	* Faire la liste complète des types de milieux aquatiques trouvés sur les placettes et sur le relevé « hors placettes » du groupe puis déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
J : Diversité des milieux rocheux	* Faire la liste complète des types de milieux rocheux trouvés sur les placettes et sur le relevé « hors placettes » du groupe puis déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.

4 - ANALYSE ET REPRESENTATION DE L'IBP A L'ECHELLE D'UNE FORET OU D'UN MASSIF

Les scores IBP (« peuplement et gestion », « contexte », « total » et scores par facteur) peuvent être **représentés graphiquement sous forme de graphique**[3] (voir fig. 9). Cette représentation ne prend pas en compte les relations fonctionnelles entre les peuplements, encore mal connues, ni leur répartition spatiale. En première analyse, ces représentations sont cependant utiles pour prendre en compte la biodiversité taxonomique potentielle locale à l'échelle d'une forêt, d'un massif ou d'un territoire. Chaque peuplement est représenté par un cercle de surface proportionnelle à celle du peuplement pour prendre en compte leur représentativité.

Figure 9 - Exemple de représentation des résultats IBP sur 15 peuplements d'une propriété

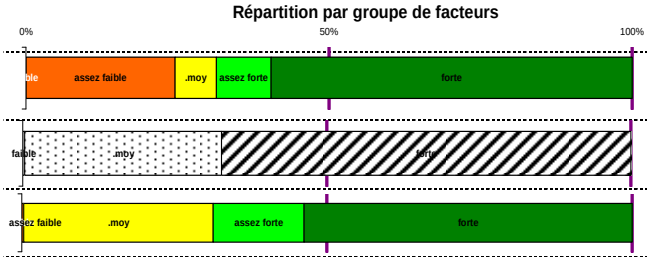


Répartition de la surface totale des relevés par classe de valeurs IBP

Répartition par facteur

		Valeurs IBP 0	Valeurs IBP 2	Valeurs IBP 5	Classe la plus représentée en surface
A : essences forestières autochtones	Surface ha (%)	0 (0%)	0 (0%)	62 (100%)	5
	Nombre de relevés	0	1	14	
B : structure verticale de la végétation	Surface ha (%)	0 (0%)	0 (0%)	62 (100%)	5
	Nombre de relevés	1	0	14	
C : bois mort sur pied de grosse circonférence	Surface ha	38 (61%)	22 (35%)	2 (3%)	0
	Nombre de relevés	10	4	1	
D : bois mort au sol de grosse circonférence	Surface ha	16 (26%)	3 (5%)	43 (69%)	5
	Nombre de relevés	4	2	9	
E : très gros bois vivants	Surface ha	22 (36%)	3 (5%)	37 (60%)	5
	Nombre de relevés	7	2	6	
F : arbres vivants porteurs de microhabitats	Surface ha	6 (10%)	15 (25%)	40 (65%)	5
	Nombre de relevés	1	7	7	
G : milieux ouverts	Surface ha	10 (17%)	12 (20%)	39 (63%)	5
	Nombre de relevés	4	5	6	
H : continuité temporelle de l'état boisé	Surface ha	0 (0%)	0 (0%)	62 (100%)	5
	Nombre de relevés	0	0	15	
I : habitats aquatiques	Surface ha	17 (28%)	11 (18%)	33 (54%)	5
	Nombre de relevés	6	6	3	
J : milieux rocheux	Surface ha	0 (0%)	4 (7%)	57 (93%)	5
	Nombre de relevés	1	3	11	

Répartition par groupe de facteurs



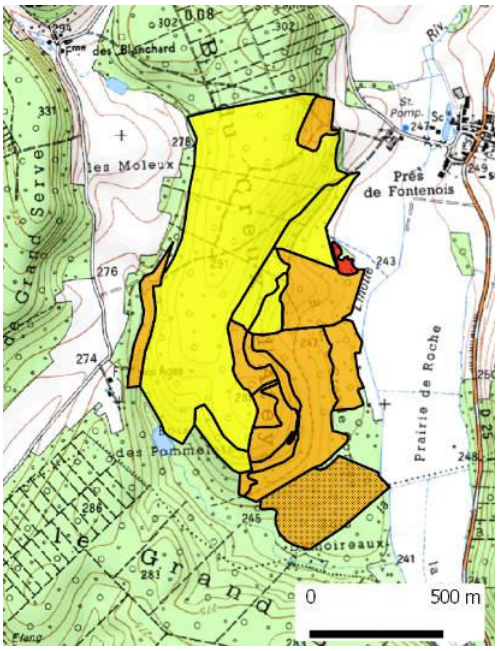
		Classes des valeurs IBP : faible	assez faible	moy.	assez forte	forte	Classe plus représentée en surface
IBP peuplement gestion	Surface ha	0 (0%)	15 (25%)	4 (7%)	6 (9%)	37 (60%)	forte
	Nombre de relevés	0	4	3	3	5	
IBP contexte	Surface ha	0 (0%)		20 (32%)		42 (67%)	forte
	Nombre de relevés	1		7		7	
IBP total	Surface ha	0 (0%)	0 (0%)	19 (31%)	9 (15%)	33 (54%)	forte
	Nombre de relevés	0	1	6	5	3	

[3] Graphiques réalisables sous Excel à l'aide d'un fichier IBP disponible sur internet : www.foretpriveefrancaise.com/ibp

Les scores IBP peuvent également être **représentés sur carte** en utilisant la même charte graphique que celle du graphique Excel (voir fig. 10).

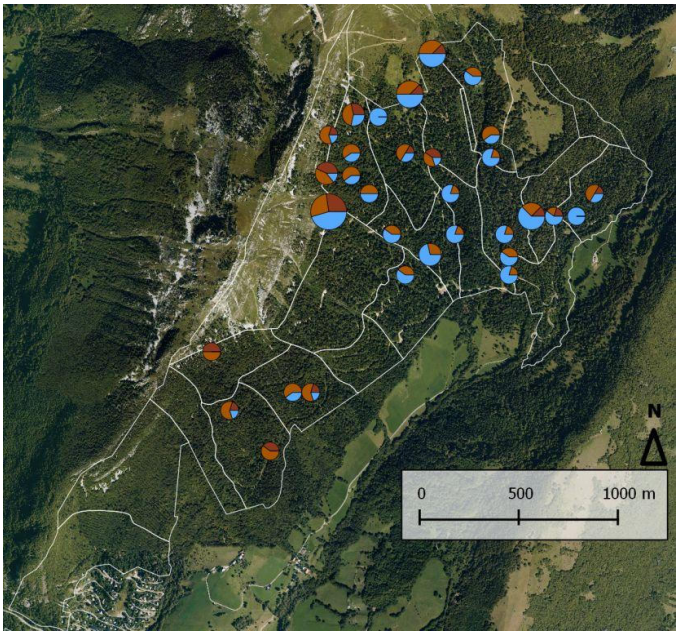
Dans le cas de relevé par **échantillonnage**, il est possible de visualiser la **variabilité à l'intérieur d'un groupe de placettes** et d'éditer des **cartes thématiques** indépendamment des regroupements choisis. Par exemple, on peut représenter des **cartes de continuité de bois mort** en distinguant les « points relais » qui possèdent du bois mort et dont au moins un des points voisins en possède dans un rayon fixé (≥ distance entre les points) ainsi que les « points isolés » avec du bois mort, mais sans voisin en possédant. On peut aussi localiser les zones où les bois morts et TGB sont plus abondants, donc propices à la création d'îlots de sénescence, en cartographiant les nombres d'arbres relevés par placette (voir ex. de représentation en fig. 11).

Figure 10 – Représentation cartographique de l'IBP
Exemple du massif du Creux d'Atey (70)



Légende :
Charte graphique identique à celle du graphique de la fig. 6 :
- IBP peuplement et gestion : 5 couleurs
- IBP contexte : 3 figurés

Figure 11 - Localisation des zones riches en bois morts et TGB
Exemple de la forêt de la Combe d'Aillon (73)



Légende :
Limites de parcelles en blanc
Cercles :
- nombre de TGB et bois morts sur chaque placette (1 placette de 0,20ha /ha) ; la taille du cercle est proportionnelle au nombre d'arbres comptabilisés
- bleu = TGB, brun clair = bois mort au sol, brun foncé = bois mort sur pied

■ Document réalisé dans le cadre d'un programme national de développement de l'IBP mené par le Centre National de la Propriété Forestière (CNPF), avec la participation financière du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

■ Auteurs : P. Gonin (IDF-CNPF, pierre.gonin@cnpf.fr) et L. Larrieu (IDF-CNPF, INRA Dynafor, laurent.larrieu@toulouse.inra.fr).

■ Remerciements pour leur contribution à Michel Goulard (INRA Dynafor), Yoann Clément (stagiaire ENSAB), Simon Martel (IDF), Jérémy Garin (stagiaire FIF), Romain Mani (stagiaire FIF), Frédéric Gosselin (Irstea), Céline Emberger (IDF), aux ingénieurs environnement et personnel de CRPF qui ont testé l'IBP, aux membres du Comité de Pilotage du Programme IBP, aux utilisateurs qui nous ont donné leur avis, ainsi qu'à tous les propriétaires qui nous permis de réaliser des tests.

■ Tous les documents permettant de relever l'IBP (plaquette de présentation, fiche de relevé, tableur Excel®…) sont téléchargeables sur internet : www.foretpriveefrancaise.com/ibp.

■ Référence du document : **Gonin P., Larrieu L.** : 2013 - *Méthodes de relevé de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)*. IDF-CNPF, INRA Dynafor, v3.3, mars 2013, 13 p.

ANNEXE 1 - FICHES DE RELEVE ET FICHE DE DEFINITION DE L'IBP

Deux fiches de relevé sont proposées :

- **« relevé par parcours** en plein ou partiel », avec **plafonnement** des données recueillies (prendre une marge de sécurité si on ne connaît pas la surface parcourue) ; l'IBP est calculé en fin de relevé si l'on connaît la surface parcourue et l'ancienneté de la forêt (facteur H).
- **« relevé par échantillonnage »** qui nécessite des **données plus détaillées** : relevés **non plafonnées et indication des couverts en %**. L'IBP n'est pas déterminé sur chaque placette, mais sur un groupe de placettes.

Les fiches peuvent être adaptées aux peuplements décrits, mais les rubriques **obligatoires (en gras)** doivent être conservées pour calculer l'IBP, analyser les résultats et effectuer un suivi dans le temps.

FICHE DE RELEVE IBP

relevé par parcours (rubriques IBP obligatoires **en gras**)

REFERENCES DU RELEVE

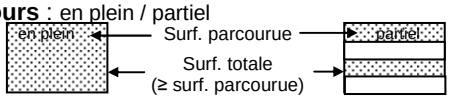
Nom du relevé :
Date :
Surf. parcourue *(ha)* :
Surf. totale *(si parcours partiel)* :
Nom des observateurs :

Commentaire sur le relevé :

CRITERES DE DIAGNOSTIC IBP

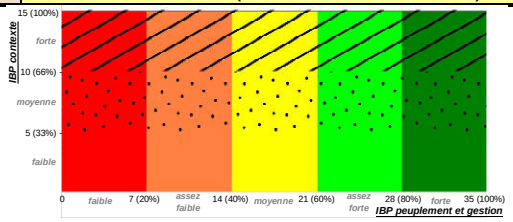
Version IBP :
Domaine : atlantique / continental / méditerranéen / htes montagnes
Etage : planitiaire et coll. / montagnard / subalpin / supra ou mésoméditerranéen
Fertilité : fertile à moy. fertile / peu ou très peu fertile

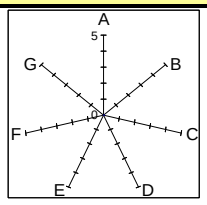
Surface décrite : peuplement / type de peuplement / placette
Type de parcours : en plein / partiel



RELEVE IBP v2.7 AC - voir Fiche de définition IBP

	Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière - Total =		
A	**Essences autochtones**	**Liste des autochtones** (plafonnée à 5 essences) : **Couvert libre de l'ensemble des autochtones** : < 10% / ≥ 10% Liste des exotiques (non utilisées pour l'IBP) :	**0 - 2 - 5**
B	**Structure verticale végétation**	**Liste strates** ≥ 20% : herbacée + semi-ligneuse. / feuillage bas / feuillage intermédiaire / feuillage haut	**0 - 2 - 5**
C	**Bois mort sur pied de grosse circonférence (BMP)**	**Nombre de BMP** (plafonné à 3/ha) =	**0 - 2 - 5**
D	**Bois mort au sol de grosse circonférence (BMS)**	**Nombre de BMS** (plafonné à 3/ha) = **Présence de petits bois morts au sol** : oui / non	**0 - 2 - 5**
E	**Très gros bois vivants (TGB)**	**Nombre de TGB** (plafonné à 5/ha) =	**0 - 2 - 5**
F	**Arbres vivants porteurs de microhabitats (mh)**	**Nombre de microhabitats** (plafonné à 2 mh/type/ha et total 6 mh/ha) : Cavité de pics = / Fente ou écorce décollée = Cavité de pied à fond dur = / Champignon = Bois non carié = / Coulée de sève (résine exclue) = Cavité à terreau ou bois carié, tronc = / Charpentière ou cime brisée (d>20 cm) = Cavité à terreau ou bois carié, pied = / Bois mort dans houppier (>20% ou d>20) = Cavité remplie d'eau = / Lianes et gui (>1/3) =	**0 - 2 - 5**
G	**Milieux ouverts :** **PC** : **peuplement clair** à végétation de milieu ouvert (pas de trouées nettes) **T : trouées** (diam. < 1,5 Ho) **L : lisières**	**PC présent (surf. > 5%)** → score 2, sauf au subalpin score 5 **PC quasi-abs. (surf. ≤ 5%)** → indiquer surf. pour les 3 types : (total (%) plaf. à 6%) . **surf. PC** (m^2) = . **surf. T** (m^2) = . **long. L** (m) = x 2m → surf. (m^2) =	**0 - 2 - 5**
	Facteurs liés au contexte - Total =		
H	**Continuité temporelle de l'état boisé**	**Signes de discontinuité temporelle** (murette, terrasse…) :	**0 - 2 - 5**
I	**Milieux aquatiques** (d'origine naturelle ou artificielle)	**Liste** (plafonné à 2 types / relevé) : Sources / Ruisselets, fossés humides non entretenus et petits canaux (largeur < 1 m) / Petits cours d'eau (l de 1 à 8 m) / Rivières et fleuves (l > 8 m) / Bras mort / Lacs (plans d'eau profonds) / Etangs (plans d'eau peu profonds) / Mares (autres petits points d'eau) / Tourbières / Zones marécageuses	**0 - 2 - 5**
J	**Milieux rocheux (surface > 20 m^2)**	**Liste** (plafonné à 2 types / relevé) : Falaise / Dalle / Lapiaz (et grandes diaclases fraîches) / Grotte gouffre/ Amoncellement de blocs stables (dont tas de pierre, murette > 20 m, ruine) / Affleurement de bancs de galets / Eboulis instable / Chaos de blocs > 2 m / Rochers (de hauteur inférieure à celle du peuplement : gros blocs > 20 cm, paroi ou corniche rocheuse, affleurements autres que dalle ou lapiaz)	**0 - 2 - 5**
	TOTAL GENERAL (valeur absolue & relative) =		





Habitats ou espèces remarquables observés :

Commentaire sur le diagnostic IBP et préconisations sylvicoles :

CRPF Midi-Pyrénées, IDF-CNPF, INRA Dynafor – 29/04/13

FICHE DE RELEVE IBP

relevé par échantillonnage (rubriques obligatoires en gras)

REFERENCES DU RELEVE

Nom du relevé :
Date :
Surf. placette *(ha)* :
Nom des observateurs :
Commentaire sur le relevé :

Affectation de la placette à un groupe (après traitement)
Nom :
Surface (ha) :
Type :

CRITERES DE DIAGNOSTIC IBP

Version IBP :
Domaine : atlantique / continental / méditerranéen / htes montagnes
Fertilité : fertile à moy. fertile / peu ou très peu fertile
Etage : planitiaire et coll. / montagnard / subalpin / supra ou mésoméditerranéen

RELEVE IBP v2.7 AC - voir Fiche de définition IBP

Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière

A	**Essences autochtones**	**Liste des autochtones** (plafonnée à 5 essences) : **Couvert libre de l'ensemble des autochtones** en % = Liste des exotiques (non utilisées pour le calcul de l'IBP) :
B	**Structure verticale végétation**	**Couvert strates** en % : herb. + semi-ligneux = feuillage bas = feuillage intermédiaire = feuillage haut =
C	**Bois mort sur pied de grosse circonférence (BMP)**	**Nombre de BMP** (non plafonné) =
D	**Bois mort au sol de grosse circonférence (BMS)**	**Nombre de BMS** (non plafonné) = **Présence de petits bois morts au sol** : oui / non
E	**Très gros bois vivants (TGB)**	**Nombre de TGB** (non plafonné) =
F	**Arbres vivants porteurs de microhabitats (mh)**	**Nombre de microhabitats** (non plafonné) : Cavité de pics = / Fente ou écorce décollée = Cavité de pied à fond dur = / Champignon = Bois non carié = / Coulée de sève (résine exclue) = Cavité à terreau ou bois carié, tronc = / Charpentière ou cime brisée (d>20 cm) = Cavité à terreau ou bois carié, pied = / Bois mort dans houppier (>20% ou d>20) = Cavité remplie d'eau = / Lianes et gui (>1/3) =
G	**Milieux ouverts**	**PC - peuplement clair à végétation de milieu ouvert** (pas de trouées nettes) : % = **En dehors des zones de peuplement clair** (identifiées précédemment) : **T - surf. trouées** (< 1,5 Ho) en m^2 = **L - long. lisières** en m =

***Facteurs liés au contexte**, résultant de l'histoire ou des conditions stationnelles, mais pouvant être modifiés par l'activité forestière*

H	**Continuité temporelle de l'état boisé**	**Signes de discontinuité temporelle** (murette, terrasse…) :
I	**Milieux aquatiques** (d'origine naturelle ou artificielle)	**Liste** (plafonné à 2 types / relevé) : Sources / Ruisselets, fossés humides non entretenus et petits canaux (largeur < 1 m) / Petits cours d'eau (l de 1 à 8 m) / Rivières et fleuves (l > 8 m) / Bras mort / Lacs (plans d'eau profonds) / Etangs (plans d'eau peu profonds) / Mares (autres petits points d'eau) / Tourbières / Zones marécageuses
J	**Milieux rocheux (surface > 20 m^2)**	**Liste** (plafonné à 2 types / relevé) : Falaise / Dalle / Lapiaz (et grandes diaclases fraîches) / Grotte gouffre/ Amoncellement de blocs stables (dont tas de pierre, murette > 20 m, ruine) / Affleurement de bancs de galets / Eboulis instable / Chaos de blocs > 2 m / Rochers (de hauteur inférieure à celle du peuplement : gros blocs > 20 cm, paroi ou corniche rocheuse, affleurements autres que dalle ou lapiaz)

Habitats ou espèces remarquables observés :

Milieux aquatiques et rocheux observés en dehors des placettes lors du parcours (indiquer le type et la localisation schématique)	

FICHE DE DEFINITION IBP - domaines atlantique et continental

	DEFINITION DES FACTEURS	SCORE
	Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière	
A	**Essences autochtones** * parmi la **liste de genres** suivante (sans distinction d'espèces) à restreindre aux essences **autochtones de la région** : Alisier, Cormier et Sorbier (= Sorbus) / Aulne / Bouleau / Charme / Charme houblon / Châtaignier / Chêne à feuilles caduques / Chêne à feuilles persistantes / Epicéa / Erable / Frêne / Hêtre / If / Mélèze / Merisier et Cerisier (= Prunus) / Noyer (commun) / Orme / Peuplier et Tremble / Pin / Poirier / Pommier / Sapin / Saule / Tilleul * arbre **vivant ou mort**, quel que soit son stade de développement, mais **h>50cm** * valeur **plafonnée à 2 si le couvert** libre de l'ensemble des essences autochtones est **inférieur à 10%**	*collinéen & montagnard :* **0** : 0, 1 ou 2 genres **2** : 3 ou 4 genres **5** : 5 genres et plus *subalpin :* **0** : 0 ou 1 genre **2** : 2 genres **5** : 3 genres et plus
B	**Structure verticale de la végétation** * **4 strates** : strate herbacée et semi-ligneuse / sur les ligneux, strate occupée par le feuillage : bas (<7m) / intermédiaire (7-20m) / haut (>20m) * 1 ligneux est compté dans **toutes les strates** occupées par le feuillage * ne compter que les strates couvrant **au moins 20%** du peuplement décrit	**0** : 1 ou 2 strates **2** : 3 strates **5** : 4 strates
C	**Bois mort sur pied de « grosse » circonférence** (quelle que soit l'essence, autochtone ou non) * arbres, chandelles ou souches ; **hauteur ≥ 1 m** * **grosseur** : - cas général : C à 1,3 m ≥ 120 cm (D ≥ 40 cm) - cas des stations peu à très peu fertiles et de l'étage subalpin (sauf pour les Pins) ou des essences n'atteignant jamais de très grosses dimensions (Aulne blanc et A. de Corse, Erable à feuilles d'obier et E. de Montpellier, Poiriers, Pommier, Sorbiers autres qu'Alisier torminal et Cormier…) : C à 1,3 m ≥ 60 cm (D ≥ 20 cm)	**0** : < 1 pied/ha **2** : ≥ 1 et < 3 pieds/ha **5** : 3 pieds/ha et plus
D	**Bois mort au sol de « grosse » circonférence** (**long. ≥ 1m**) (quelle que soit l'essence, autochtone ou non) * **grosseur** : - cas général : C à 1 m du gros bout ≥ 120 cm (D ≥ 40 cm) - cas des stations peu à très peu fertiles et de l'étage subalpin (sauf pour les Pins) ou des essences n'atteignant jamais de très grosses dimensions (Aulne blanc et A. de Corse, Erable à feuilles d'obier et E. de Montpellier, Poiriers, Pommier, Sorbiers autres qu'Alisier torminal et Cormier…) : C à 1 m du gros bout ≥ 60 cm (D ≥ 20 cm) * valeur **plafonnée à 2** si les **bois morts plus petits sont absents**	**0** : < 1 tronc/ha **2** : ≥ 1 et < 3 troncs/ha **5** : 3 troncs/ha et plus
E	**Très gros bois vivants** (quelle que soit l'essence, autochtone ou non) * **grosseur** : - cas général : C à 1,3 m ≥ 220 cm (D ≥ 70 cm) - cas des stations peu à très peu fertiles et de l'étage subalpin (sauf pour les Pins) ou des essences n'atteignant jamais de très grosses dimensions (Aulne blanc et A. de Corse, Erable à feuilles d'obier et E. de Montpellier, Poiriers, Pommier, Sorbiers autres qu'Alisier torminal et Cormier…) : C à 1,3 m ≥ 120 cm (D ≥ 40 cm)	**0** : < 1 pied/ha **2** : ≥ 1 et < 5 pieds/ha **5** : 5 pieds/ha et plus
F	**Arbres vivants porteurs de microhabitats** (quelle que soit l'essence, autochtone ou non) * **types** de microhabitat : Cavités creusées par les pics (Ø > 3 cm) / Cavités de pied, à fond dur (Ø>10cm) / Plages de bois non carié sans écorce (S > 600 cm^2 = A4) / Cavités évolutives à terreau ou plage de bois carié, de tronc (Ø>10cm) / Cavités évolutives à terreau ou plage de bois carié, de pied (Ø>10cm) / Cavités remplie d'eau (dendrotelmes ; Ø>10 cm) / Fentes profondes (largeur >1cm et profondeur >10cm) ou écorces décollées formant un abri / Champignons polypores (s.l. ; Ø>5cm) / Coulées de sève actives (résine exclue) / Charpentières ou cimes récemment brisées (Ø> 20 cm) / Bois mort dans le houppier (>20% vol. branches vivantes + mortes ou 1 branche morte Ø>20cm et l>1 m) / Lianes et gui (>1/3 surface du tronc ou du houppier) * compter le nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins un microhabitat, un arbre étant **compté plusieurs fois s'il porte plusieurs types** de microhabitat * compter au **maxi 2 arbres/ha par type** de microhabitat	**0** : < 1 pied/ha **2** : ≥ 1 et < 6 pieds/ha **5** : 6 pieds/ha et plus
G	**Milieux ouverts** * relever le **% de surface** occupée par une **végétation spécifique de milieu ouvert** (plantes à fleurs et strate herbacée, floraison plus abondante : ronce, genêt…) en additionnant les valeurs des 3 cas : - **trouée ou petite clairière**, de taille inférieure à 1,5 fois la hauteur dominante (Ho) du peuplement environnant - **lisière** avec un espace ouvert : lande, pré, culture, grande trouée ou clairière intra-forestière (taille > 1,5 Ho), large chemin (en bordure : compter 1 lisière ; traversant le peuplement décrit : compter 2 lisières) ; surface calculée en prenant une largeur standard de **2 m** (ex. : 35 m de lisière → 70 m^2) - **peuplement peu dense ou à feuillage clair**, **sans trouées** nettement identifiables * milieux ouverts **permanents** (pelouses…) ou **temporaires** (coupes…)	*collinéen & montagnard :* **0** : 0% **2** : < 1% ou > 5% **5** : 1 à 5% *subalpin :* **0** : < 1% **2** : 1 à 5% **5** : > 5%
	***Facteurs liés au contexte**, résultant de l'histoire ou des conditions stationnelles, mais pouvant être modifiés par l'activité forestière*	
H	**Continuité temporelle de l'état boisé** * forêt ancienne = forêt présente sur la carte d'Etat-major (1820 - 1866 ; http://www.geoportail.fr) et n'ayant jamais été défrichée depuis	**0** : peuplement ne faisant pas partie d'une forêt anc. **2** : peuplement ayant été défriché en partie ou forêt ancienne probable **5** : peuplement faisant nettement partie d'une forêt ancienne
I	**Milieux aquatiques** * **types** (d'origine naturelle ou artificielle) : Sources (et suintements) / Ruisselets, fossés humides non entretenus et petits canaux (largeur < 1 m) / Petits cours d'eau (l de 1 à 8 m) / Rivières et fleuves (estuaires et deltas ; l > 8 m) / Bras mort / Lacs (et plans d'eau profonds) / Etangs et lagunes (et plans d'eau peu profonds) / Mares (et autres petits points d'eau) / Tourbières / Zones marécageuses * **permanents ou temporaires** ; **à l'intérieur ou en bordure** du peuplement décrit	**0** : absents **2** : 1 seul type (homogènes) **5** : 2 types et plus (diversifiés)
J	**Milieux rocheux** * **types** (surface > 20 m^2) : Falaise / Dalle / Lapiaz (et grandes diaclases fraîches) / Grotte et gouffre / Amoncellement de blocs stables (dont tas de pierre, murette > 20 m et ruine) / Affleurement de bancs de galets / Eboulis instable / Chaos de blocs > 2 m / Rochers (de hauteur inférieure à celle du peuplement : gros blocs > 20 cm, paroi ou corniche rocheuse, affleurements autres que dalle ou lapiaz) * **à l'intérieur ou en bordure** du peuplement décrit	**0** : absents **2** : 1 seul type (homogènes) **5** : 2 types et plus (diversifiés)

L. Larrieu & P. Gonin - CRPF Midi-Pyrénées, IDF-CNPF, INRA Dynafor - v2.7 AC

Annexe 7 : Méthodologie de caractérisation des habitats terrestres

1.1.1 Echantillonnage

Pour la phase de terrain, une adaptation de la méthode de l'IBP a été conçue. Contrairement à l'IBP, le volume de bois mort a été calculé afin d'obtenir des données quantitatives précises et non des données qualitatives.

Dans chaque périmètre, sept placettes en forme de carré, de 35 m de côté (soit 1225 m^2), ont été mises en place de manière aléatoire stratifiée (cf plan ci-dessous). Afin de gagner du temps, certaines placettes ont été incluses dans plusieurs périmètres. Ce choix se justifie également par la répartition en agrégats des plans d'eau. Pour choisir l'emplacement des placettes, une grille de maille 50m*50m a été créée sur arcmap. Sur le terrain, certaines placettes ont été légèrement déplacées afin de garantir un peuplement homogène et d'éviter les chemins qui auraient faussés les données.

Au total, 69 placettes ont été caractérisées.

1.1.2 Phase de terrain

Voici les étapes de la phase de terrain :

1. Installation de deux transects perpendiculaires de 50 m de longueur, orientés Nord-Sud et Ouest-Est et symbolisés par deux ficelles plantées dans le sol à l'aide de piquets en bois. Le sous-bois étant parfois très dense, une boussole a été utilisée pour se diriger.
2. Estimation à vue de la part de strate herbacée, arbustive et de résineux
3. Mesure du diamètre à 150 cm de hauteur des espèces arborées de plus de 3 m, à l'aide d'un mètre ruban et d'un pied à coulisse. Chaque pied à une distance inférieure ou égale à 2 m de la ficelle a été mesuré.
4. Mesure de la longueur et du diamètre médian de l'ensemble des pièces de bois mort dont le diamètre médian est supérieur à 7 cm

1.1.3 Calculs

Pour la part de state herbacée, arbustive et de résineux, aucun calcul n'est nécessaire.

1.1.3.1 Densité

Chaque pied à une distance inférieure ou égale à 2 m des transects étant comptabilisés, il a été considéré que la surface couverte est égale à 384 m^2.

Pour obtenir la densité à l'hectare, il a donc suffi de multiplier le nombre de pieds mesurés par 26 :

- *10'000 (hectare en m^2) / 384 ≈ 26*

1.1.3.2 Moyenne, mode et variance

Ces trois prédicteurs ont été directement calculés sur excel. Pour la variance, c'est la formule =*VAR*, calculant la variance sur la base d'un échantillon, qui a été utilisée.

1.1.3.3 Volume de bois mort

Pour calculer le volume de bois mort dans une placette, une adaptation de la formule de Huber a été choisie (Ligot & al, 2012) :

- $V_{pi} = \pi D^2_{pi} L_{pi} / 4 / 1000000$
- $V/ha = \sum_{Vpi} 8$

Où : *V* est le volume en m^3 ; *pi* une pièce de bois mort ; *D* le diamètre médian de *pi* et *L* la longueur de *pi*. *D* et *L* ayant été mesurés en cm, le volume d'une pièce est divisé par 1'000'000 pour être converti en m^3.
La somme des volumes des pièces ($\sum_{Vpi}$) est multipliée par 8 car :

- *10'000 (hectare en m^2) / 1225 (surface d'une placette en m^2) ≈ 8*

Annexe 8 - Méthodologie pour la valeur des plans d'eau

1.1.1 Valeurs attribuées aux plans d'eau

Une note a été attribuée à chaque plan d'eau en fonction de la taille des populations et du degré de menace des espèces qu'il accueille.

1.1.1.1 Estimation de la taille des populations

Ici, la population est considérée à l'échelle d'un plan d'eau. L'estimation de la taille des populations s'est basée sur le barème recommandé pour l'inventaire des sites Obats (OFEV, 2012). Comme un seul plan d'eau était considéré au lieu d'un site, les valeurs seuils ont été réduites. Les valeurs de base sont disponibles en annexe X

Tableau X : Taille des populations en fonction de l'espèce et du stade

Espèce	Stade	Catégorie de taille de population		
		Petite : 1	Moyenne : 2	Grande : 3
Rana temporaria	Pontes	1-30	31-50	>50
	Larves	1-3'000	3'001-5'000	>5'000
	Juvéniles	1-50	51-100	> 100
	Adultes	1-5	6-25	>25
Bufo bufo	Pontes	1-30	31-50	>50
	Larves	1-1'000	1'001-5'000	>5'000
	Juvéniles	1-50	51-100	>100
	Adultes	1-5	6-25	>25
Ichtyosaura alpestris	Larves	1-25	26-50	>50
	Adultes	1-3	4-10	>10
Bombina variegata	Pontes	1-3	4-10	>10
	Larves	1-10	11-25	>25
	Juvéniles	1-5	6-15	>15
	Adultes	1-3	4-10	>10

1.1.1.2 Pondération

En s'inspirant de la méthode des inventaires Obat, une pondération a été réalisée en fonction du statut de menace de l'espèce au niveau national :

Tableau X : Point attribué en fonction du statut de menace

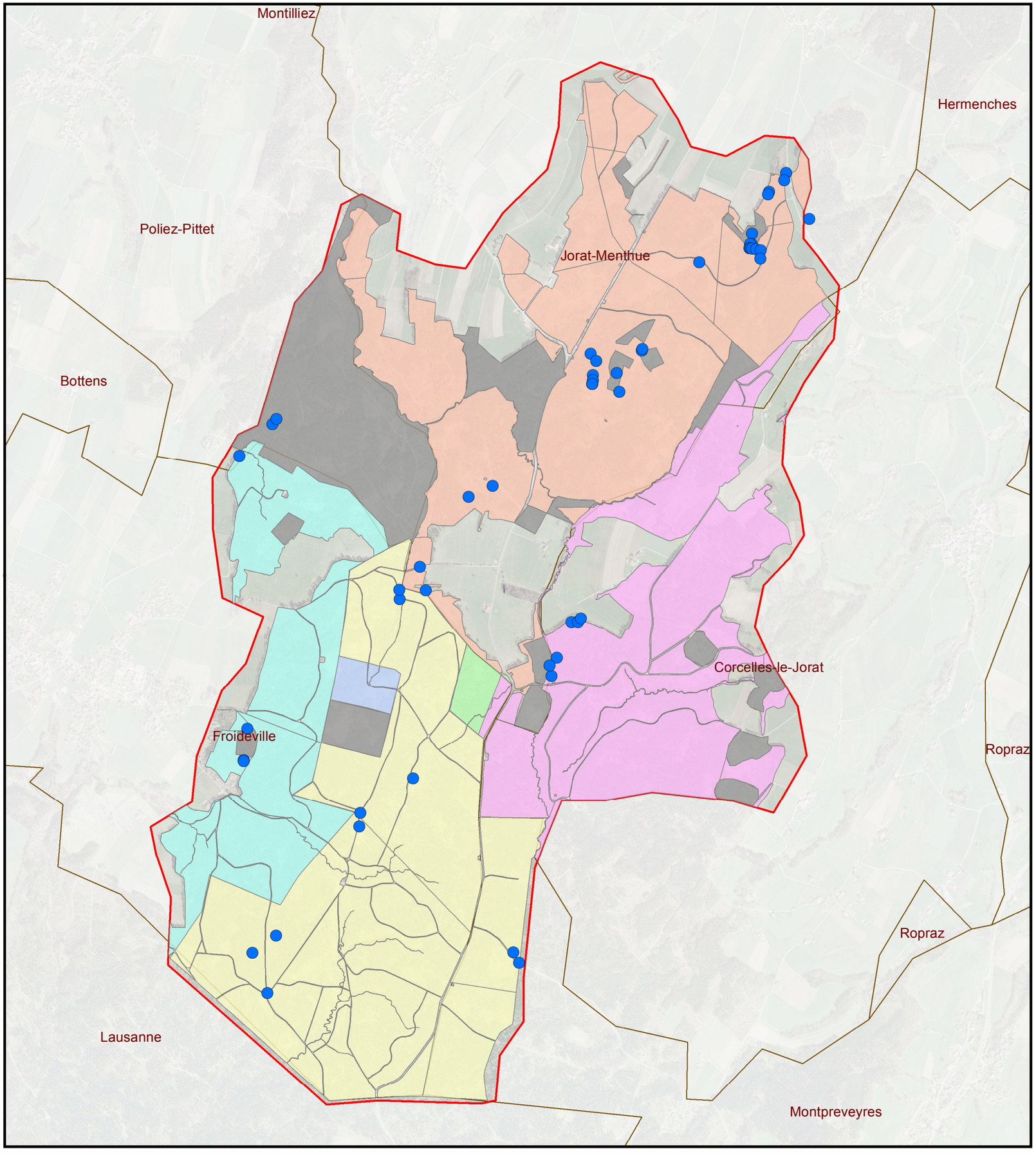
Espèce	Statut de menace	Point
Rana temporaria	LC	1
Bufo bufo	VU	2
Ichtyosaura alpestris	LC	1
Bombina variegata	EN	4

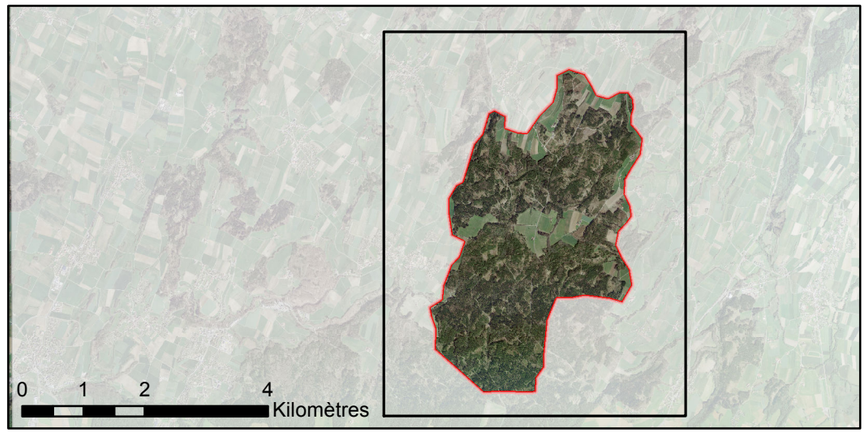
Annexe 9 : Plans d'eau découverts

N° plan d'eau	Coordonnées GPS		Type	Date de découverte	Inventorié
	X	Y			
1	543067	163615	Ornière	11.02.2016	Non
2	543001	163545	Flaque	11.02.2016	Non
3	542983	163468	Fossé	11.02.2016	Non
4	543055	163547	Ornière	11.02.2016	Non
5	543094	163664	Ornière	11.02.2016	Non
6	543089	163644	Flaque	11.02.2016	Non
7	542948	162403	Flaque	11.02.2016	Oui
8	543117	162562	Flaque	11.02.2016	Oui
9	543137	162590	Flaque	11.02.2016	Oui
10	544384	163691	Mare	17.02.2016	Non
11	545633	163740	Ornière	17.02.2016	Oui
12	545629	163726	Ornière	17.02.2016	Oui
13	545720	163836	Flaque	17.02.2016	Oui
14	545710	163799	Ornière	17.02.2016	Oui
15	545547	163528	Mare	17.02.2016	Oui
16	545545	163477	Ornière	17.02.2016	Oui
17	545537	163478	Ornière	17.02.2016	Oui
18	545533	163456	Ornière	17.02.2016	Oui
19	545538	163456	Ornière	17.02.2016	Oui
20	545547	163454	Ornière	17.02.2016	Oui
21	545567	163449	Ornière	17.02.2016	Oui
22	545591	163444	Ornière	17.02.2016	Oui
23	545837	163605	Flaque	17.02.2016	Oui
24	545590	163402	Flaque	17.02.2016	Oui
25	545279	163384	Mare	17.02.2016	Oui
26	544729	162922	Ornière	17.02.2016	Oui
27	544757	162882	Ornière	17.02.2016	Oui
28	544861	162823	Ornière	17.02.2016	Oui
29	544874	162729	Flaque	17.02.2016	Oui
30	544741	162813	Ornière	17.02.2016	Oui
31	544738	162767	Ornière	17.02.2016	Oui
32	544741	162786	Ornière	17.02.2016	Oui
33	544738	162767	Ornière	17.02.2016	Oui
34	544233	162251	Mare	17.02.2016	Oui
35	542225	162235	Flaque	17.02.2016	Oui
36	544110	162195	Ornière	17.02.2016	Oui
37	543893	161722	Mare	17.02.2016	Oui
38	543864	161841	Flaque	17.02.2016	Oui
39	543792	16161	Flaque	17.02.2016	Oui
40	543762	161679	Fossé	17.02.2016	Oui
41	543760	161724	Fossé	17.02.2016	Oui
42	544530	161289	Ornière	17.02.2016	Oui
43	544558	161380	Ornière	17.02.2016	Oui
44	544633	161561	Mare	17.02.2016	Oui
45	544665	161562	Mare	17.02.2016	Oui
46	544680	161579	Mare	17.02.2016	Oui
47	544521	161342	Ornière	17.02.2016	Oui
48	542989	161021	Ornière	19.02.2016	Oui
49	542971	160863	Fossé	19.02.2016	Oui

Annexe 9 : Plans d'eau découverts

N° Plan d'eau	Coordonnées GPS		Type	Date de découverte	Inventorié
	X	Y			
50	542970	160857	Flaque	19.02.2016	Oui
51	543556	160527	Fossé	19.02.2016	Oui
52	543561	160596	Fossé	19.02.2016	Oui
53	543830	160770	Fossé	19.02.2016	Oui
54	543091	159683	Fossé	19.02.2016	Oui
55	543014	159886	Flaque	19.02.2016	Oui
56	543134	159975	Fossé	19.02.2016	Oui
57	544338	159890	Flaque	19.02.2016	Oui
58	544367	159835	Fossé	19.02.2016	Oui
59	544426	159802	Flaque	19.02.2016	Non
60	544445	159797	Flaque	19.02.2016	Non
61	544596	159784	Flaque	19.02.2016	Non
62	544599	159793	Fossé	19.02.2016	Non
63	544603	159802	Fossé	19.02.2016	Non
64	544594	159825	Fossé	19.02.2016	Non
65	544615	159787	Fossé	19.02.2016	Non
66	544610	159912	Fossé	19.02.2016	Non
67	544614	159784	Fossé	19.02.2016	Non
68	544877	159409	Fossé	19.02.2016	Non
69	544707	159418	Mare	19.02.2016	Non
70	545184	159223	Flaque	19.02.2016	Non
71	545147	159162	Mare	19.02.2016	Non
72	544426	159398	Ornière	19.02.2016	Non
73	544419	159384	Fossé	19.02.2016	Non
74	544988	162935	Mare	15.04.2016	Oui
75	544992	162943	Ornière	15.04.2016	Oui





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 10

Carte du parcellaire forestier

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Propriétaires

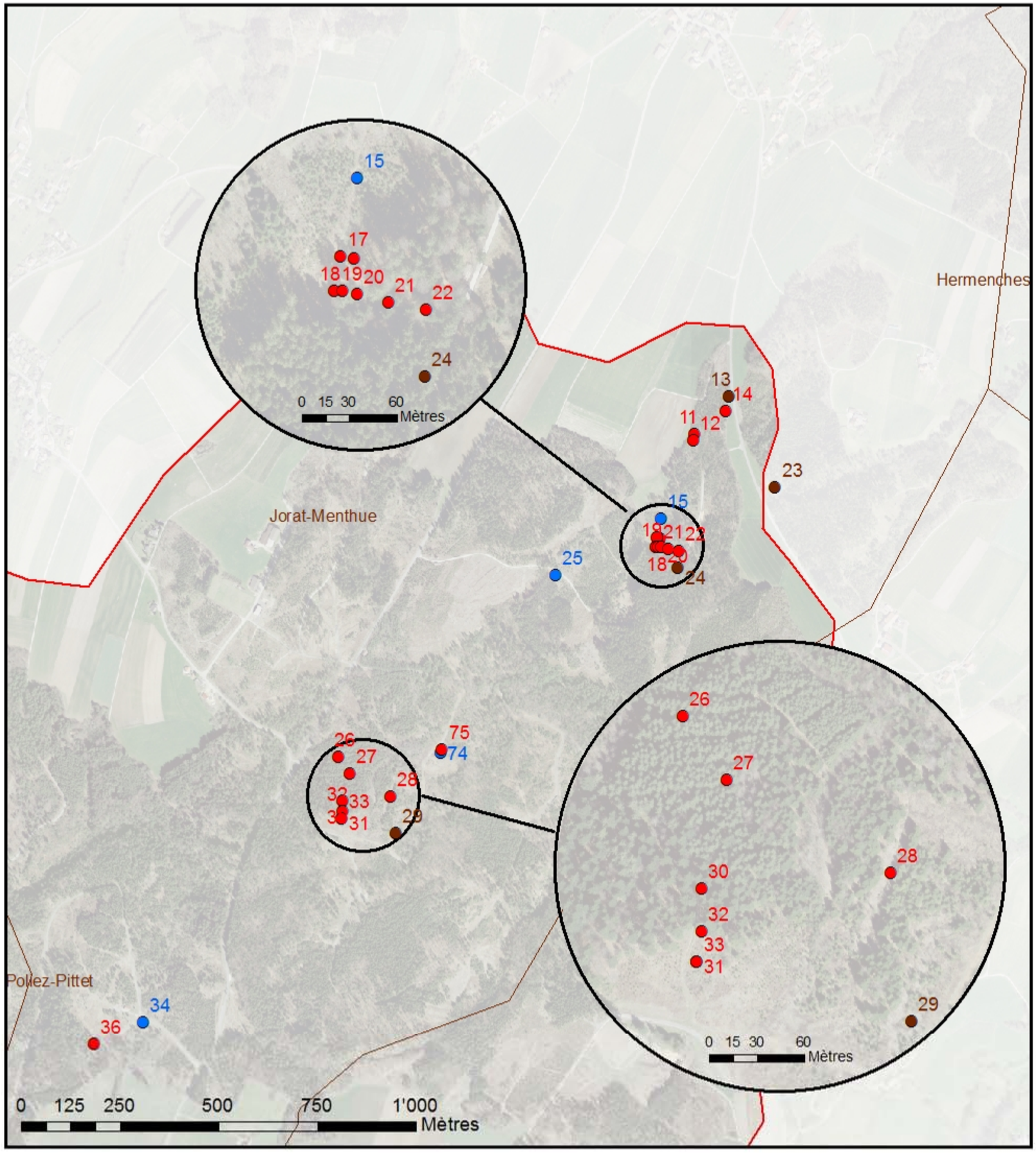
- Privé
- Etat de Vaud
- Corcelles-le-Jorat
- Froideville
- Jorat-menthue
- Montilliez
- Ropraz

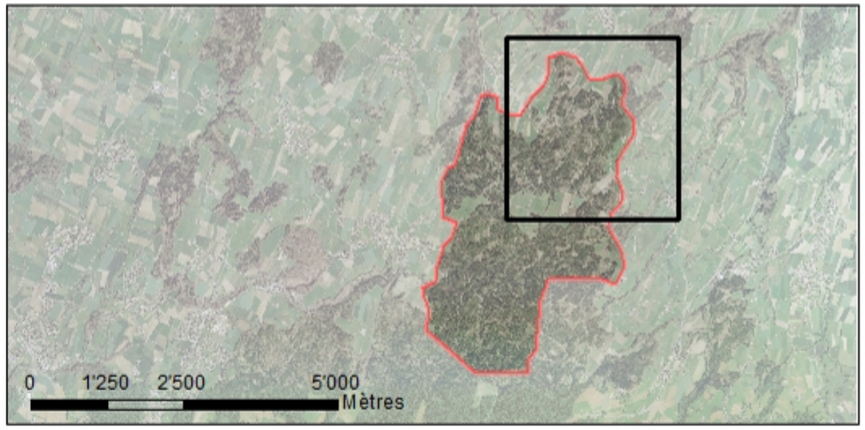
- Plans d'eau
- Périmètre d'étude final
- Commune

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 11.1

Carte des types de plans d'eau n°1

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Type de plans d'eau

- Flaque (4)
- Mare (4)
- Ornière (19)

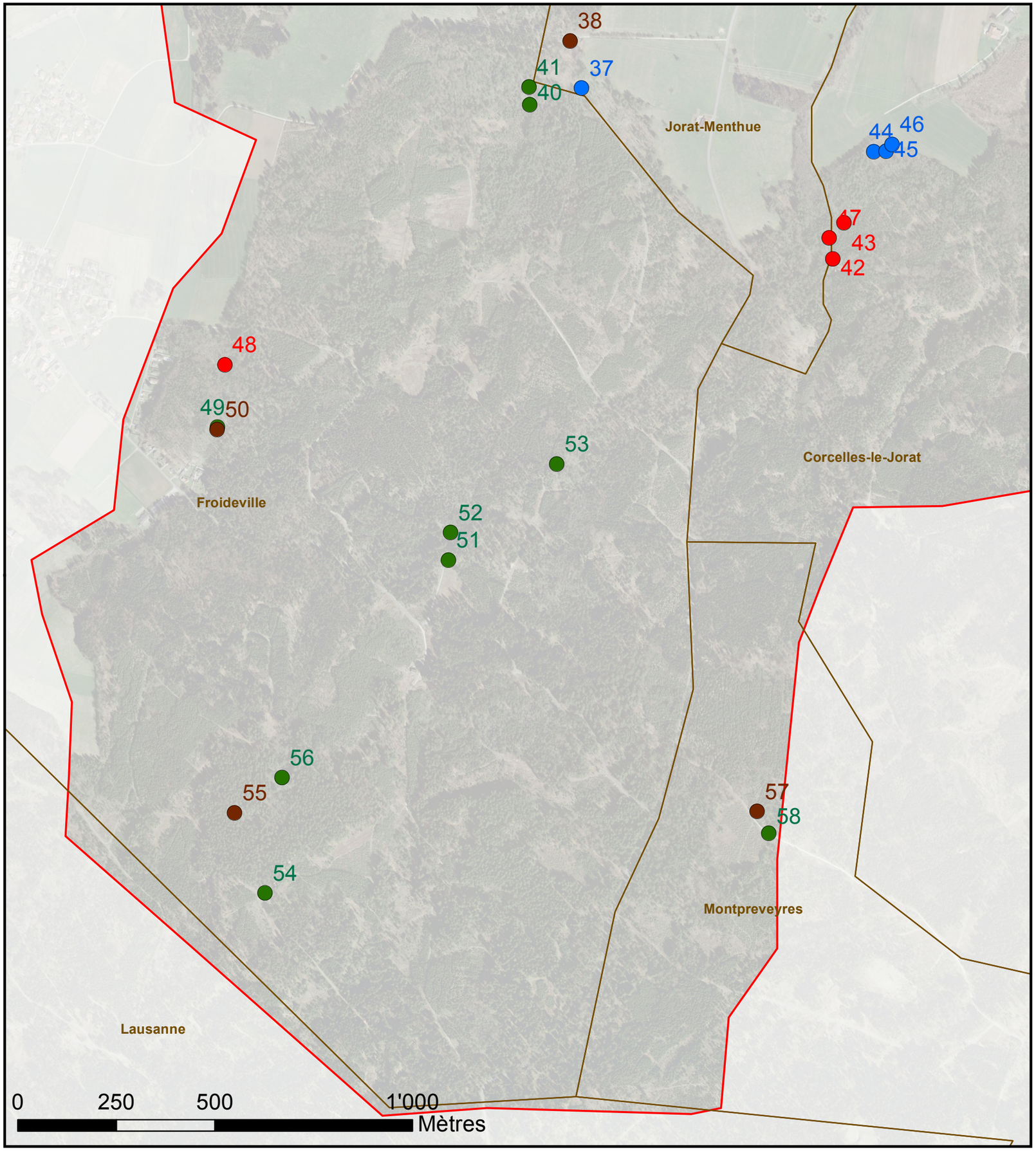
Périmètre d'étude final

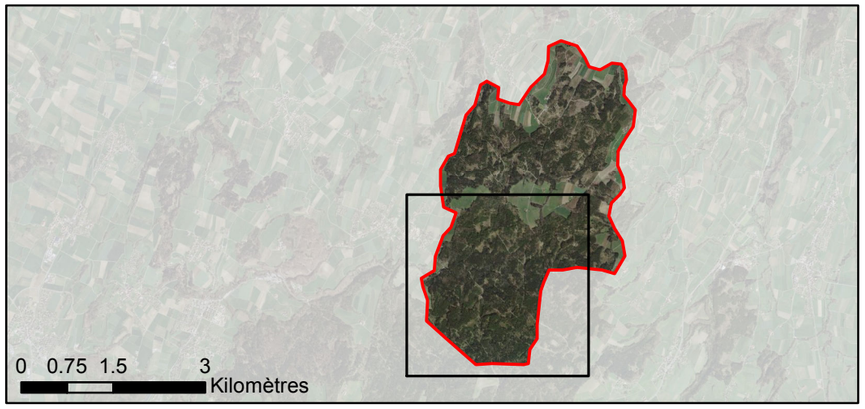
Commune

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 11.2

Carte des types de plans d'eau n°2

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Type de plans d'eau

- Flaque (4)
- Fossé (9)
- Mare (4)
- Ornière (4)

- Périmètre d'étude final
- Commune

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

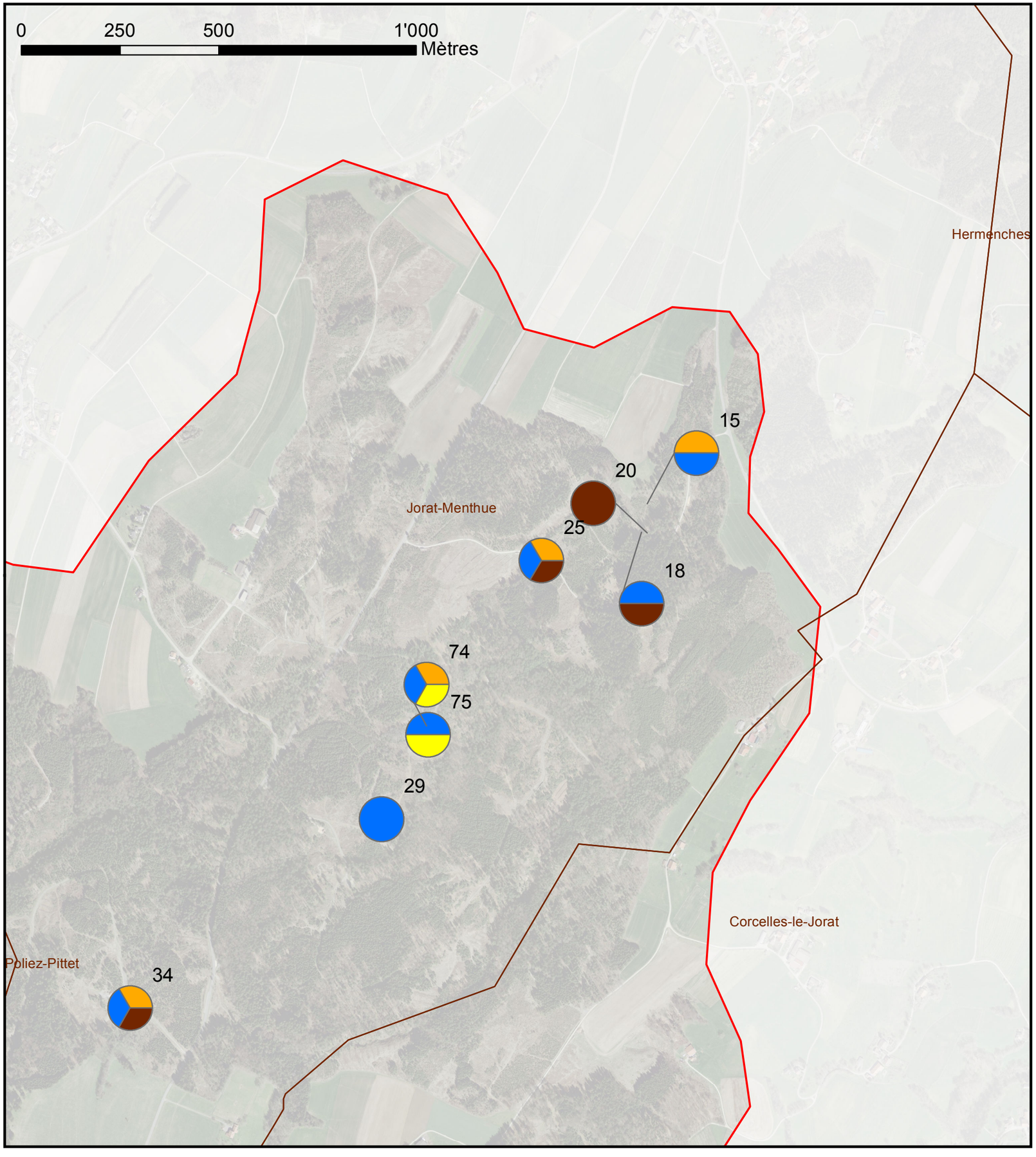
Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

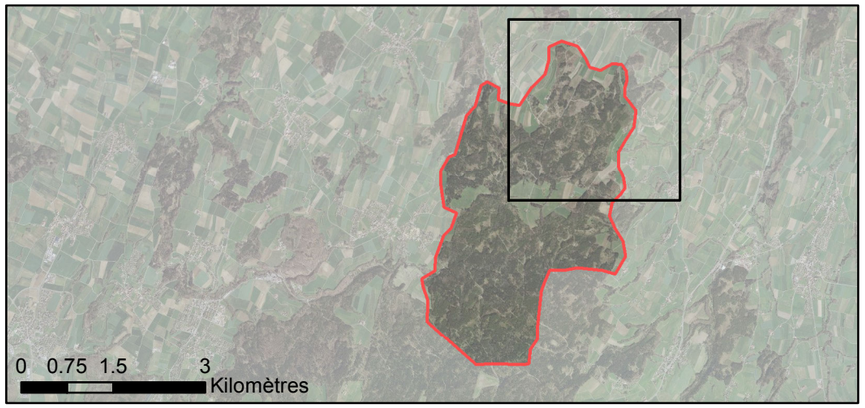
Annexe 12 : Description des plans d'eau

N° plan d'eau	Surface (m2)	Prof. max (cm)	Eau courante	Ouverture canopée (%)	Poissons	Assèchement (av. 15 mai)
7	4	25	-	10	-	X
8	70	10	-	100	-	X
9	30	15	-	100	-	X
11	0.3	10	-	100	-	X
12	0.6	14	-	90	-	X
13	9	9	-	100	-	X
14	3	30	-	30	-	X
15	30	60	X	10	-	-
16	0.6	13	-	100	-	-
17	0.3	10	-	100	-	-
18	2	14	-	100	-	-
19	1.2	15	-	40	-	-
20	1.5	12	-	100	-	-
21	1.5	18	-	100	-	-
22	1.5	22	-	50	-	-
23	9	12	-	10	-	X
24	10	14	-	30	-	-
25	300	65	-	70	-	-
26	0.3	4	-	10	-	X
27	0.2	4	-	0	-	X
28	2	7	X	10	-	X
29	40	30	X	60	-	-
30	1	13	-	10	-	X
31	4	15	-	10	-	X
32	5	13	-	30	-	X
33	4	15	-	70	-	-
34	130	70	X	30	-	-
35	60	5	X	90	-	X
36	0.8	7	-	100	-	-
37	150	130	X	100	-	-
38	10	13	X	20	-	X
39	9	11	-	90	-	X
40	45	25	X	40	-	-
41	2	15	-	80	-	X
42	1	14	-	70	-	-
43	0.5	22	-	60	-	-
44	140	150	X	70	-	-
45	100	65	X	20	-	-
46	50	100	X	70	-	-
47	3	55	-	20	-	X
48	2.5	16	-	70	-	X
49	1.5	14	-	40	-	X
50	2	10	-	30	-	X
51	8	17	X	100	-	X
52	10	25	X	30	-	-
53	12	15	-	10	-	X
54	8	20	-	100	-	X
55	2	10	-	90	-	X
56	30	10	X	0	-	X
57	15	10	-	20	-	-
58	40	15	-	80	-	-
74	70	100	-	100	-	-
75	2	20	-	100	-	-
Min	**0.2**	**4**		**0**		
Max	**300**	**150**		**100**		
Moyenne	**27**	**27**		**58**		

Annexe 13 : Batraciens inventoriés

N° plan d'eau	*Rana temporaria*				*Ichtyosaura alpestris*		*Bufo bufo*			*Bombina variegata*	Richesse spécifique totale
	Ponte	Larve	Juvénile	Adulte	Larve	Adulte	Ponte	Larve	Adulte	Adulte	
15	5					10					**2**
16											**0**
17											**0**
18						1			2		**2**
19											**0**
20							1				**1**
21											**0**
22											**0**
24											**0**
25	5		50	2	30	10	10	3'000-5'000	1		**3**
29						10					**1**
33											**0**
34	1	50			50	10	2		1000		**3**
36											**0**
37	3				30	3	1	5'000-7'500	1		**3**
40	5	3'000-5'000				50	5	1'000-3'000			**3**
42											**0**
43											**0**
44	3						20		1	1	**3**
45											**0**
46											**1**
52							5	500-1'000			**1**
57											**0**
58	50										**1**
74		3'000-5'000	50	2	50	10					**2**
75					15					1	**2**
Fréquence (%)	**31**				**38**		**31**			**8**	





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 14.1

Carte de richesse spécifique des plans d'eau n°1

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Batraciens observés

Périmètre d'étude final

Commune

Rana temporaria

Ichtyosaura alpestris

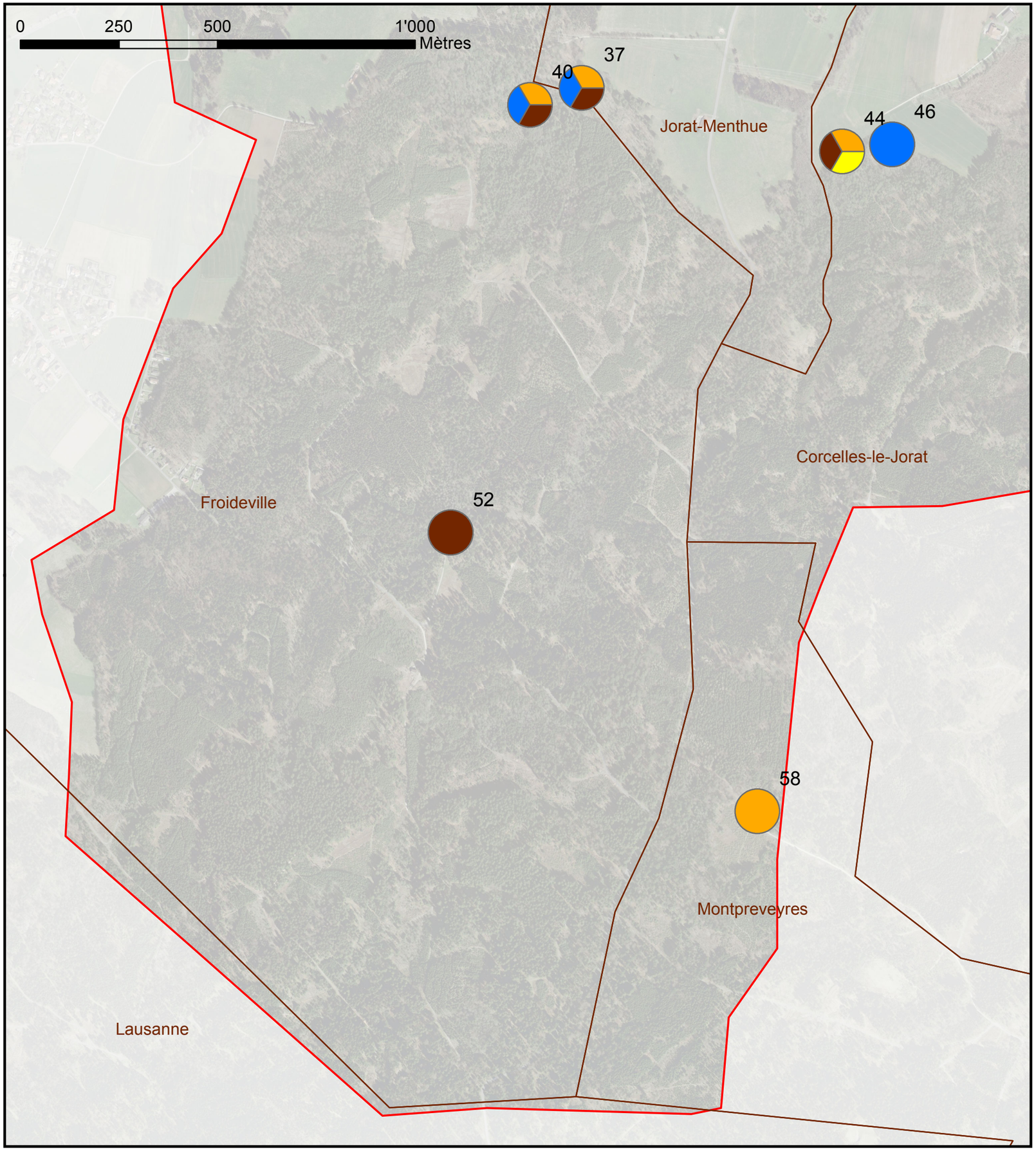
Bufo bufo

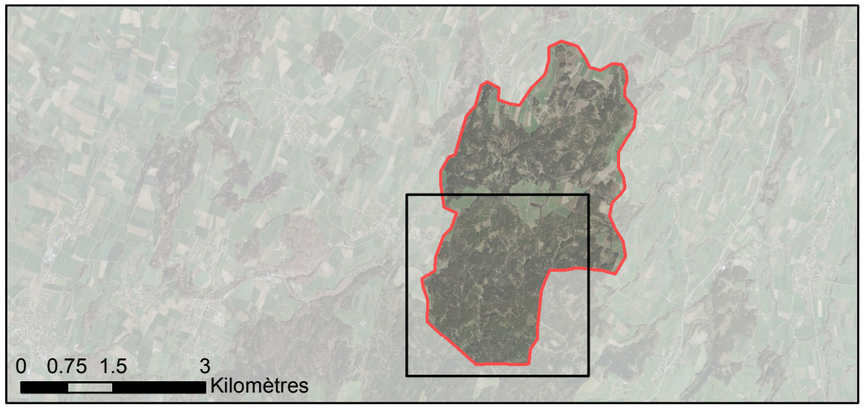
Bombina variegata

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 14.2

Carte de richesse spécifique des plans d'eau n°2

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Batraciens observés

Périmètre d'étude final

Commune

Rana temporaria

Ichtyosaura alpestris

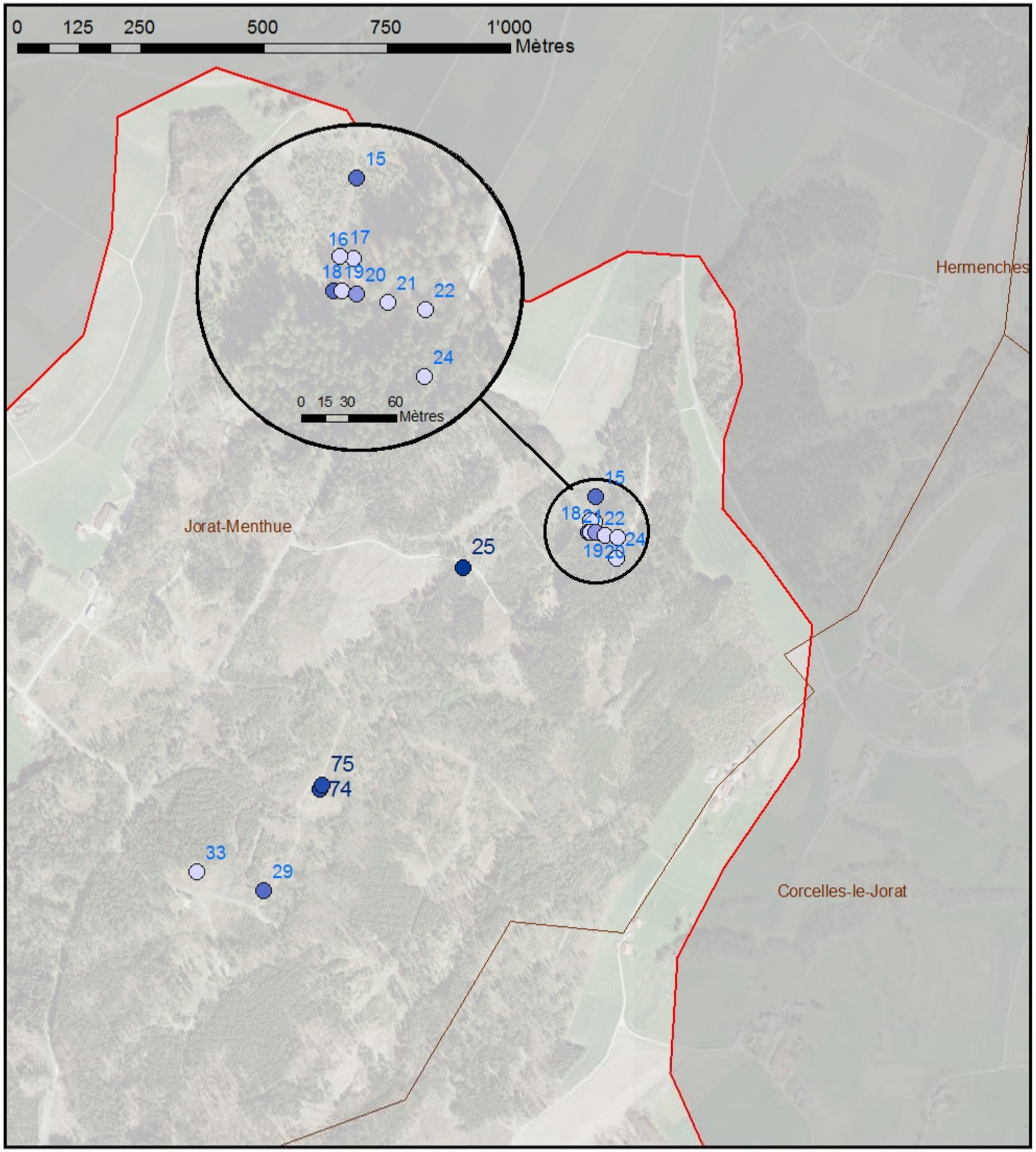
Bufo bufo

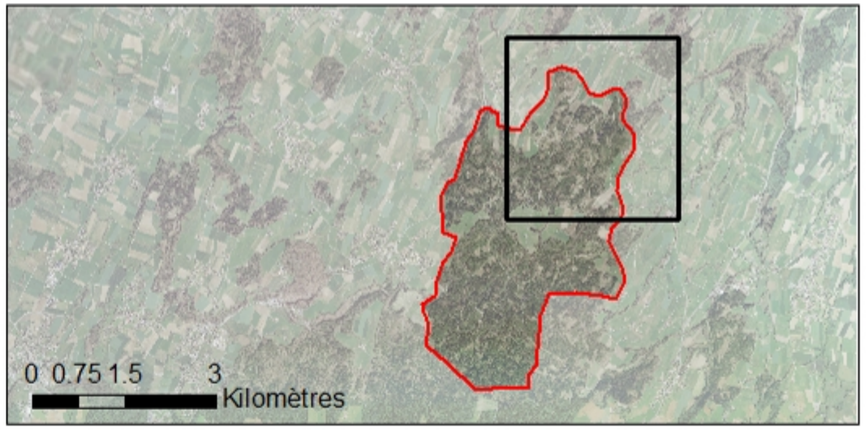
Bombina variegata

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 15.1

Carte de valeur des plans d'eau n°1

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Valeurs des plans d'eau

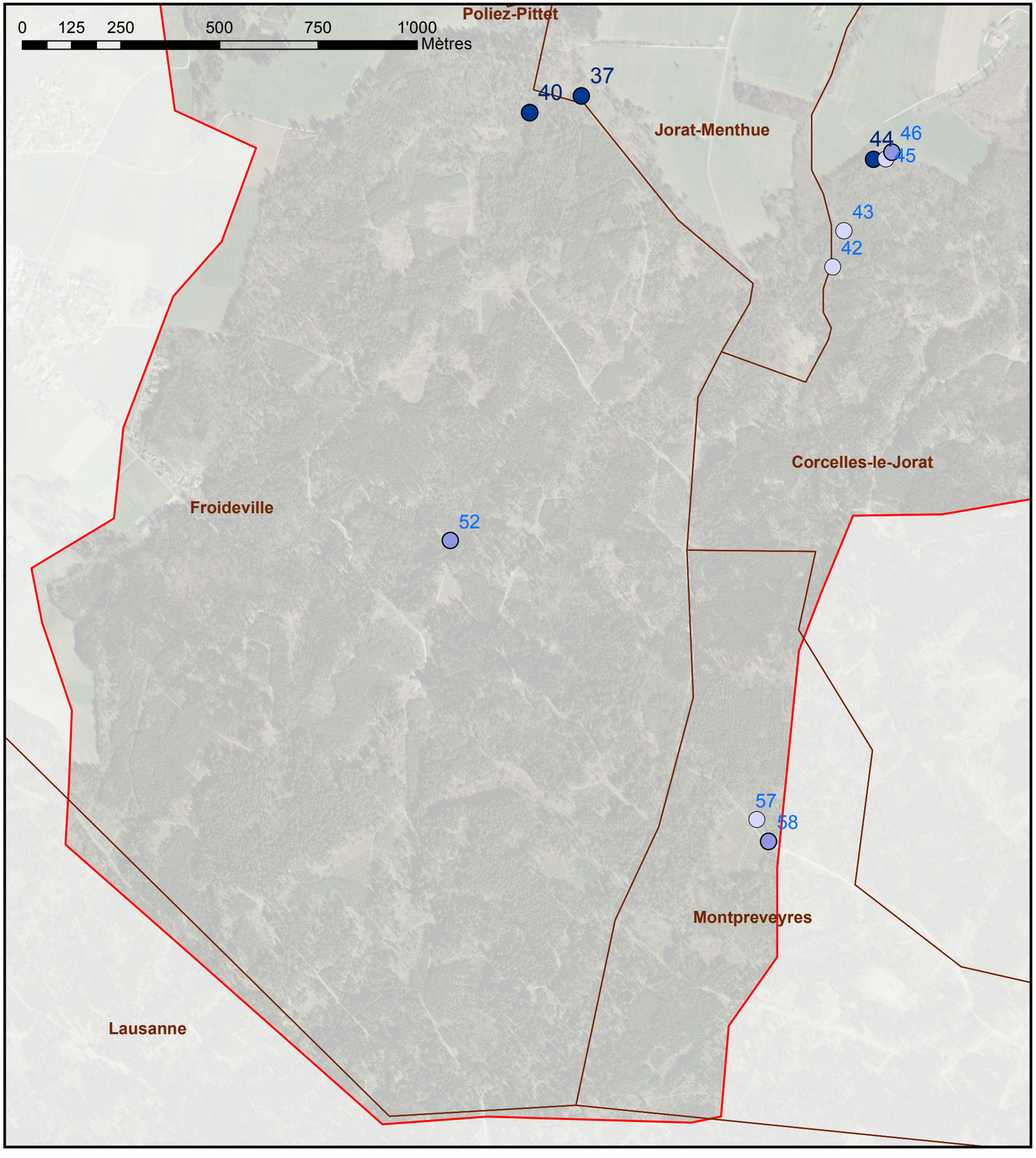
- 0 (7 plans d'eau)
- 1 - 3 (1 plans d'eau)
- 4 - 5 (3 plans d'eau)
- 6 - 7 (2 plans d'eau)
- 8 - 11 (1 plans d'eau)

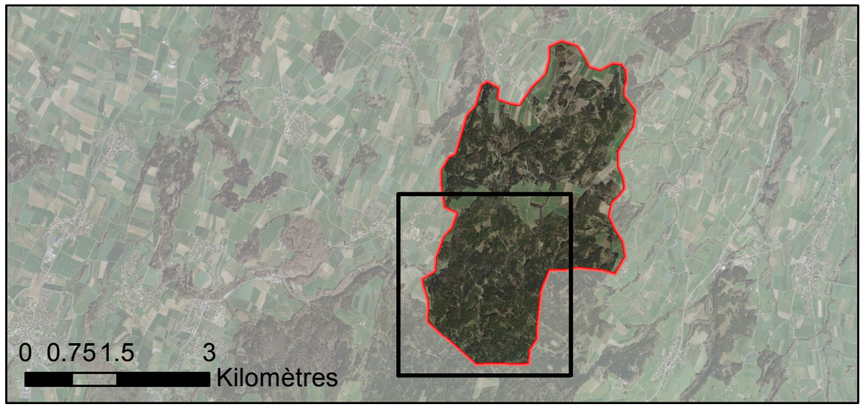
- Périmètre d'étude final
- Commune

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 15.2

Carte de valeur des plans d'eau n°2

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Valeurs des plans d'eau

- 0 (4 plans d'eau)
- 1 - 3 (3 plans d'eau)
- 8 - 11 (3 plans d'eau)

- Périmètre d'étude final
- Commune

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

Annexe 15.1 : Valeurs des plans d'eau

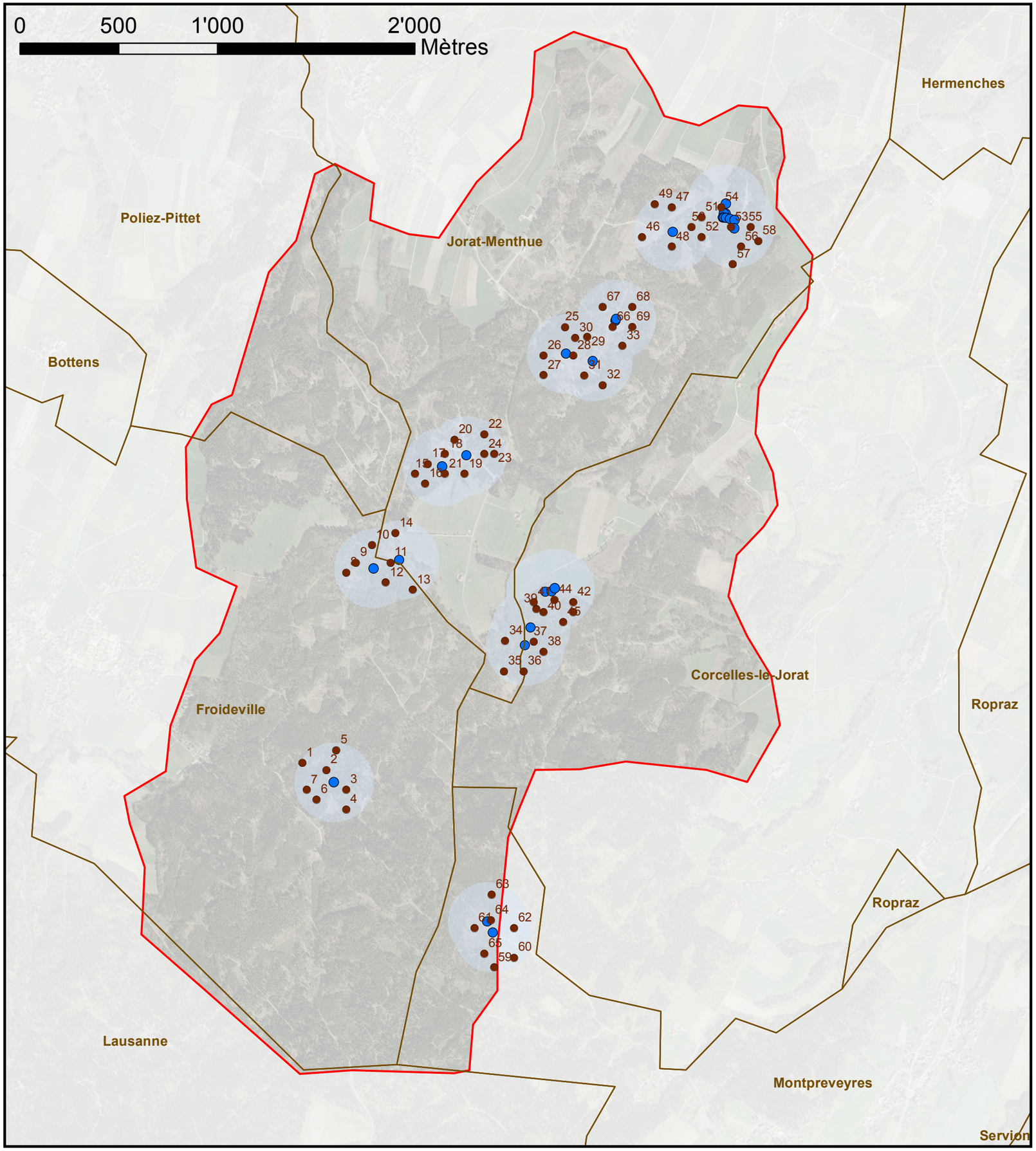
N° plan d'eau	*Rana temporaria*	*Ichtyosaura alpestris*	*Bufo bufo*	*Bombina variegata*	Valeur totale
15	1	2			5
16					0
17					0
18		1	1		5
19					0
20			1		3
21					0
22					0
24					0
25	2	3	2		11
29		3			4
33					0
34	1	3	2		10
36					0
37	1	2	3		10
40	2	3	2		11
42					0
43					0
44	1		1	1	10
45					0
46		2			3
52			1		2
57					0
58	2				3
74	2	3			7
75		1		1	7

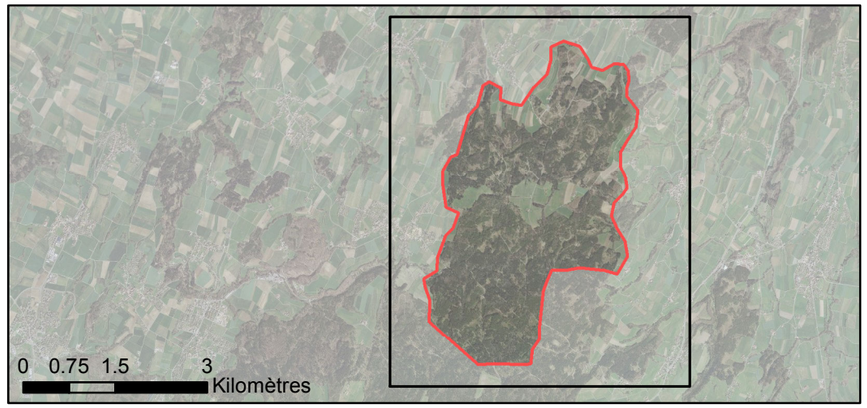
Annexe 16.1 : Coordonnées des placettes et dates d'inventaires

N° placette	Coordonnées X	Coordonnées Y	Date inventaire
1	543401	160695	18.07.2016
2	543523	160658	18.07.2016
3	543623	160558	18.07.2016
4	543623	160458	18.07.2016
5	543573	160758	18.07.2016
6	543473	160508	18.07.2016
7	543423	160557	29.07.2016
8	543623	161658	27.06.2016
9	543673	161708	27.06.2016
10	543753	161797	23.06.2016
11	543848	161708	23.06.2016
12	543823	161608	27.07.2016
13	543961	161570	27.07.2016
14	543873	161858	23.06.2016
15	543973	162158	22.06.2016
16	544023	162108	22.06.2016
17	544037	162208	29.07.2016
18	544123	162258	23.06.2016
19	544223	162158	22.06.2016
20	544172	162332	23.06.2016
21	544123	162158	22.06.2016
22	544323	162358	22.06.2016
23	544373	162258	22.06.2016
24	544323	162258	29.07.2016
25	544733	162901	27.06.2016
26	544623	162758	27.06.2016
27	544623	162658	27.06.2016
28	544773	162758	28.06.2016
29	544830	162656	28.06.2016
30	544923	162608	28.06.2016
31	544784	162847	28.06.2016
32	544845	162851	28.06.2016
33	545023	162807	09.07.2016
34	544973	162903	09.07.2016
35	544923	163003	09.07.2016
36	545073	163003	09.07.2016
37	545073	162903	09.07.2016
38	544428	161312	05.07.2016
39	544423	161158	05.07.2016
40	544523	161158	05.07.2016
41	544573	161308	05.07.2016
42	544623	161258	05.07.2016
43	544587	161475	05.07.2016
44	544623	161458	06.07.2016
45	544573	161508	06.07.2016
46	544773	161508	06.07.2016

Annexe 16.1 : Coordonnées des placettes et dates d'inventaires

N° placette	Coord X	Coord Y	Date inventaire
47	544773	161458	06.07.2016
48	544678	161520	29.07.2016
49	544723	161408	06.07.2016
50	545123	163358	07.07.2016
51	545273	163508	07.07.2016
52	545273	163308	07.07.2016
53	545187	163524	07.07.2016
54	545373	163408	07.07.2016
55	545423	163458	26.07.2016
56	545423	163358	07.07.2016
57	545573	163408	26.07.2016
58	545523	163508	26.07.2016
59	545673	163408	08.07.2016
60	545623	163308	08.07.2016
61	545582	163220	08.07.2016
62	545712	163338	08.07.2016
63	544373	159658	19.07.2016
64	544473	159708	25.07.2016
65	544273	159858	26.07.2016
66	544473	159858	25.07.2016
67	544360	160026	26.07.2016
68	544357	159897	26.07.2016
69	544323	159727	29.07.2016





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 16.2

Carte des placettes

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

- Placettes (69)
- Plans d'eau en eau le 15 mai (26)
- Périmètre d'échantillonnage (R=200 m)
- Périmètre d'étude final
- Commune

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

Annexe 17.1 : Détail des résultats des placettes

N° plan d'eau	N° placette	Strate herbacée (%)	Strate arbustive (%)	Part de résineux (%)	Densité (ind/ha)	Diamètre moyen des espèces ligneuses (cm)	Variance des diamètres (-)	Mode (cm)	Volume de bois mort (m3/ha)	Diamètre moyen du bois mort (cm)
52	1	20	10	80	598	23	205	30	14.5	16
	2	70	5	70	494	30	233	25	32.5	15
	3	30	5	60	624	32	384	20	28.0	24
	4	10	5	90	1066	20	20	20	17.2	13
	5	30	50	90	624	20	245	6	39.7	16.2
	6	100	20	80			Jeunes plantations (hauteur < 3 m)			
	7	20	20	90	546	28	192	35	19.5	14
	Moyenne	**40**	**16**	**80**	**659**	**26**	**213**	**23**	**25.2**	**16**
37-40	8	80	50	20	416	30	983	17	25.9	19
	9	100	20	30	650	17	200	25	43.6	29
	10	70	40	40	780	19	323	5	10.8	16
	11	100	100	10	1352	4	6	3	0.5	10
	12	90	40	90	598	19	339	3	18.8	27
	13	90	5	95	624	26	73	35	21.1	13
	14	100	30	70	286	9	71	3	3.7	12
	Moyenne	**90**	**41**	**51**	**672**	**18**	**285**	**13**	**17.8**	**18**
36	15	40	20	30	260	45	114	35	11.3	13
	16	40	10	90	520	37	106	40	3.5	13
	17	20	5	90	806	38	52	35	6.4	11
	18	100	80	40	676	6	21	3	2.4	10
	19	80	80	20	1976	13	125	25	22.7	14
	20	100	80	60	572	11	74	12	13.1	19
	21	100	70	50	676	6	80	2	7.2	19
	Moyenne	**69**	**49**	**54**	**784**	**22**	**82**	**22**	**9.5**	**14**

Annexe 17.1 : Détail des résultats des placettes

N° plan d'eau	N° placette	Strate herbacée (%)	Strate arbustive (%)	Part de résineux (%)	Densité (ind/ha)	Diamètre moyen des espèces ligneuses (cm)	Variance des diamètres (-)	Mode (cm)	Volume de bois mort (m3/ha)	Diamètre moyen du bois mort (cm)
34	18	100	80	40	676	6	21	3	2.4	10
	19	80	80	20	1976	13	125	25	22.7	14
	20	100	80	60	572	11	74	12	13.1	19
	21	100	70	50	676	6	80	2	7.2	19
	22	80	5	100	624	27	59	30	4.4	14
	23	10	20	80	936	17	62	20	11.7	10
	24	70	30	70	702	13	34	15	8.9	13
	Moyenne	**77**	**52**	**60**	**880**	**13**	**65**	**15**	**10.1**	**14**
29-30-33	25	10	0	100	936	28	27	30	6.9	10
	26	80	20	60	338	32	771	60	9.9	15
	27	70	30	30	390	32	448	55	7.5	13
	28	70	100	30	4212	6	23	2	5.4	15
	29	10	10	90	624	18	63	25	25.7	13
	30	20	50	15	494	30	127	30	6.6	11
	31	5	10	90	910	26	87	60	4.5	13
	Moyenne	**38**	**31**	**59**	**1129**	**25**	**221**	**37**	**9.5**	**13**
74-75	31	5	10	90	910	26	87	20	4.5	13
	32	5	0	95	1872	16	97	10	8	10
	33	30	40	40	546	13	53	10	10.7	11
	34	100	80	30	4212	6	23	3	4.9	13
	35	30	30	70	910	21	87	25	9.8	16
	36	50	40	50	936	16	78	20	14.5	17
	37	50	20	30	910	17	52	20	22.5	16
	Moyenne	**39**	**31**	**58**	**1471**	**16**	**68**	**15**	**10.7**	**14**

Annexe 17.1 : Détail des résultats des placettes

N° plan d'eau	N° placette	Strate herbacée (%)	Strate arbustive (%)	Part de résineux (%)	Densité (ind/ha)	Diamètre moyen des espèces ligneuses (cm)	Variance des diamètres (-)	Mode (cm)	Volume de bois mort (m3/ha)	Diamètre moyen du bois mort (cm)
42-43	38	70	20	40	1068	18	323	5	15.6	13
	39	80	50	40	832	20	281	30	27.1	15
	40	90	30	50	364	22	310	35	63.5	21
	41	10	10	80	416	28	209	30	16.9	14
	42	15	5	60	468	37	435	30	12.3	15
	43	70	40	80	962	31	466	25	35.5	16
	44	60	70	80	1378	13	143	7	18.3	14
	Moyenne	**56**	**32**	**61**	**784**	**24**	**310**	**23**	**27.0**	**15**
44-45-46	43	70	40	80	962	31	466	25	35.5	16
	44	60	70	80	1378	13	143	7	18.3	14
	45	40	10	80	728	25	567	60	77.2	22
	46	100	80	30	1638	9	158	4	11.8	17
	47	40	30	60	598	15	220	4	10.5	18
	48	50	70	20	1352	12	79	10	22.3	16
	49	20	100	70	1378	13	45	20	16.2	15
	Moyenne	**54**	**57**	**60**	**1148**	**17**	**240**	**19**	**27.4**	**17**
25	50	100	60	50	754	7	19	5	1.5	16
	51	70	5	95	364	31	23	30	26.6	16
	52	80	20	40	1066	17	157	25	10	10
	53	60	5	30	338	31	12	30	9.9	16
	54	100	90	30	1690	10	43	5	8	11
	55	30	100	90	1638	13	86	20	5.3	10
	56	5	80	95	2002	12	37	20	25.8	13
	Moyenne	**64**	**51**	**61**	**1122**	**17**	**54**	**19**	**12.4**	**13**

Annexe 17.1 : Détail des résultats des placettes

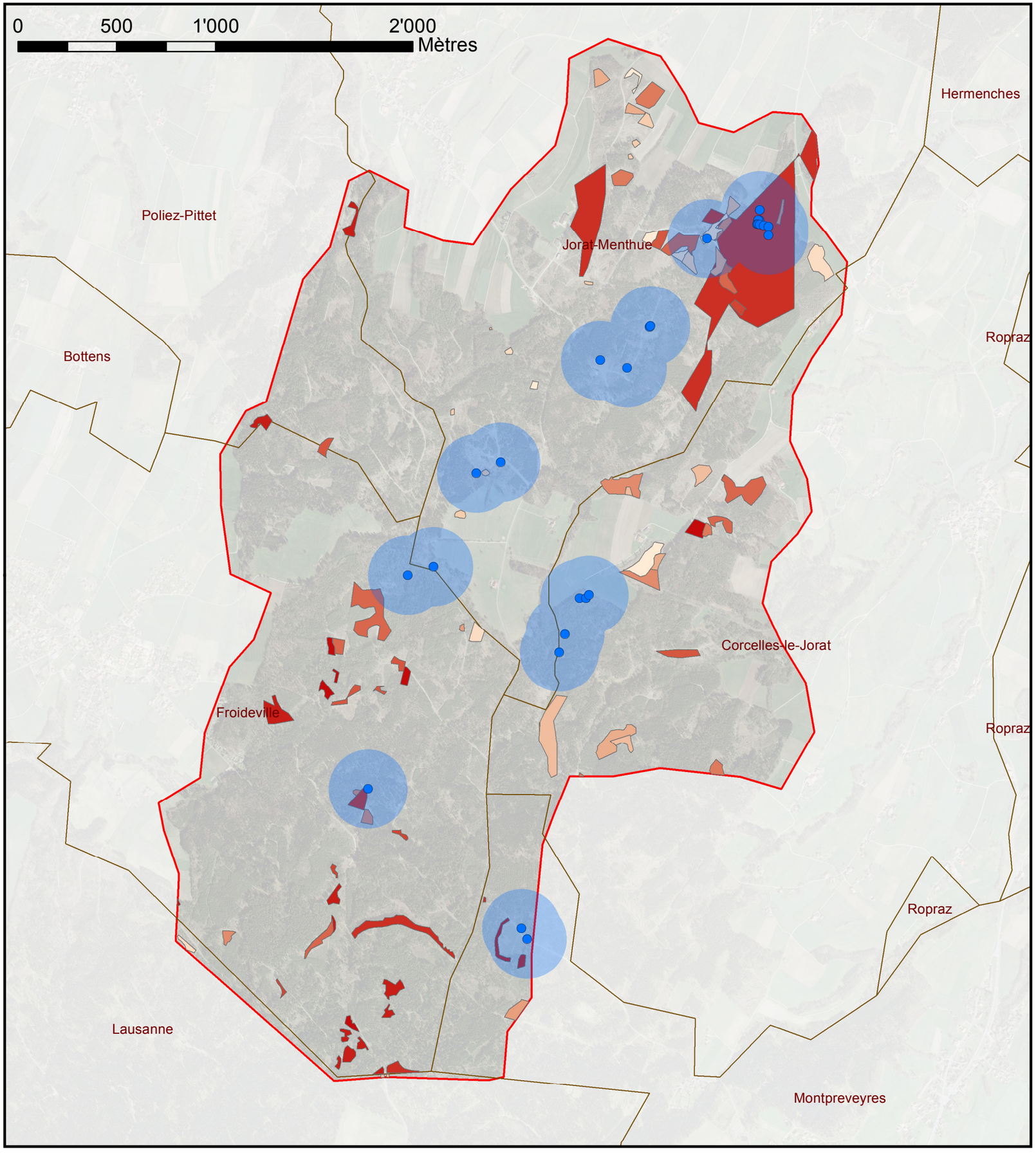
N° plan d'eau	N° placette	Strate herbacée (%)	Strate arbustive (%)	Part de résineux (%)	Densité (ind/ha)	Diamètre moyen des espèces ligneuses (cm)	Variance des diamètres (-)	Mode (cm)	Volume de bois mort (m3/ha)	Diamètre moyen du bois mort (cm)
15-16-17-18-19-20-22-24	55	30	100	90	1638	13	86	20	5.3	10
	56	5	80	95	2002	12	37	20	25.8	13
	57	40	10	60	520	22	316	45	21.6	16
	58	5	100	70	4212	6	12	4	1.4	11
	59	15	30	50	598	17	109	30	23.1	13
	60	100	20		Jeunes plantations (hauteur < 3 m)				2.3	10
	61	10	80	70	884	14	72	25	23.1	13
	62	10	5	40	520	32	96	40	7.3	12
	Moyenne	**27**	**53**	**68**	**1482**	**17**	**104**	**26**	**13.7**	**12**
57-58	63	30	70	90	1872	10	63	6	55.8	17
	64	40	70	90	1352	11	77	4	59.2	25
	65	60	100	70	2912	7	11	5	1.5	9
	66	80	20	70	598	30	432	20	13.4	20
	67	60	5	95	520	31	50	35	11.6	16
	68	30	10	90	494	23	129	18	21.3	14
	69	70	100	70	2678	6	6	4	1.8	10
	Moyenne	**53**	**54**	**82**	**1489**	**17**	**110**	**13**	**23.5**	**16**
26-27	25	10	0	100	936	28	27	30	6.9	10
	26	80	20	60	338	32	771	60	9.9	15
	28	70	100	30	4212	6	23	2	5.4	15
	29	10	10	90	624	18	63	25	25.7	13
	30	20	50	15	494	30	127	30	6.6	11
	66	80	20	70	598	30	432	20	13.4	20
	67	60	5	95	520	31	50	35	11.6	16
	Moyenne	**47**	**29**	**66**	**1103**	**25**	**213**	**29**	**11.4**	**14**

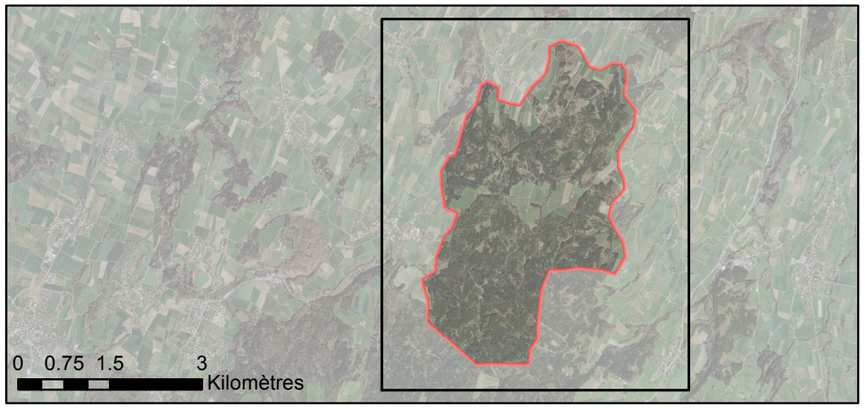
Annexe 17.1 : Détail des résultats des placettes

N° plan d'eau	N° placette	Strate herbacée (%)	Strate arbustive (%)	Part de résineux (%)	Densité (ind/ha)	Diamètre moyen des espèces ligneuses (cm)	Variance des diamètres (-)	Mode (cm)	Volume de bois mort (m3/ha)	Diamètre moyen du bois mort (cm)
28	25	10	0	100	936	28	27	30	6.9	10
	28	70	100	30	4212	6	23	2	5.4	15
	29	10	10	90	624	18	63	25	25.7	13
	30	20	50	15	494	30	127	30	6.6	11
	31	5	10	90	910	26	87	20	4.5	13
	33	30	40	40	546	13	53	10	10.7	11
	66	80	20	70	598	30	432	20	13.4	20
	Moyenne	**32**	**33**	**62**	**1189**	**22**	**116**	**20**	**10.5**	**13**
47	34	100	80	30	4212	6	23	3	4.9	13
	36	50	40	50	936	16	78	20	14.5	17
	37	50	20	30	910	17	52	20	22.5	16
	38	70	20	40	1068	18	323	5	15.6	13
	39	80	50	40	832	20	281	30	27.1	15
	40	90	30	50	364	22	310	35	63.5	21
	41	10	10	80	416	28	209	30	16.9	14
	Moyenne	**64**	**36**	**46**	**1248**	**18**	**182**	**20**	**23.6**	**16**

Annexe 17.2 : Synthèse de la caractérisation des habitats terrestres

N° plan d'eau	Strate herbacée (%)	Strate arbustive (%)	Part de résineux (%)	Densité (ind/ha)	Diamètre moyen (cm)	Variance des diamètres (-)	Mode (cm)	Volume de bois mort (m^3/ha)	Diamètre moyen du bois mort (cm)	Coupe forestière après 2000 (%)
15	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	73
16	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	86
17	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	86
18	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	91
19	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	91
20	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	90
21	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	87
22	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	83
24	27	53	68	1482	17	104	26	13.7	12	87
25	64	51	61	1122	17	54	19	12.4	13	67
29	38	31	59	1129	25	221	37	9.5	13	0
33	38	31	59	1129	25	221	37	9.5	13	0
34	77	52	60	880	13	65	15	10.1	14	1
36	69	49	54	784	22	82	22	9.5	14	1
37	90	41	51	672	18	285	13	17.8	18	0
40	90	41	51	672	18	285	13	17.8	18	2
42	56	32	61	784	24	310	23	27	15	0
43	56	32	61	784	24	310	23	27	15	0
44	54	57	60	1148	17	240	19	27.4	17	0
45	54	57	60	1148	17	240	19	27.4	17	0
46	54	57	60	1148	17	240	19	27.4	17	0
52	40	16	80	659	26	213	23	25.2	16	8
57	53	54	82	1489	17	110	13	23.5	16	5
58	53	54	82	1489	17	110	13	23.5	16	5
74	39	31	58	1471	16	68	15	10.7	14	0
75	39	31	58	1471	16	68	15	10.7	14	0
Min	**27**	**16**	**51**	**659**	**13**	**54**	**13**	**9.5**	**12**	**0**
Max	**90**	**57**	**82**	**1489**	**26**	**310**	**37**	**27.4**	**18**	**91**
Moyenne	**46**	**46**	**64**	**1205**	**19**	**156**	**22**	**17**	**14**	**33**





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 18

Carte des coupes forestières depuis 2000

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, Pellet 2016

Date: 19.08.2016

Légende

Coupe forestière

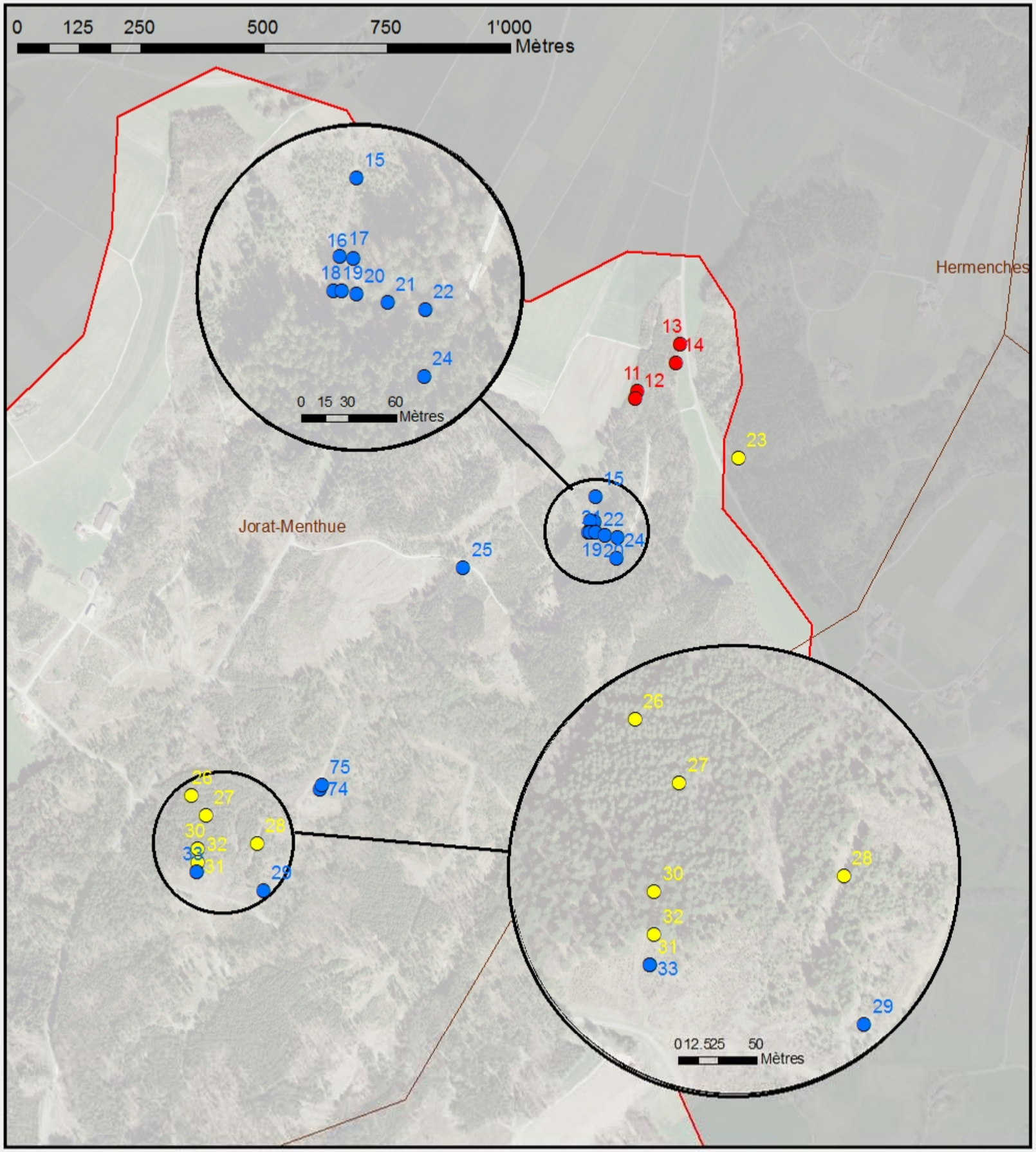
- 2001
- 2002
- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009
- 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014

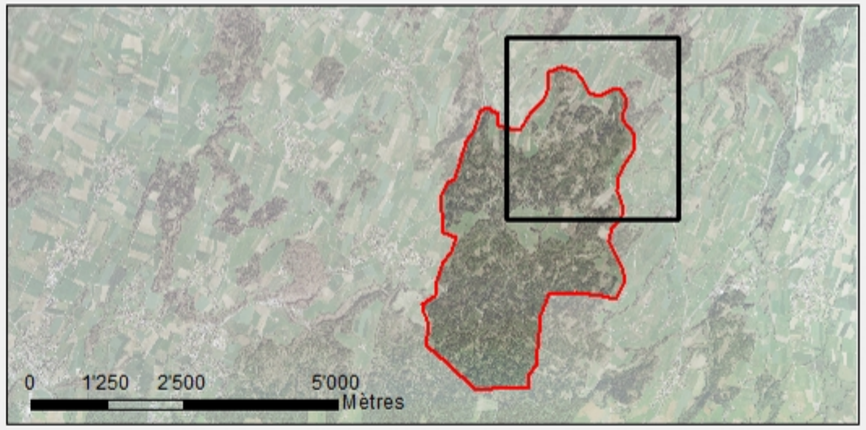
- Plan d'eau étudié
- Périmètre de caractérisation (R=200m)
- Périmètre d'étude final
- Commune

N

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 19.1

Carte d'assèchement des plans d'eau n°1

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Assèchement

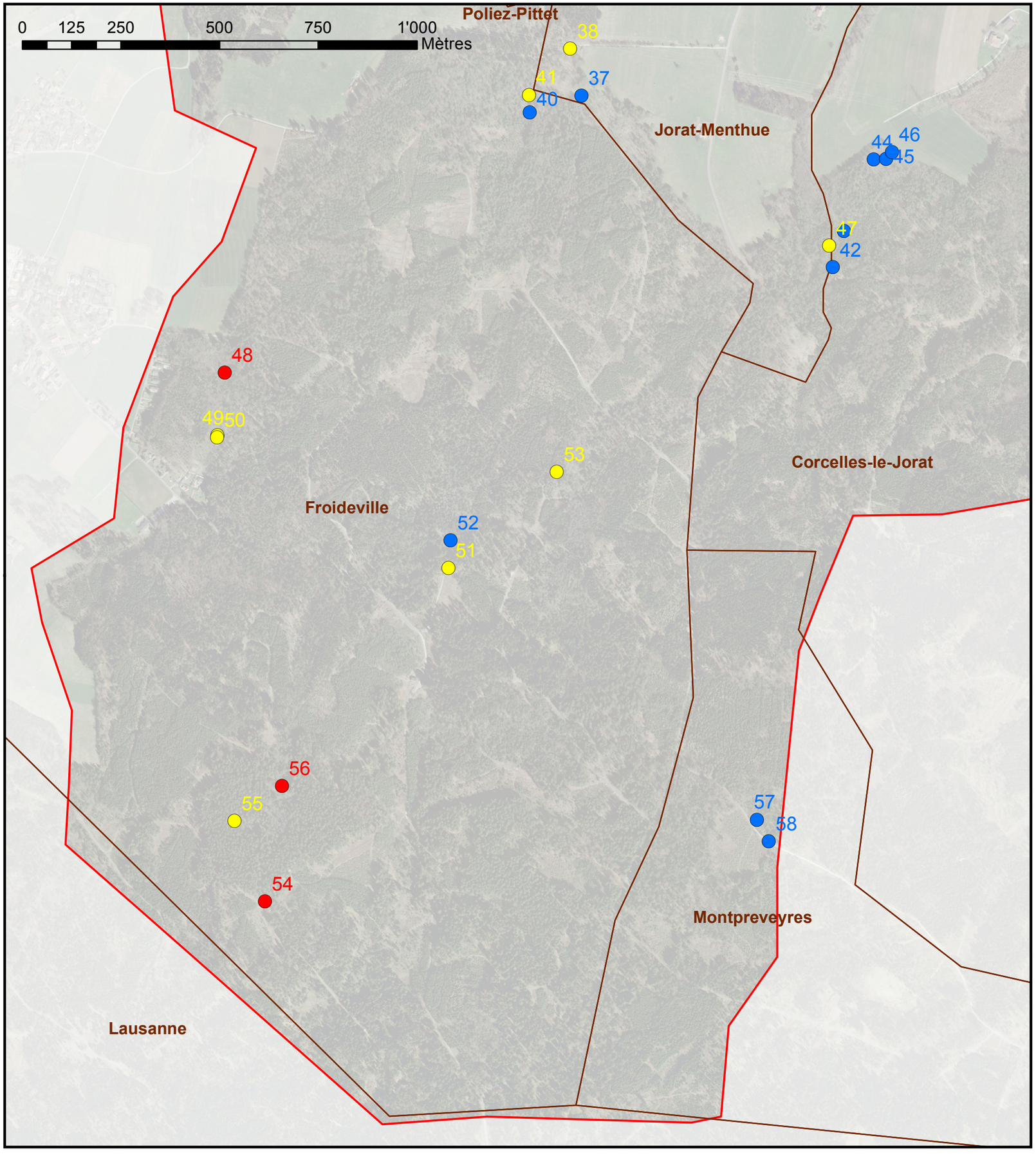
- Avant le 17 avril
- Avant le 15 mai
- Pas avant le 15 mai

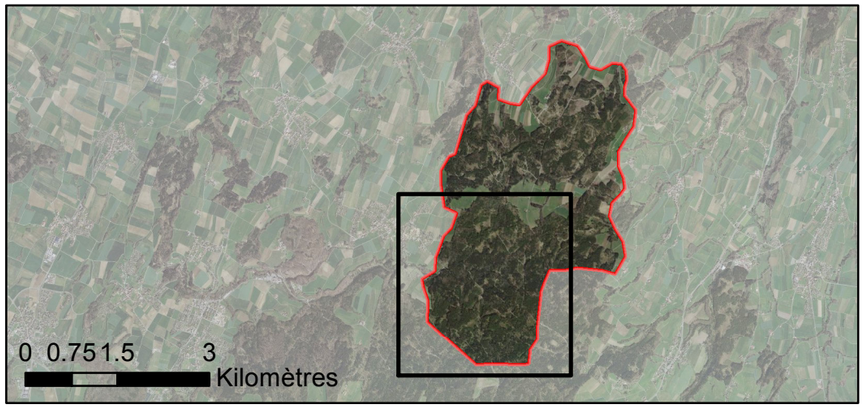
- Périmètre d'étude final
- Commune

N

hepia
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 19.2

Carte d'assèchement des plans d'eau n°2

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Assèchement

- Avant le 17 avril
- Avant le 15 mai
- Pas avant le 15 mai

- Périmètre d'étude final
- Commune

N

hepia
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

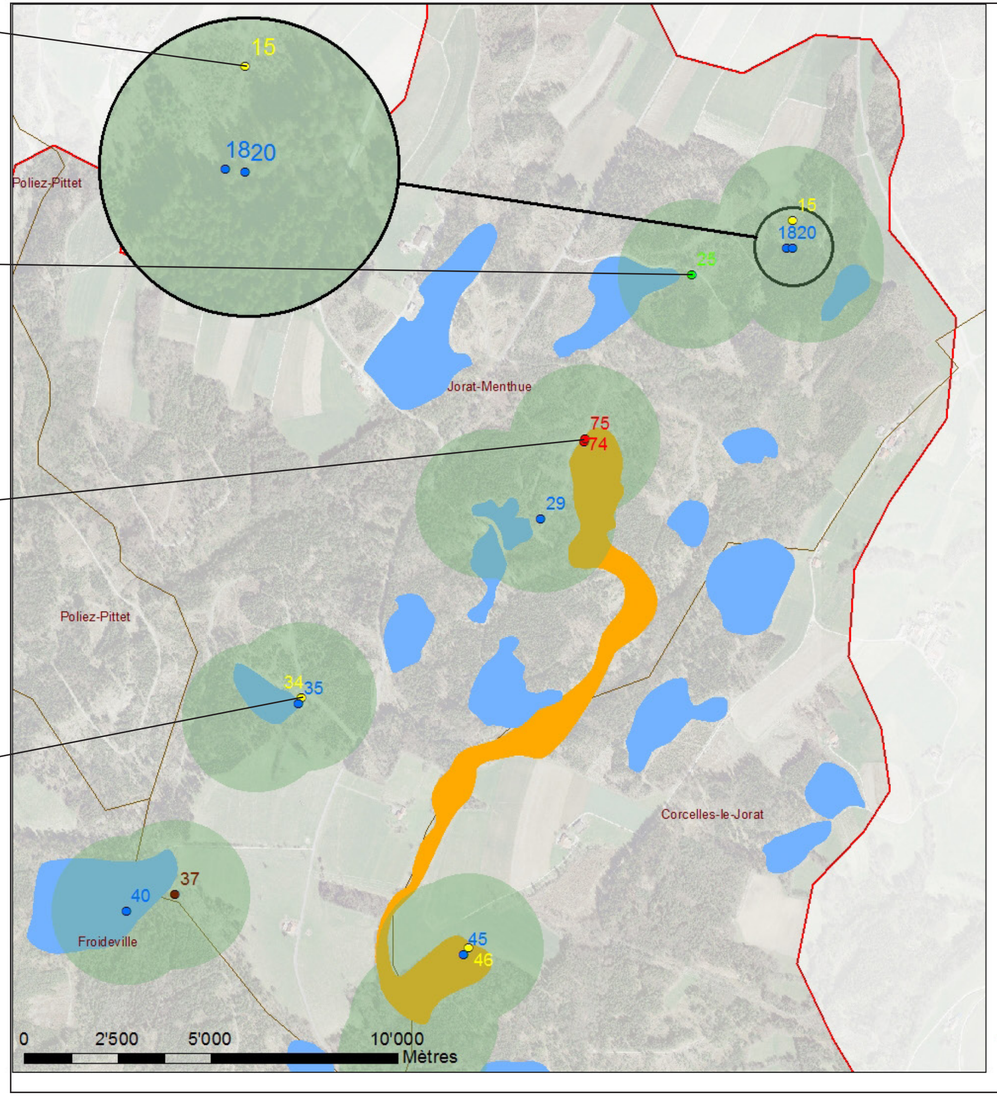
Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

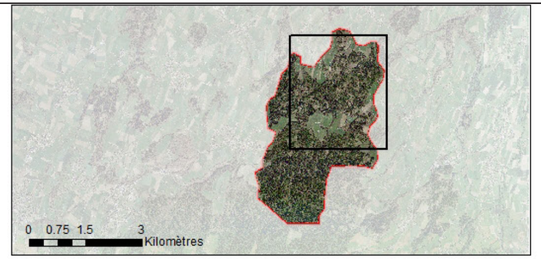
Plan d'eau n°15 : Eclaircissement de la canopée

Plan d'eau n°25 : Faucardage en alternance

Valorisation de l'eau des mares pour la création de plans d'eau temporaires

Plan d'eau n°34 : Eclaircissement de la canopée





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 20.1

Carte des mesures n°1

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Mesure plans d'eau

- Aucune
- Curage
- Eclaircissement
- Faucardage
- Remodelage

Périmètre de gestion intégrée

Zone propice à l'aménagement de plans d'eau permanents

Zone propice à l'aménagement de plans d'eau temporaires

Périmètre d'étude final

Commune

N

hepia
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

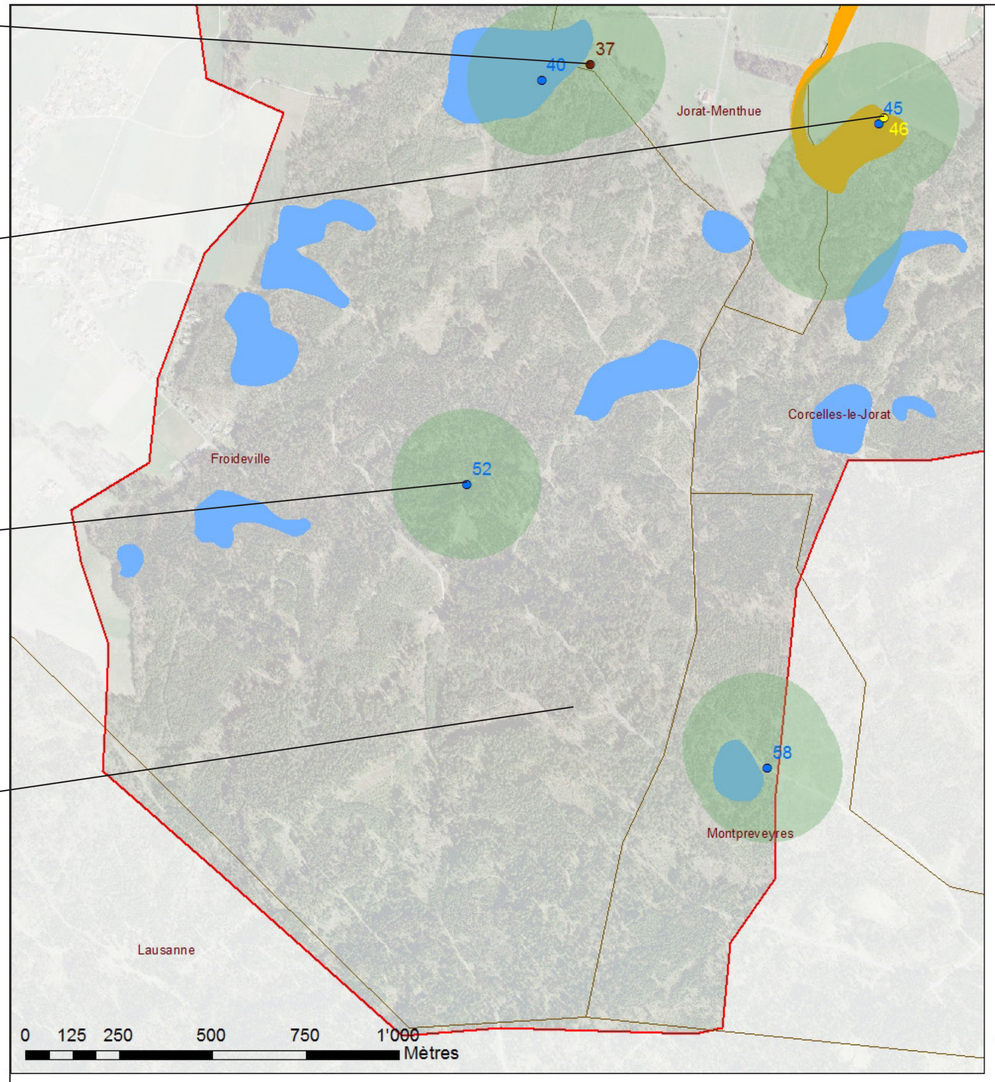
Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

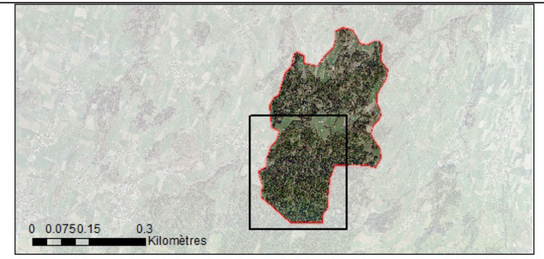
Plan d'eau n°37 : Remodelage des berges ; Diversification du linéaire et adoucissement des pentes

Plan d'eau n°46 : Eclaircissement de la canopée

Plan d'eau n°52 : Curage et agrandissement

Conservation des galettes racinaires des chablis dans l'ensemble du périmètre





Quelle gestion forestière pour les communautés de batraciens ?

Annexe 20.2

Carte des mesures n°2

Auteur : Eliott Casnabet

Sources : SIG 2011, personnelles

Date: 19.08.2016

Légende

Mesure plans d'eau

- Curage
- Eclaircissement
- Faucardage
- Remodelage
- Périmètre de gestion intégrée
- Zone propice à l'aménagement de plans d'eau permanents
- Zone propice à l'aménagement de plans d'eau temporaires
- Périmètre d'étude final
- Commune

h e p l a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

N

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale