



Fauvette passerinette *Sylvia cantillans*, mâle de la sous-espèce *albistriata*.
Photo G. GROLLEAU.

SOMMAIRE

MALACOLOGIE

Inventaire de la malacofaune de carrières alluvionnaires et analyse de leur répartition en fonction des paramètres physico-écologiques, par Hugues TUPHILE, p. 2

ORNITHOLOGIE

Observation d'une Fauvette des Balkans (*Sylvia cantillans albistriata*) en mai 2012 dans la plaine de Chanfroy, par Sylvain VINCENT, p. 40

BOTANIQUE

Plantes rares ou peu communes observées dans le Massif de Fontainebleau et ses environs pendant l'année 2011, par Michel ARLUISON, p. 44



MALACOLOGIE

INVENTAIRE DE LA MALACOFAUNE DE CARRIÈRES ALLUVIONNAIRES ET ANALYSE DE LEUR RÉPARTITION EN FONCTION DES PARAMÈTRES PHYSICO-ÉCOLOGIQUES

Par Hugues TUPHILE¹

TABLE DES MATIÈRES

Présentation	3
1. Les mollusques dulcicoles en Ile-de-France	3
1.1. Présentation générale	3
1.1.1. Gastéropodes	4
1.1.2. Bivalves (ou Lamellibranches)	5
1.2. Prédation	5
1.3. Compétition	5
1.4. Habitat	6
1.5. Dispersion	7
1.6. Caractère bio-indicateur	8
1.7. La Malacologie en Ile-de-France	8
2. Matériel et méthodes	9
2.1. Description de l'aire d'étude	9
2.1.1. La région de la Bassée	9
2.1.2. Sites concernés par l'étude	9
2.2. Protocole d'échantillonnage	11
2.3. Paramètres physico-chimiques	11
2.4. Traitement statistique	12
3. Résultats	13
3.1. Faune récoltée	13
3.1.1. Richesse spécifique	14
3.1.2. Indice de diversité écologique	15
3.1.3. Effectifs totaux	16
3.1.4. Composition taxonomique	17
3.1.5. Indice d'originalité	17
3.1.6. Analyse en Composantes principales	19
3.1.7. Faune du site du bras de la Boule par rapport aux carrières	19
3.2. Paramètres physico-chimiques des sites	19
3.2.1. Données de l'ANVL	19
3.2.2. Données récoltées au niveau des pièges	20
3.3. Mise en relation des paramètres physicochimiques des sites avec leurs communautés malacologiques	21
3.3.1. Tests au niveau du plan d'eau	21
3.3.2. Tests au niveau des points	25
4. Discussion	25
Conclusion	30
Bibliographie	30
Annexe 1 : Principaux habitats des bivalves d'eau douce (document issu des travaux de Killeen <i>et al.</i>)	34
Annexe 2 : Liste des espèces en Ile-de-France	35

1. Rapport de stage en Master Ecologie et Développement durable ; Ecologie des Ressources naturelles et Développement durable. Septembre 2011.

PRÉSENTATION

En 2006, l'ANVL a mis en place un programme de suivi scientifique et standardisé de la biodiversité en carrière. Ce programme intitulé ROSELIÈRE, en réalité l'acronyme pour Réseau d'observation des sablières en eau libre à intérêt écologique et réaménagement environnemental, est un programme complet qui s'intéresse aussi bien à la flore qu'à la faune terrestre et aquatique dans des carrières anciennes ou encore en activité, de roches massives ou alluvionnaires. Ses résultats doivent servir à aider les carriers dans l'orientation de leurs réaménagements et de leur gestion des sites. Pour cela, le programme ROSELIÈRE s'appuie sur un protocole standardisé, reproductible, simple et peu coûteux (Laprun, 2010). L'ANVL a déjà mis en œuvre son protocole sur dix-huit sites répartis pour la plupart dans la Bassée.

Pour des raisons de temps, le protocole concernant les invertébrés aquatiques n'a pu pousser la détermination que jusqu'aux genres. Cependant, la malacofaune présente deux principaux intérêts dans sa détermination jusqu'à l'espèce.

Premièrement, réaliser un inventaire de la malacofaune dans cette région. En effet, le nombre de prospections en Ile-de-France est faible, et dérisoire si on s'attache plus particulièrement à la Bassée. Cet inventaire servira donc à compléter les quelques prospections réalisées. Ces prospections sont d'une grande importance afin de pouvoir dresser une vue globale de la malacofaune de cette région. Pour conclure sur l'état de santé d'un écosystème à partir de sa faune, il est primordial d'avoir un maximum de données.

Deuxièmement, ce groupe est un élément clé de voûte dans les écosystèmes aquatiques et présente des capacités de bio-indication élevées. En effet, Mouthon (1982) montrait déjà l'intérêt des mollusques dans la création de nouvelles méthodes de suivi écologique. En effet, il souligne la grande capacité de filtration des Bivalves, 300 ml/ind./h pour les Unionidae, 35 ml/ind./h pour les Dreissenidae et 2,2 ml/ind./h pour les Sphaeriidae. Ceci les expose tout particulièrement aux différents contaminants, de plus ces animaux disposent de capacités de concentration de certaines substances telles que des métaux lourds, des pesticides, etc. Mouthon rappelle également que les Mollusques dulcicoles représentent une part importante de l'alimentation des invertébrés (Sangsues, Ecrevisses) et des vertébrés (Poissons, Oiseaux, Mammifères).

Killeen *et al.* (2004) considèrent les Bivalves comme des organismes « clé de voûte ». En effet, leur capacité de filtration très importante a des effets bénéfiques sur le milieu aquatique. Cette filtration permet d'éliminer les algues et la matière en suspension, ainsi que de fixer des contaminants. Ces effets, l'obtention d'une eau plus limpide permettant une meilleure pénétration de la lumière, sont favorables aux macrophytes. Ces derniers sont l'habitat de nombreuses autres espèces, leur développement est donc important. Cependant, les auteurs rappellent que ces effets ne sont valables que pour des espèces autochtones. Malgré leur capacité de filtration similaire, les espèces de Bivalves allochtones causent par ailleurs des dégâts aux écosystèmes autochtones.

Ainsi, la mise en relation entre la malacofaune et les paramètres physico-chimiques devrait permettre de discriminer les sites et de mieux appréhender quels facteurs régissent la répartition des espèces au sein des carrières suivies. Ces liens éventuels permettront de mieux comprendre l'importance de ces paramètres sur la malacofaune.

1. LES MOLLUSQUES DULCICOLES EN ILE-DE-FRANCE

1.1. Présentation générale

Les mollusques sont des invertébrés, dans ce groupe se trouvent de nombreux embranchements, notamment les Cnidaire, les Annélides, les Arthropodes, etc. Les mollusques avec 80 000 espèces, ce qui les classe numériquement second du règne animal après les Arthropodes, sont pourtant très mal connus (Kerney et Cameron, 1999). En France, il est répertorié 660 espèces de mollusques terrestres et aquatiques, dont 180 endémiques (Falkner *et al.*, 2002).

Ces animaux ont conquis tous les milieux : marin, dulcicole, terrestre et même des milieux extrêmes comme les moules du genre *Bathymodiolus* dans les zones thermales des abysses (Rousse *et al.*, 1998), et sous différentes formes : libre, fixée, parasite.

Ce sont des animaux à corps mou, d'où leur nom de mollusques tiré du latin *mollis*, mou.

Ils présentent une symétrie bilatérale qui est altérée chez les Gastéropodes. Les principaux critères de distinction des mollusques sont résumés sur la figure 1. Les mollusques ont en commun : un pied (muscle locomoteur), une tête (bouche, organes sensoriels), un manteau (qui produit les spicules calcaires qui sont à l'origine de la coquille). Cette coquille est une enveloppe calcaire d'une seule

pièce chez les Gastéropodes et est constituée de deux valves chez les Bivalves (Germain, 1931). Les mollusques présentent tous une cavité palléale. Cette dernière n'est présente que chez les mollusques. Elle peut être plus ou moins ouverte sur l'extérieur (totalement ouverte chez les bivalves ou quasi-fermée chez les gastéropodes), et l'urine et les gamètes s'y déversent. On y trouve également l'appareil respiratoire. Leur système nerveux se résume à des ganglions cérébroïdes, pouvant fusionner pour former un cerveau. Ces animaux ne sont cependant pas dénués d'intelligence, les poulpes font preuve de capacité d'apprentissage élevée (1).

L'appareil circulatoire est composé d'un cœur avec une circulation lacunaire. Cependant, leur sang est capable de transporter plus d'oxygène qu'un vertébré, à volume égal (1). Leur reproduction est sexuée, externe ou interne, selon le mode de vie de l'espèce. D'une façon générale, elle est externe chez les espèces aquatiques et interne chez les espèces terrestres et les Céphalopodes. Les sexes sont généralement séparés, mais il existe de nombreuses espèces hermaphrodites ou qui changent de sexe avec l'âge.

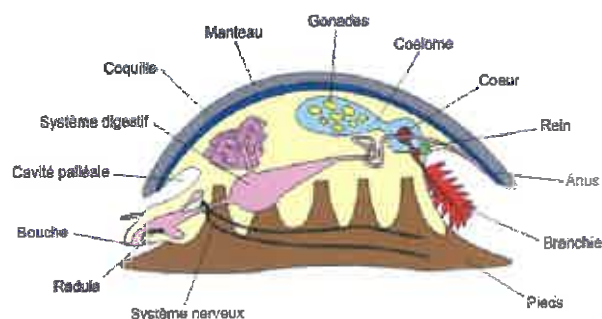


Fig. 1 : Schéma de l'HAM pour « Hypotetical Ancestral Mollusk » (source : <http://www.ulb.ac.be/sciences/dste/sediment/Paleonto/fossiles/mollusques.html>)

On dénombre huit classes de mollusques : les solénogastres, les caudofovéates, les polyplacophores, les monoplacophores, les gastéropodes, les céphalopodes, les bivalves, et les scaphopodes. Seuls les gastéropodes et les bivalves ont colonisé les eaux douces (Keith *et al.*, 1998), c'est donc ces classes que nous développerons par la suite. La distinction entre un gastéropode et un bivalve est aisée, les principaux critères de discrimination sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractères discriminants entre les Gastéropodes et les Bivalves

	Gastéropodes	Bivalves
Valve	Une	Deux
Radula	Présente	Absente
Symétrique	Non	Oui

1.1.1. Gastéropodes

Étymologiquement, le terme de gastéropode vient du grec gaster qui signifie estomac et poda le pied, ce qui donne littéralement « l'estomac sur le pied ». Les gastéropodes ont perdu leur symétrie suite à trois mouvements : une flexion endogastrique, un enroulement et une torsion à 180°. Certains comme les Ancyliidae ont secondairement retrouvé une symétrie bilatérale (Tachet *et al.*, 2002). Il existe des gastéropodes aquatiques et terrestres, l'observation des tentacules permet de les discriminer facilement. Les terrestres sont dits stylommatophores car ils possèdent quatre tentacules avec les yeux à l'extrémité des deux plus longues. Les aquatiques sont dits basommatophores car ils possèdent deux tentacules avec les yeux à leurs bases (Germain, 1930 ; Tachet *et al.*, 2002). La suite du paragraphe concernera seulement les gastéropodes aquatiques.

Au sein des gastéropodes aquatiques deux groupes peuvent se distinguer, les Prosobranches et les Pulmonés. Quelques critères de différenciation et les familles correspondantes sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Deux principaux groupes de gastéropodes (Keith, 1998 ; Germain, 1930).

	Prosobranches	Pulmonés
Position des yeux	Côté externe à la base des tentacules	Côté interne à la base des tentacules
Respiration	Présence de branchies (cténidies)	Présence de poumons (transformation de la cavité palléale)
Sexe	Séparés	Hermaphrodites
Opercule	Présent (calcaire ou corné)	Absent
Enroulement	Souvent côté dextre	Dextre, senestre ou en chapeau chinois

Origine	Marine	Terrestre
Familles en France	Viviparidae, Neritidae, Valvatidae, Bithyniidae, Hydrobiidae	Ancylidae Acroloxidae, Planorbidae Lymnaeidae, Physidae

La période de reproduction se déroule au printemps et en été. Le cycle biologique de ces animaux est d'une année (Mouthon, 1982). Leur activité est très dépendante des conditions thermohygrométriques. En effet, celle-ci est ralentie à des températures inférieures à 0 °C et en période de sécheresse. Les gastéropodes aquatiques ont donc des phases d'hibernation et d'estivation qui leur permettent de survivre aux mauvaises conditions. Les Pulmonés peuvent fermer leur coquille grâce à la sécrétion d'un, ou plusieurs, épiphragmes (opercule temporaire à l'aide duquel les gastéropodes bouchent leur coquille pour se protéger du gel ou de la dessiccation (Mouthon, 1982), afin d'être mieux protégés (Mouthon, 1982 ; Tachet *et al.*, 2002).

Les gastéropodes dulcicoles sont pour l'essentiel herbivores et/ou détritivores. Les régimes alimentaires varient en fonction de la saison, ainsi de nombreux Prosobranches sont herbivores l'été et détritivores l'hiver lorsqu'ils sont enfouis dans la vase (Mouthon, 1982). Ils se nourrissent en raclant, grâce à leur radula, la surface de plantes aquatiques, de pierres, ou même les vitres d'un aquarium (Boycott, 1936).

La détermination de ces animaux se base sur les critères morphologiques de leur coquille. Pour certaines espèces le recours à la dissection des organes reproducteurs peut être envisagée. De plus, la coquille peut avoir subi des malformations suite à un accident, ou à des facteurs extérieurs (températures, salinité), ce qui complique l'identification sur des critères uniquement extérieurs (Germain, 1930).

1.1.2. Bivalves (ou Lamellibranches)

Les bivalves ont un corps enfermé dans une coquille formée de deux valves, d'où leur nom (Germain, 1930).

Ces animaux filtreurs captent, par l'intermédiaire de leur cténidies, des particules de quelques dizaines de μm , selon la taille de l'espèce (phyto-plancton, bactérie, débris organique), contenues dans l'eau ou sur le fond de l'eau. Les cténidies

font également office de branchies, elles sont lamelleuses, d'où le terme de lamellibranches. La tête des bivalves n'est pas différenciée du corps, les organes sensoriels, tels que les yeux et les tentacules se trouvent à la périphérie du manteau.

Leur durée de vie est variable selon les familles considérées. Elle est d'environ cinq à dix années. Elle peut atteindre trente années pour les Unionidae et même cent ans pour les Margaritiferidae. Les Bivalves sont à sexes séparés ou hermaphrodites selon les familles. La maturité sexuelle est généralement atteinte dès la première année, mais peut prendre une dizaine d'années pour les espèces ayant une longévité importante. Après fécondation externe, le développement peut s'effectuer soit dans une cténidie, soit nécessiter une phase parasitaire (Tachet *et al.*, 2002).

Pour l'identification, les valves sont un élément très important. Cependant, il peut être nécessaire d'observer les cténidies ou la structure du bord postérieur du manteau. La taille est également un élément important puisqu'elle varie fortement selon les familles.

Les différentes familles de bivalves rencontrées en Ile-de-France sont : les Corbiculidae, les Dreissenidae, les Pisidiidae, les Margaritiferidae, les Unionidae et les Sphaeriidae.

1.2. Prédation

Les mollusques sont la cible de nombreux prédateurs :

- des poissons : truites, chabots, carpes, goujons, etc. ;
- des oiseaux : hérons, mouettes, canards, etc. ;
- des mammifères : rats musqués, loutres, blaireaux, etc. ;
- des amphibiens ;
- des crustacés : écrevisses, etc. ;
- des insectes : Coléoptères, Hémiptères, Diptères Sciomyzidae, Odonates, Trichoptères, etc. ;
- des annélides : planaires, sangsues.

Les mollusques sont donc une source d'alimentation importante dans les milieux aquatiques. Ils sont également les hôtes de nombreux parasites comme des Nématodes ou des Trématodes.

1.3. Compétition

Les phénomènes de compétition entre espèces de mollusques sont difficiles à appréhender. Cependant, il semblerait que dans les plans d'eau perma-

nents, ce soit une force importante (Cucherat, 2003). Plus le plan d'eau sera petit, plus cette force sera importante (Macam, 1950). Cette pression peut avoir de nombreuses conséquences, notamment sur la croissance (Lewis, 2001). Afin d'éviter la compétition interspécifique, certains mollusques ont un décalage dans leur période de reproduction (Brown, 1976). En effet, cette période entraîne de forts besoins (nourriture, habitat, etc.). Ce pic de besoin n'étant donc pas simultané entre les différentes espèces, il diminue la compétition interspécifique.

Pour finir, tous les gastéropodes n'ont pas la même tolérance à la compétition. Ainsi les pulmonés sont plus compétitifs que les prosobranches, en l'absence de pression de prédation. En présence de prédateurs ce sont les prosobranches, avec une coquille plus épaisse, qui ont l'avantage. Cependant, les espèces invasives sont toujours les plus résistantes (Carlsson, 2001 ; Brown, 1976 ; Byers, 2000).

1.4. Habitat

Le facteur limitant des mollusques, avec leur coquille calcaire, est très souvent la teneur en calcium de l'eau. En effet, selon Boycott (1936), la teneur en calcium fait partie des trois caractéristiques importantes pour la présence de gastéropodes, avec la propreté de l'eau et l'absence de perturbation. Une étude récente (Dalesman *et al.*, 2010) a démontré qu'une teneur inférieure à 20 mg.L⁻¹ de calcium est un facteur de stress chez *Lymnaea stagnalis*. Ces concentrations faibles auraient également des conséquences sur leur capacité mémoire. Les *Lymnaea stagnalis* seraient, par exemple, moins aptes à se souvenir d'une rencontre avec un prédateur ce qui les rend plus vulnérables. De plus, ce facteur de stress rendrait ces animaux plus sensibles à tout autre facteur. Cependant, Tachet *et al.* (2002) pensent que le calcium n'est pas un facteur limitant puisqu'une Lymnée a besoin, selon eux, de seulement 0,015 mg.L⁻¹ de calcium et les *Valvata* seulement 0,008 mg.L⁻¹ pour se développer. Ils indiquent néanmoins que les eaux acides sont moins riches en gastéropode. Cucherat (2003) nous indique que, d'une part la diversité spécifique diminue seulement pour des concentrations très faibles en calcium (inférieures à 5,2 mg.L⁻¹), et d'autre part que cette diminution aurait plus d'effet sur les densités que sur la diversité spécifique. Il semblerait donc que le calcium ne soit pas le seul facteur limitant.

D'autres critères comme l'abondance de végétaux

dans le plan d'eau pourraient avoir des effets sur les groupements de gastéropodes (Carlson, 2001 ; Cucherat, 2003). En effet, une grande quantité de végétaux entraîne une grande productivité qui diminue la concentration en O₂, celle-ci devenant un facteur limitant pour les gastéropodes. Des conditions hypoxiques sont défavorables aux mollusques (Mouthon, 1993).

La température de l'eau est également un paramètre important, il serait même le facteur principal d'influence du développement des mollusques (Mouthon, 1982 ; Carlson, 2001).

Par ailleurs, Lewis (2001) nous indique qu'il y a plus de gastéropodes sur les macrophytes que sur les sédiments, cette tendance augmentant avec la densité de prédateurs. Les substrats sont donc, eux aussi, un facteur important. Une grande diversité de substrats entraînera une plus grande diversité spécifique (Cucherat, 2003 ; Harman, 1972). Par ailleurs, l'accumulation de matières organiques est défavorable pour les mollusques. Ce critère est facilement observable et il traduit un manque d'oxygénation du milieu (Mouthon, 1993).

Cucherat (2003) montre également l'importance d'une grande diversité floristique, chaque espèce ayant un *preferendum* (*Anisus vortex* abondant dans les formations à hélophytes ; *Radix balthica* dans les hydrophytes). Toutefois, une forte productivité n'induit pas forcément une grande richesse spécifique mais seulement une forte biomasse. C'est bien un milieu complexe et diversifié qui permettra une diversité importante.

Les mollusques sont sensibles aux changements de leur environnement ; une pollution, un changement chimique, ou un assèchement peut avoir des répercussions néfastes sur la population (Harman, 1972 ; Cucherat, 2003). Ces effets n'ont pas les mêmes conséquences sur tous les mollusques. Des Pulmonés, tels *Stagnicola palustris* et *Radix balthica*, sont par exemple capables de résister aux assèchements (Carlsson, 2001).

Pour finir, comme le rappelle Mouthon (1982), les mollusques sont présents dans de nombreux écosystèmes. Ceci montre bien que certaines espèces ont de grandes capacités d'adaptation. Par exemple, des gastéropodes du genre *Physa* sont capables de vivre en eaux thermales (30 °C à 46 °C) ou encore rester actifs sous la glace, d'autres encore peuvent résister à la dessiccation.

Les facteurs principaux influençant la répartition des bivalves sont la dureté de l'eau, son pH, le substrat, le débit, le batillage (Killeen *et al.*, 2004). Ces préférences varient selon les espèces, ainsi *Unio tumidus* et *Pisidium tenuilineatum* sont présents dans des eaux riches en calcium alors que ce critère n'est pas limitant pour *Pisidium casertanum* et *Pisidium milium*.

La pérennité du plan d'eau est également un facteur important, les herbiers des plans d'eau permanents peuvent accueillir de nombreuses espèces de mollusques, contrairement aux plans d'eau temporaires (Biotope, 2011). Cependant, selon Carlson (2001), les plans d'eau vieillissants deviennent hostiles aux gastéropodes. Biotope (2011) cite des espèces en fonction de leur préférence, ainsi certaines espèces sont caractéristiques de milieux temporaires comme *Stagnicola* sp., *Galba truncatula*, *Valvata cristata*, *Anisus leucostoma*, *Sphaerium ovale*. Les milieux riches en matières organiques et riches en végétation, sont plutôt favorables à des espèces comme *Anisus vorticulus*, *Hippeutis complanatus*, *Lymnaea stagnalis*, *Physa fontinalis*. Cette dernière est également indicatrice de milieux aquatiques de bonne qualité (Biotope, 2011). Les *Unio*, *Anodonta*, *Pseudanodonta*, et les grands gastéropodes (tels *Viviparus viviparus*) sont, quant à eux, plutôt caractéristiques des cours d'eau.

Les travaux de Killeen *et al.* (2004) regroupent également des espèces de bivalves en fonction de leurs préférences (Annexe 1). Ainsi des espèces

comme *Margaritifera margaritifera* ne se trouvent que dans un seul type d'habitat (dans la zone amont des cours d'eau), d'autres espèces peuvent se rencontrer dans quasiment tous les types de milieux comme *Pisidium casertanum*. Les cours d'eau lents et larges ou les canaux semblent offrir les habitats les plus riches en bivalves.

1.5. Dispersion

Il existe de très nombreux avantages à une dispersion : éviter les problèmes de consanguinité, découvrir de nouveaux sites plus favorables, ou échapper à une issue défavorable, voire fatale (surpopulation, ressources limitées ou épuisées, parasites, pathogènes...). Cependant, et d'autant plus pour des organismes avec des capacités locomotrices aussi faibles, cette dispersion est source de nombreux risques, comme ne pas trouver un nouveau site favorable, subir la prédation durant le voyage, etc. (Bilton *et al.*, 2001). Ces phénomènes sont difficiles à suivre. Pour leur dispersion, les mollusques utilisent de nombreuses autres espèces animales.

Les mollusques ont donc de nombreux moyens de dispersion (tableau 3) et les utilisent de façon efficace. En effet, ils sont présents à toutes les latitudes et longitudes (excepté les pôles), et plusieurs espèces ont été introduites et sont envahissantes. Citons *Potamopyrgus antipodarum*, pour les gastéropodes et *Corbicula fluminea* et *Dreissena polymorpha* pour les bivalves. Les espèces invasives, outre les problèmes écologiques, entraînent de

Tableau 3 : Différents moyens de dispersion

Taxons utilisés/ vecteurs	Moyen	Mollusque
Poissons	Parasitisme, transit dans le tube digestif	Unionidae et Margaritiferidae Pisidies, Hydrobiidae
Amphibiens	Accrochés aux membres	Pisidium, Sphaerium
Oiseaux	Transit dans le tube digestif, dans la boue sur leurs pattes	Nombreux taxons, vecteur principal, (exemple : <i>Dreissena polymorpha</i> sur un Canard colvert, <i>Anodonta cygnea</i> sur les pieds d'un Pluvier, <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Stagnicola elodes</i> , <i>Helisoma rivialis</i> sur les plumes d'un Cygne siffleur (survie à l'air libre) (Bilton <i>et al.</i> , 2001)
Insectes (de grande taille)	Après régurgitation, accrochés aux membres	Genres Sphaerium, Pisidium et Ancylidae.
Homme	Navigation (eaux de ballasts, fixés aux coques des navires)	<i>Dreissena polymorpha</i> <i>Potamopyrgus antipodarum</i>
Dérive	Crue, courant	Nombreuses espèces

nombreux dommages aux industries notamment en colmatant les tuyaux de pompage d'eaux (Nepveu, 2002).

1.6. Caractère bio-indicateur

Dans un premier temps, il est nécessaire de définir le terme de bio-indicateur. Blandin (1986) dans ses travaux sur les bio-indicateurs en donne une définition à partir d'un travail de synthèse : « un indicateur biologique (ou bio-indicateur) est un organisme ou un ensemble d'organismes qui – par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques – permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écosystème complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

Afin qu'un organisme soit un bon indicateur, il doit réunir plusieurs critères. En effet, il doit pouvoir être facilement identifiable, avoir un lien fort avec un milieu donné et réagir avec les changements du milieu. Les mollusques regroupent ces avantages.

De nombreuses études ont montré le caractère bio-indicateur des mollusques dulcicoles (Fishelson *et al.*, 1999 ; Gundacker, 2006 ; Minguez *et al.*, 2011 ; Mouthon, 1982 ; Vinot et Pihan, 2005). Dans ses travaux, Mouthon (1982) met en évidence le caractère polluosensible des mollusques dulcicoles grâce à des indices de pollution. Ainsi, il effectue un classement de groupes en fonction de leur caractère polluosensible. Les *Dreissena polymorpha* se révèlent être particulièrement résistantes, inversement les Hydrobiidae se montrent les plus polluosensibles.

De plus, leur collecte et leur identification (du moins jusqu'au genre) sont relativement aisées. Ces animaux ont des capacités de déplacement limitées. Par exemple, *Dreissena polymorpha* reste fixée à son support toute sa vie (Minguez *et al.*, 2011). Ceci en fait un bon indicateur pour effectuer un suivi temporel de son milieu de vie.

Les mollusques dulcicoles couvrent les différents compartiments du milieu aquatique. Les résultats de Gundacker (2006) montrent que *Anodonta* sp. et *Radix ovata* sont des indicateurs efficaces des contaminants présents dans les sédiments. Les espèces du genre *Viviparus* sont quant à elles de bonnes indicatrices des contaminants en suspension. Il conclut en disant que ce sont des indicateurs efficaces, mais il faut cependant prendre en

compte le mode d'alimentation pour connaître la localisation des contaminants absorbés.

Enfin, la durée de vie de ces animaux est assez faible. Si les conditions du milieu sur quelques années évoluent, alors les communautés de mollusques changeront également. Cette échelle de temps assez courte est intéressante pour attribuer le changement du milieu à un facteur nouvellement apparu.

A cela s'ajoutent des capacités de bio-accumulation élevées. Vinot et Pihan (2005) indiquent que cette capacité est supérieure par rapport à des crustacés. L'absorption des différents contaminants se faisant principalement par voie trophique (Vinot et Pihan, 2005), en fonction des espèces utilisées, il est donc possible de connaître la localisation des contaminants dans le milieu. C'est pourquoi, Minguez *et al.* (2011), pour leurs travaux de surveillance de polluants utilisent *Dreissena polymorpha*, et plus particulièrement leur charge parasitaire. En effet, cette étude montre le lien entre la charge parasitaire de ces animaux avec la pollution du milieu dans lequel ils vivent.

Pour réaliser un suivi écologique des milieux, il est important de disposer d'un panel de taxons plus ou moins sensibles aux polluants. En effet, si tous les taxons sont résistants, aucune pollution ne sera détectable ; au contraire si tous les taxons sont sensibles, une pollution même mineure les ferait tous disparaître. C'est pourquoi, une gamme de taxons plus ou moins résistants (ou sensibles) est importante, les mollusques possèdent ce critère avec des espèces aux résistances différentes.

Pour finir, il existe des indices de qualité basés sur la malacofaune, citons l'indice malacologique de qualité biologique globale (IMOL) (Mouthon, 1993). L'AFNOR est en cours de validation d'une norme basée sur les mollusques (terrestres), s'intitulant : « Qualité du sol - Effets des polluants vis-à-vis des escargots juvéniles (Helicidae) - Détermination des effets sur la croissance par contamination du sol », référence « PR NF EN ISO 15952 » (2).

1.7. La malacologie en Ile-de-France

La malacologie est une science très peu étudiée. En effet, le nombre d'ouvrages consacrés à ces animaux est très faible. Trouver des données sur ces animaux en Ile-de-France, et particulièrement en Seine-et-Marne, est donc difficile. Un membre de l'ANVL, Y. Quideau, a réalisé de nombreuses

prospections malacologiques (aquatiques et terrestres) dans les environs de Fontainebleau dans les années 1950 (Viette *et al.*, 2001). Ses données peuvent être comparées avec celles obtenues en 2010 et 2011, et ainsi permettent de réaliser une comparaison temporelle. Cependant, ses données sont invérifiables, puisqu'aucune collection ne fut réalisée, de plus la systématique des mollusques a beaucoup évolué depuis cette époque et de nouvelles espèces sont apparues.

La prospection dans le marais de Misery (Essonne) au printemps 2009 de X. Cucherat (2011) est également une bonne source d'informations malgré une distance géographique plus importante.

Toutes les informations qui ont pu être récoltées sur les espèces du secteur d'étude sont réunies dans l'annexe 2.

2. Matériel et méthodes

2.1. Description de l'aire d'étude

2.1.1. La région de la Bassée

Les différents sites d'étude sont localisés dans la Bassée. La Bassée est une plaine alluviale inondable de la Seine située entre les confluences avec l'Aube et l'Yonne.

C'est un milieu de type océanique avec des influences continentales, qui était constitué initialement de boisements alluviaux et prairies humides mais au sein duquel les espaces agricoles et l'urbanisation prennent de plus en plus de surface. La Seine y est de bonne qualité (classement en masse d'eau naturelle) (3), malgré la navigation. Ce fleuve est l'élément principal de la Bassée, son débit est relativement faible : 80 m³.s⁻¹ en moyenne, contre 310 m³.s⁻¹ à Paris. A noter la présence de quatre réservoirs sur l'Aube et la Marne afin de permettre la navigabilité en été et d'éviter les crues en hiver. La Bassée compte également des canaux, des noues et vidées. C'est donc un secteur où l'eau est omniprésente. Cette eau forme une réserve très importante pour toute l'Ile-de-France (potentiellement 350 000 m³ par jour), avec la présence de nombreux points de captages (Biotope, 2011). La DRIEE (Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie) d'Ile-de-France (2010) a pour objectif d'atteindre un bon état écologique de cette portion de la Seine pour 2015. L'Indice Diatomée a été « bon » en 2008 et « très bon » en 2009, l'IBGA (Indice biologique global adapté aux grands cours d'eau et aux rivières profondes) a attribué un indice « très bon » en 2007 et 2008 à la confluence de l'Yonne et de la Seine (DRIEE, 2010). L'ensemble des cours d'eau

de la Bassée sont classés globalement en deuxième catégorie piscicole, sauf l'Orvin qui a un classement inférieur (Biotope, 2011). Néanmoins, Biotope (2011) met en avant des teneurs élevées en produits phytosanitaires et en nitrate aux abords du site Natura 2000. Biotope (2011) rappelle qu'il n'y a aucune donnée de qualité physico-chimique des eaux des noues ou des plans d'eaux. Il indique cependant que cette qualité devrait être liée à la qualité des eaux souterraines donc des nappes alluviales et de craie.

La géologie de la Bassée est constituée d'un socle calcaire. La Seine a creusé ce socle, permettant la création de vastes plaines alluviales. Ces alluvions sont à l'origine d'une forte activité économique. Depuis les années 1960, de nombreuses exploitations ont vu le jour dans cette région afin d'alimenter les centrales à béton de l'agglomération parisienne. Biotope (2011) informe que ces alluvions constituent le plus important gisement d'Ile-de-France. Cette activité, en plus d'activités industrielles comme la centrale de Nogent-sur-Seine, encourage la construction de nombreux projets, notamment un canal à grand gabarit entre Bray-sur-Seine et Nogent-sur-Seine.

Malgré cette activité, la richesse écologique de la Bassée est connue depuis de nombreuses années, en témoignent les différentes mesures de protection :

- ZNIEFF de type II (ZNIEFF n° 06568) de la partie amont de la Bassée en 1986 ;
- Zone d'importance pour la conservation des oiseaux (ZICO n° IF03) en 1992 ;
- Réserve naturelle nationale de La Bassée en 2002 ;
- Site d'importance communautaire « la Bassée » (FR1100798) en 2005 ;
- Zone de protection spéciale « Bassée et plaines adjacentes » (FR1112002) en 2006 ;
- Plusieurs ZNIEFF de type I.

2.1.2. Sites concernés par l'étude

Les points sont répartis sur seize sites, créés par l'Homme suite à l'exploitation des granulats, plus un site de comparaison, un bras mort que l'on peut qualifier de « naturel ». Ces différents sites sont répartis sur toute la Bassée (figure 2), de Montereau-Fault-Yonne à Villiers-sur-Seine (à 10 km à l'ouest de Nogent-sur-Seine). Quelques sites sont en limite de Bassée, soit dans le bassin de l'Yonne comme la boucle des Seiglats ou la Chapelotte, soit à l'ouest de Montereau-Fault-Yonne comme les Loges ou Varennes, Ville-Saint-Jacques. Ces sites se répartissent sur une zone de plus de 35 km de

long et 7 km de large. Les sites sont de forme et de taille différentes (de 8 à 58 ha). Certains plans d'eau sont encore en exploitation, d'autres sont sur des sites réaménagés, avec des propriétaires différents : Ville de Paris, ProNatura Ile-de-France, Conseil général, anciens exploitants, etc. Ces

plans d'eau peuvent avoir fait l'objet de réaménagements écologiques, tels la création de berges douces, des hauts-fonds et des îlots, la plantation d'une végétation adaptée, ou encore la mise en place de gestion spécifique. Tous ces sites entrent dans le cadre du programme ROSELIERE, ils sont

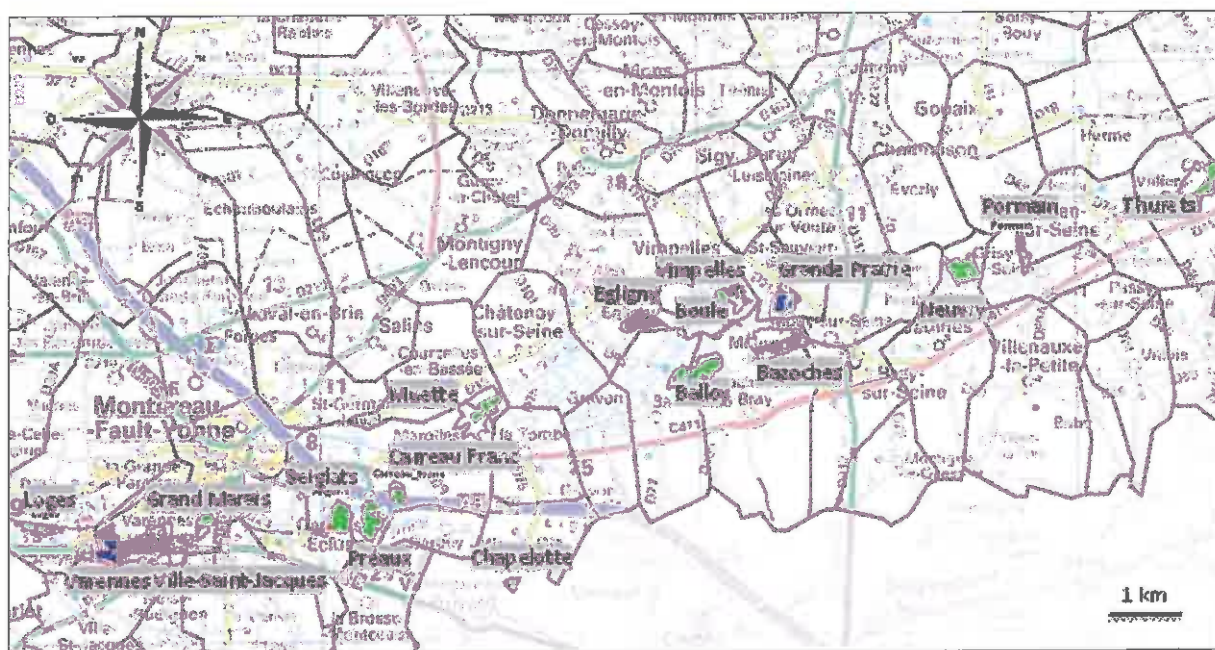


Fig. 2 : Carte de la Bassée, en rouge les sites prospectés en 2010, en bleu en 2011 et en vert les deux années.

Tableau 4 : Listes des sites d'études

Nom du site	Superficie en ha	Nature du site	Connexion	Fin de l'exploitation ou du réaménagement	Date de récolte 2010 2011	
Balloy	58,6	Carrière	Oui (Seine)	2001	x	x
Bazoches	38,4	Carrière	Débordement (Seine)	En exploitation		x
Bras de la Boule		Bras mort	Oui (Seine)			x
Carreau Franc	15,4	Carrière	Non	1993	x	x
Chapelotte	8,3	Carrière	Débordement (Yonne)	1989	x	x
Egigny	23,5	Carrière	Temporaire	2007	x	
Grand Marais	15,8	Carrière	Non	2002	x	x
Grande Prairie	30,5	Carrière	Débordement (Seine)	Antérieur à 2009		x
Loges	13,6	Carrière	Non	1998	x	x
Muette	11,7	Carrière	Non	2002	x	x
Neuvry	42,0	Carrière	Débordement (Seine)	2010	x	x
Pormain	8,5	Carrière	Débordement (Seine)	2004	x	x
Préaux	44,9	Carrière	Oui (Yonne)	2002	x	x
Seiglats	40,6	Carrière	Débordement (Yonne)	Années 80	x	x
Thurets	28,9	Carrière	Oui (Seine)	En exploitation	x	x
Varennnes-Ville-St-Jacques	29,0	Carrière	Non	2009		x
Vimpelles	8,2	Carrière	Non	En exploitation	x	x

donc suivis depuis cinq ans pour les plus anciens, et c'est l'ensemble de leur faune et de leur flore qui est suivi.

Le bras de la Boule est utilisé comme site témoin. Suite aux travaux réalisés pour rendre cette portion de la Seine navigable, les méandres ont été coupés afin d'obtenir un tracé plus rectiligne, d'où la création de ces bras morts. Ces travaux ont eu lieu au début du ^{xx}e siècle (5). Le bras de la Boule est ainsi déconnecté du fleuve en son amont. Il est soumis à un fort envasement lié à cette déconnexion et à la présence à son aval d'un quai de chargement de péniches lié à l'exploitation d'une carrière attenante. Il possède toutefois un caractère encore relativement naturel qui lui a valu un projet de restauration qui devrait être mis en place dans les années à venir.

Les caractéristiques de chaque site sont résumées dans le tableau 4.

Sur le site des Loges, en 2011, une brusque montée des eaux (1 mètre environ) a submergé les pièges installés. Certains pièges ont été récupérés en entier, en partie ou pas du tout. Ce qui a pu être récupéré a été déterminé. Cependant, ces pièges n'ont pas subi les mêmes conditions que les autres, en l'occurrence un niveau d'immersion différent. De plus, l'impossibilité de retrouver et/ou remonter les pièges sur la berge a conduit à une perte non négligeable d'espèces. C'est pourquoi, j'ai fait le choix de ne pas intégrer les résultats de ce site dans mes analyses.

2.2. Protocole d'échantillonnage

La campagne de récolte a été effectuée dans le cadre du programme ROSELIÈRE. Le protocole utilisé est donc celui défini par ce programme. Ce dernier stipule que cinq pièges doivent être posés par site, et qu'ils doivent être répartis à équidistance sur un cinquième du périmètre du plan d'eau. Les pièges sont donc séparés par une distance équivalente à un vingtième du linéaire de berge. Le premier piège est placé sur la berge la plus au nord et les autres sont placés, de manière équidistante, en partant vers l'ouest. Pour le cas particulier des sites avec plusieurs plans d'eau, il est placé un piège sur chacune des berges les plus au nord de chaque plan d'eau. S'il reste des pièges, ils seront disposés dans les plans d'eau au plus grand linéaire de berge. Cette technique d'échantillonnage permet d'assurer le caractère aléatoire des prélèvements (pas d'orientation spécifique sur un type de milieux) afin d'obtenir des échantillons des communautés présentes sans viser

l'exhaustivité et de pouvoir réaliser des comparaisons fiables entre sites. Les points sont ensuite géoréférencés et divers paramètres sont relevés : pente, type de sédiments, type de végétation, etc. Les invertébrés aquatiques sont récupérés par un système de pièges et déterminés jusqu'aux genres.

Les pièges utilisés dans le cadre du programme visent donc l'ensemble des invertébrés aquatiques et sont composés : d'un grillage d'émergence, d'une nasse (une bouteille de soda coupée en son tiers supérieur puis retournée pour former un entonnoir), et de substrats artificiels (une brosse en chiendent, une brique creuse). Le piège est monté sur un piquet de clôture électrique d'1,50 m. Puis, il est disposé lorsque le niveau d'eau est égal à un mètre, au niveau de chacun des 5 points, afin que le grillage soit en partie immergé et émergé. Seule la brique n'est pas solidaire du piquet, elle est posée à une profondeur d'une dizaine de cm.

Après 15 jours, les échantillons sont récoltés et conservés jusqu'à leur identification dans de l'alcool à 70°. Les mollusques dulcicoles, étant des animaux benthiques, sont principalement capturés par les pièges de type substrat artificiel.

Pour limiter le temps de détermination, l'identification des mollusques dans le cadre du protocole s'arrête à la famille, voire au genre ou à l'espèce lorsque l'identification est aisée. Pour cette étude, tous les individus seront cependant identifiés à l'espèce. L'identification est effectuée sous loupe binoculaire, Leica Zoom 2000, à l'aide de plusieurs ouvrages : Mouthon J., 1982, Tachet et al., 2002, Adam W., 1960, Hausser J., 2005, Killeen I., 2004. Et la nomenclature est vérifiée sur le site de l'INPN (4).

Les échantillons traités dans le cadre de cette étude seront ceux qui ont été récoltés par l'équipe de l'ANVL en 2010 et ceux récoltés durant le stage par application du protocole en 2011. En 2010, les pièges ont été installés fin juillet et relevés début août. En 2011, la campagne a eu lieu au mois de mai.

2.3. Paramètres physico-chimiques

Des paramètres physico-chimiques sont relevés sur le terrain. Ces derniers vont servir à caractériser les sites ou les points d'échantillonnage les uns par rapport aux autres.

Les différents paramètres relevés sont :

- l'occupation des sols sur une bande de 250 m autour des sites ;
- la végétation des berges ;

- la végétation aquatique au niveau du piège ;
- le type de sédiment au niveau du piège ;
- la surface du plan d'eau ;
- le stade d'exploitation du site ;
- la connexion du site avec un cours d'eau ;
- l'âge du plan d'eau ;
- la pente de la berge à proximité du piège : paramètre souvent mis en avant lors des réaménagements écologiques ;
- le pH : varie en fonction de la température et de la teneur du milieu en CO₂ et CO₃ ;
- la température : varie en fonction de la quantité d'énergie reçue par la lame d'eau ;
- la conductimétrie : renseigne sur le taux d'éléments ionisés dissous dans l'eau ;
- le TDS (total dissolved solids) : renseigne sur le taux de matière dissoute dans l'eau.

Les quatre derniers paramètres seront relevés sur le terrain à l'aide d'un appareil de mesures portatif HANNA HI 991300.

Le paramètre d'occupation des sols est réalisé par l'intermédiaire d'un logiciel SIG, MapInfo®, ce travail fut réalisé par A. Grison (2011).

Par ailleurs, d'autres paramètres physico-chimiques sont relevés régulièrement par les salariés de l'ANVL : oxygène dissous, pH, température, conductivité, NH₃, NO₃, NO₂, oxygène dissous, PO₄³⁻, chlore, cuivre, zinc, phosphore. Ces résultats sont intéressants car ce sont des paramètres importants pour le bon fonctionnement d'un milieu. Par exemple, l'oxygène dissous est un élément indispensable à la faune aquatique (dont les mollusques). Il est influencé par la photosynthèse des plantes aquatiques du milieu ainsi que par les échanges atmosphériques de ce dernier avec l'air. Cependant, ces résultats ne sont pas disponibles pour tous les sites suivis pour cette étude. En effet, l'ANVL effectue ces tests sur les sites des Loges, du Grand Marais, des Seiglats, de la Muette, du Carreau Franc, de la Chapelotte, d'Egigny, de Vimpelles, de Neuvry, de Pormain et des Thurets. Plusieurs tests (4 ou 5) sont réalisés par an, et les données actuellement disponibles s'étalent sur une période de 2005 à 2009.

Les résultats de l'ANVL sont utilisés pour effectuer des analyses. Cependant, ces paramètres ne sont pas relevés sur tous les plans d'eau de notre étude. De plus, le protocole ainsi que le but de ces analyses est différent du nôtre. Les paramètres sont obtenus grâce à un spectrophotomètre multiparamètre (référence C99-C200) de la marque Hanna Instruments.

Ces analyses sont une source d'informations importantes. Elles permettront de mettre en évidence, ou non, les paramètres discriminant les sites.

2.4. Traitement statistique

Afin d'analyser les données récoltées, plusieurs tests ont été appliqués sur les paramètres relevés sur les sites, ainsi que sur la faune trouvée. Le logiciel de statistique R (R Development Core Team, 2009) est utilisé pour la réalisation des différents tests statistiques.

Dans un premier temps, les données récoltées à partir de la faune sont analysées. Un calcul de différents indices représentatifs des communautés présentes est notamment réalisé :

- La richesse spécifique : elle renseigne sur le nombre de taxons différents, par site ou par point, donc sur la capacité du milieu à accueillir une faune diversifiée. Cette richesse spécifique observée est complétée par les estimateurs CHAO2, JACKKNIFE1 et Bootstrap afin d'obtenir une estimation de la richesse spécifique théorique. Ces indices sont calculés grâce à la fonction « specpool » dans le package « Vegan ».

$$\text{Estimateur Chao2 : } Sp = So + \frac{a_1^2}{(a_1 + 1)} + \frac{a_1 a_2}{2(a_2 + 1)}$$

$$\text{Estimateur Bootstrap : } Sp = So + \sum_{i=1}^{So} (1 - p_i)^N$$

$$\text{Estimateur Jackknife 1 : } Sp = So + a_1 \frac{N - 1}{N}$$

Sp : richesse totale estimée

So : nombre total d'espèces observées dans le site

a1 : nombre d'espèces observées seulement dans un point

a2 : nombre d'espèces observées seulement dans deux points

pi : fréquence de l'espèce i

N : nombre de points par site

- Les effectifs nous renseignent sur le nombre d'individus trouvés, donc sur la capacité d'accueil du site.

- Des indices de diversité écologique : l'indice de Shannon est le plus ancien et le plus connu. Cependant, il est de plus en plus critiqué car comme l'indique Scher (2005), il combine des informations qui méritent d'être interprétées séparément. De plus, Scher (2005) écrit que la composante richesse est surestimée. Il est donc préférable d'utiliser des indices pondérés comme celui de Simpson. L'indice de Hill est également calculé. Ces calculs sont

effectués à l'aide de la fonction « diversity » du package « Vegan ». Ces indices présentent néanmoins plusieurs faiblesses comme le rappelle Pavoine (2010). La principale : les indices ne varient pas en fonction des espèces observées. Pavoine (2010) illustre cette critique en prenant l'exemple de deux milieux avec trois espèces. Le premier avec une autruche, un rat et un lion, le second milieu avec un mulot, un rat et un campagnol. Bien que les indices soient similaires pour ces deux milieux, d'un certain point de vue, ces deux milieux sont très différents et le premier est plus diversifié.

L'indice de Shannon-Weaver : $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$

L'indice de Simpson : $D = \sum_{i=1}^S p_i^2$

L'indice de Hill : $Hill = \frac{1/\lambda}{e^H}$

p_i : nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces).

• De plus, des indices de similarité seront également calculés. Ces indices permettent de créer des arbres pour séparer les sites en fonction de la similarité de leur faune. Il existe plusieurs types d'indices : Jacard, Sørensen ou encore Sokal et Michener. Ces trois indices ne sont pas calculés de la même manière, l'indice de Sokal et Michener utilise la présence et/ou l'absence de taxons sur les sites pour son calcul. Les indices de Jacard et de Sørensen se basent seulement sur la présence des taxons, mais l'indice de Sørensen accorde une part plus importante à la présence de taxons en commun (multiplication par 2). Ces indices varient de 1 à 0, 1 signifiant que les deux sites sont identiques. Les tests et arbres sont réalisés à l'aide du logiciel XLStat.

L'indice de Sokal et Michener : $I_{\text{Sokal}} = (a + d) / (a + b + c + d)$.

L'indice de Jacard : $I_{\text{Jacard}} = a / (a + b + c)$.

L'indice de Sørensen : $I_{\text{Sørensen}} = 2a / (2a + b + c)$.

		Site 1		Total
		Esp. présente	Esp. absente	
Site 2	Esp. présente	a	b	a + b
	Esp. absente	c	d	c + d
Total		a + c	b + d	a + b + c + d

Pour analyser nos données quantitatives (richesse spécifique, effectif...), des tests non paramétriques sont réalisés. Les tests paramétriques sont impossibles car les conditions de normalité et d'homoscédasticité ne sont pas remplies.

Le test de Kruskal Wallis est utilisé pour comparer plusieurs échantillons entre eux. Pour tester la corrélation entre deux variables, le test de Spearman est utilisé.

Pour tous ces tests, un seuil de significativité à 5% est fixé. Un code est également utilisé : * pour une significativité de 5%, ** pour 1% et *** pour 0,1%.

3. Résultats

3.1. Faune récoltée

Une trentaine d'espèces de mollusques aquatiques ont été découvertes sur les différents sites. Les bivalves représentent un tiers des espèces trouvées, le reste sont des gastéropodes. Il est toutefois important de noter que le nombre d'espèces de bivalves trouvées est sous-estimé car la détermination jusqu'à l'espèce pour le genre *Pisidium* a été abandonnée. Ce genre étant particulièrement difficile et les risques d'erreur d'identification étant trop importants, j'ai préféré un manque d'information plutôt que des données comprenant trop d'erreurs d'identification.

Chez les gastéropodes, *Physella acuta* est l'espèce la plus abondante, avec près de 4200 individus récoltés (soit 57% de mollusques trouvés) en moyenne par année sur les deux années de suivi. Puis, viennent *Potamopyrgus antipodarum* et *Radix balthica*, avec respectivement 1308 et 314 individus récoltés. Les deux espèces les plus abondantes sont donc des espèces introduites.

Chez les bivalves, le genre *Pisidium* est le plus important avec plus de 500 individus trouvés, puis viennent les espèces *Corbicula fluminea* et *Dreissena polymorpha* avec respectivement près de 140 et 100 individus. En sachant qu'il existe plus d'une dizaine d'espèces de *Pisidium* en Ile-de-France (annexe 2), une détermination jusqu'à l'espèce aurait très certainement changé cet ordre et aurait donné la première place à *Corbicula fluminea*. C'est d'ailleurs le résultat observé pour les échantillons de 2010, avant d'abandonner la détermination à l'espèce des *Pisidium*.

Le tableau 5 regroupe tous les taxons contactés au cours de ces 2 années de prospection. Il a donc été découvert 31 espèces de mollusques dulcicoles, contre les 62 espèces potentiellement présentes en

Ile-de-France (annexe 2), soit la moitié. Ce chiffre cache une forte différence entre les bivalves et gastéropodes. En effet, près des $\frac{3}{4}$ des gastéropodes franciliens ont été contactés contre seulement $\frac{1}{4}$ pour les bivalves. Ceci s'explique par la non détermination des *Pisidium* (près de 11 espèces) et par l'absence totale de grands bivalves, tels que les *Unio* ou *Anodonta*. Ce dernier point s'explique par la méthode de piégeage qui n'est pas adaptée à de telles espèces. De plus, certaines de ces espèces sont aussi inféodées à des eaux plus pures ou avec plus de courant.

Tableau 5 : Liste des espèces contactées lors des prospections ; * nouvelle espèce par rapport à la recherche bibliographique réalisée en Ile-de-France, ⁱ : introduit ou cryptogène.

Bivalves	Gastéropodes	
<i>Corbicula fluminea</i> ⁱ	<i>Acroloxus lacustris</i>	<i>Menetus dilatatus</i> ⁱ
<i>Dreissena polymorpha</i> ⁱ	<i>Ancylus fluviatilis</i>	<i>Physa fontinalis</i>
<i>Pisidium</i> sp.	<i>Anisus spirorbis</i> *	<i>Physella acuta</i> ⁱ
<i>Sphaerium corneum</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>	<i>Planorbis corneus corneus</i>
<i>Sphaerium lacustre</i>	<i>Ferrissia fragilis</i> ⁱ	<i>Planorbis planorbis</i>
<i>Sphaerium rivicola</i>	<i>Galba truncatula</i>	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> ⁱ
	<i>Gyraulus albus</i>	<i>Radix auricularia</i>
	<i>Gyraulus crista</i>	<i>Radix balthica</i>
	<i>Gyraulus laevis</i> *	<i>Radix labiata</i> *
	<i>Gyraulus parvus</i> ^{xi}	<i>Segmentina nitida</i>
	<i>Hippeutis complanatus</i>	<i>Stagnicola fuscus</i>
	<i>Lithoglyphus naticoides</i> *	<i>Valvata piscinalis</i>
	<i>Lymnaea stagnalis</i>	

3.1.1. Richesse spécifique

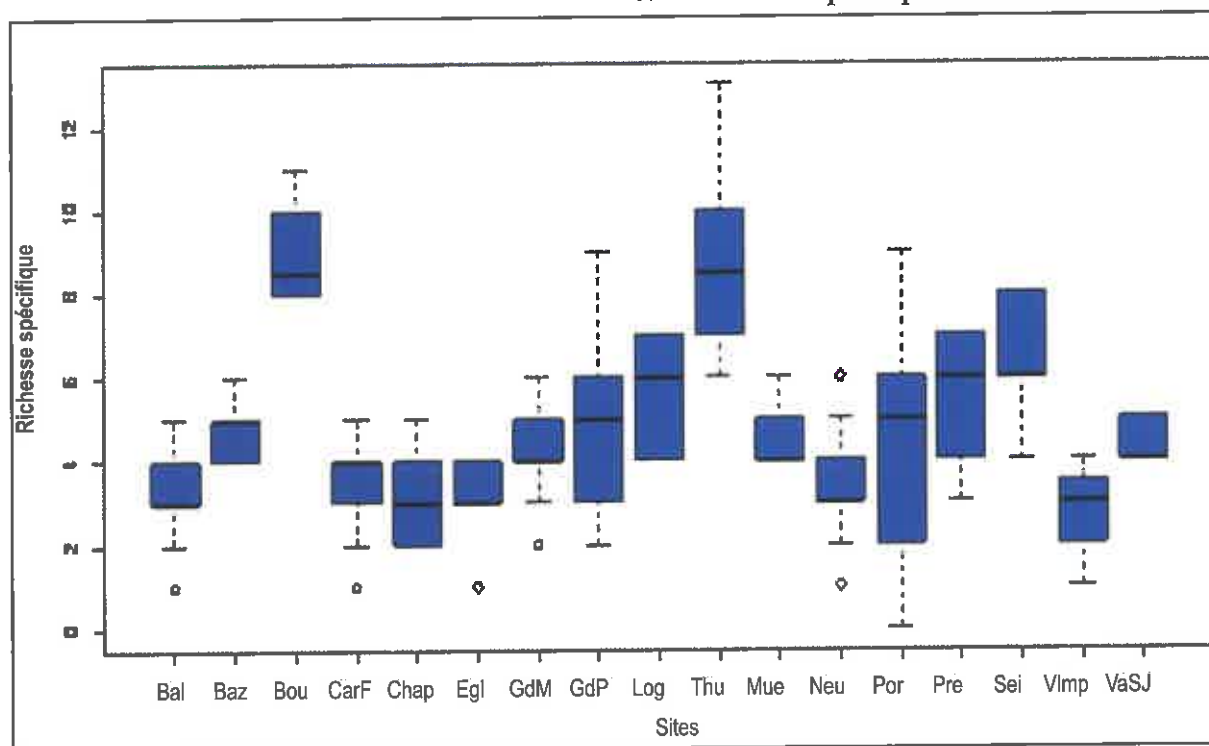


Fig. 3 : Boîte à moustaches représentant la richesse spécifique sur les différents sites.

La figure 3 montre pour chaque site, sous forme de boîte à moustaches, les différentes valeurs (extrêmes, moyennes, quartiles) de richesse spécifique obtenues par piège sur les deux années. Deux sites s'échappent très nettement avec des richesses moyennes importantes, ces derniers sont le bras de la Boule et les Thurets. Ceci se confirme par un test de Kruskal Wallis qui montre une différence significative de richesse entre les sites, $\chi^2 = 71.7496$, $p\text{-value} = 4.918\text{e-}09^{***}$.

A partir de ces richesses spécifiques par piège, les richesses spécifiques globales par site pour les deux années sont également calculées et regroupées dans le tableau 6. De plus, des estimations de la richesse totale sont également calculées à partir de celles qui ont été observées.

Ces estimateurs sont plutôt en accord avec les valeurs observées puisque Chao2 affiche en moyenne 74% de similitude, 87% pour le Bootstrap et 76% pour Jackknife1.

Tableau 6 : Richesses spécifiques totales et estimateurs de richesses spécifiques par site.

Site	Richesse spécifique observée	Richesse estimée Chao2	Intervalle de confiance Chao2	% d'accord avec l'estimateur	Richesse estimée Bootstrap	Intervalle de confiance Bootstrap	% d'accord avec l'estimateur	Richesse estimée Jackknife 1	Intervalle de confiance Jackknife 1	% d'accord avec l'estimateur
Les Thurets	24	36,50	10,68	65,75	27,61	2,24	86,93	32,00	4,20	75,00
Pormain	17	21,90	4,84	77,63	19,70	2,33	86,28	22,60	3,75	75,22
Le Bras de la Boule	16	22,00	6,48	72,73	18,10	1,45	88,39	20,50	2,52	78,05
Les Loges	15	23,17	8,28	64,75	17,54	2,46	85,53	20,60	4,53	72,82
Grande Prairie	14	24,67	10,27	56,76	16,88	2,28	82,96	20,40	4,04	68,63
Seiglats	14	18,00	5,29	77,78	15,48	1,06	90,46	17,20	2,04	81,40
Bazoches	13	45,00	39,60	28,89	15,73	1,54	82,65	19,40	3,39	67,01
Muette	13	33,25	20,19	39,10	15,74	2,32	82,59	19,00	4,62	68,42
Préaux	12	12,00	0,00	100,00	13,32	1,04	90,08	15,20	2,04	78,95
Neuvry	11	15,00	5,29	73,33	12,50	1,21	88,02	14,20	2,04	77,46
Villiers-Ville St Jacques	11	20,00	10,17	55,00	13,13	1,55	83,76	15,80	3,20	69,62
Grand Marais	10	12,25	3,40	81,63	11,15	0,87	89,69	12,40	1,39	80,65
Balloy	9	9,67	1,31	93,10	9,90	0,98	90,92	10,60	1,70	84,91
Carreaux Franc	9	13,50	7,19	66,67	10,06	1,05	89,45	11,40	1,88	78,95
Egigny	8	8,00	0,00	100,00	9,66	1,25	82,82	12,00	2,53	66,67
Vimpelles	7	7,00	0,00	100,00	8,48	1,77	82,53	10,33	3,20	67,74
Chapelotte	6	6,00	0,00	100,00	6,10	0,33	98,38	6,00	N.A.	100,00

3.1.2. Indice de diversité écologique

Les indices de diversité sont calculés pour chaque point, mais également à partir de la somme d'individus par site en 2010, en 2011 et pour les deux années. Pour des raisons de lisibilité, seuls les résultats pour les deux années sont présentés dans le tableau 7.

Ce tableau est trié de l'indice de Shannon le plus élevé vers le plus faible.

Tableau 7 : Indices de diversité par site

Site	Shannon (H)	Simpson (1-D)	Hill
Le Bras de la Boule	2,1291	0,8359	0,7249
Bazoches	1,8190	0,7719	0,7109
Grande Prairie	1,7695	0,7413	0,6588
Les Loges	1,7275	0,7377	0,6776
Seiglats	1,6592	0,7394	0,7301
Pormain	1,5408	0,6332	0,5840
Muette	1,4479	0,6707	0,7139
Préaux	1,4106	0,6703	0,7401
Egigny	1,3808	0,6706	0,7631
Varenes-Ville St Jacques	1,3459	0,5985	0,6483
Les Thurets	1,2950	0,5038	0,5520
Neuvry	1,2463	0,5262	0,6070
Chapelotte	0,9868	0,5345	0,8008
Balloy	0,9125	0,3777	0,6453
Vimpelles	0,5175	0,2386	0,7828
Carreaux Franc	0,5077	0,1954	0,7480
Grand Marais	0,4503	0,1898	0,7868



Anisus spirorbis (H. Taphile).

La figure 4 illustre les indices de Shannon sur les différents sites. De fortes variations entre les différents sites sont visibles. Un test de Kruskal-Wallis

montre une différence significative entre les sites, $\chi^2 = 52.5932$, $p\text{-valeur} = 4.505e-06^{***}$.

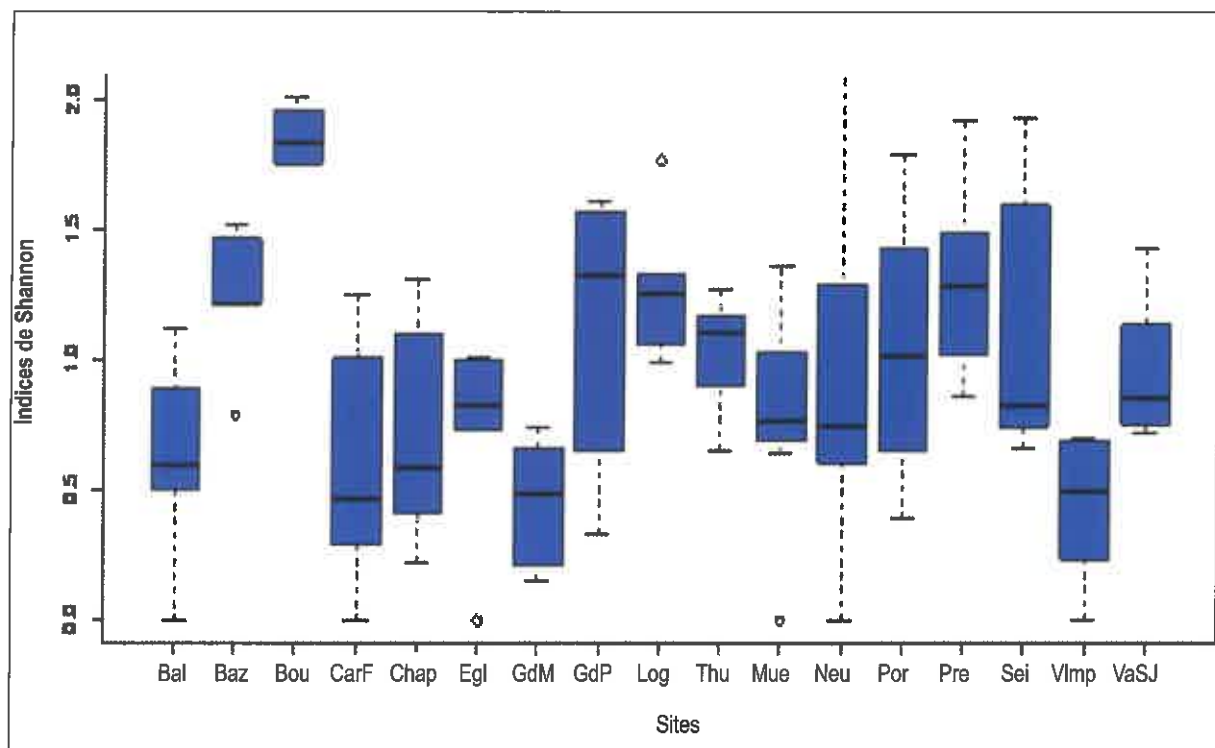


Fig. 4 : Boîte à moustaches représentant les indices de Shannon par sites.

3.1.3. Effectifs totaux

Les effectifs totaux, regroupés dans le tableau 8, sont rapportés à l'année. En effet, tous les sites n'ont pas été prospectés les deux années. Donc,

pour ces derniers, les effectifs sont divisés par deux. Grâce à cela les sites suivis une seule année, en rouge, ne sont pas lésés. Il est également indiqué, en jaune, les sites ayant seulement trois pièges au lieu de cinq.

Site	Effectif total
Grand Marais	1003,5
Les Thurets	505,5
Carreau Franc	436
Le Bras de la Boule	274
Les Loges	245
Vimpelles	240
Grande Prairie	234
Préaux	230,5
Seiglats	206,5
Muette	170
Chapelotte	169,5
Pormain	134
Varenne-Ville-Saint-Jacques	99
Bazoches	95
Balloy	87,5
Neuvry	83
Egigny	60

Tableau 8 : Effectifs totaux des sites rapportés par année (en rouge les sites prospectés une seule année et en jaune les sites comportant seulement 3 pièges).

Le tableau est trié, du site avec la plus grande abondance vers celui avec la plus faible.



Radix auricularia auricularia (H. Taphile).

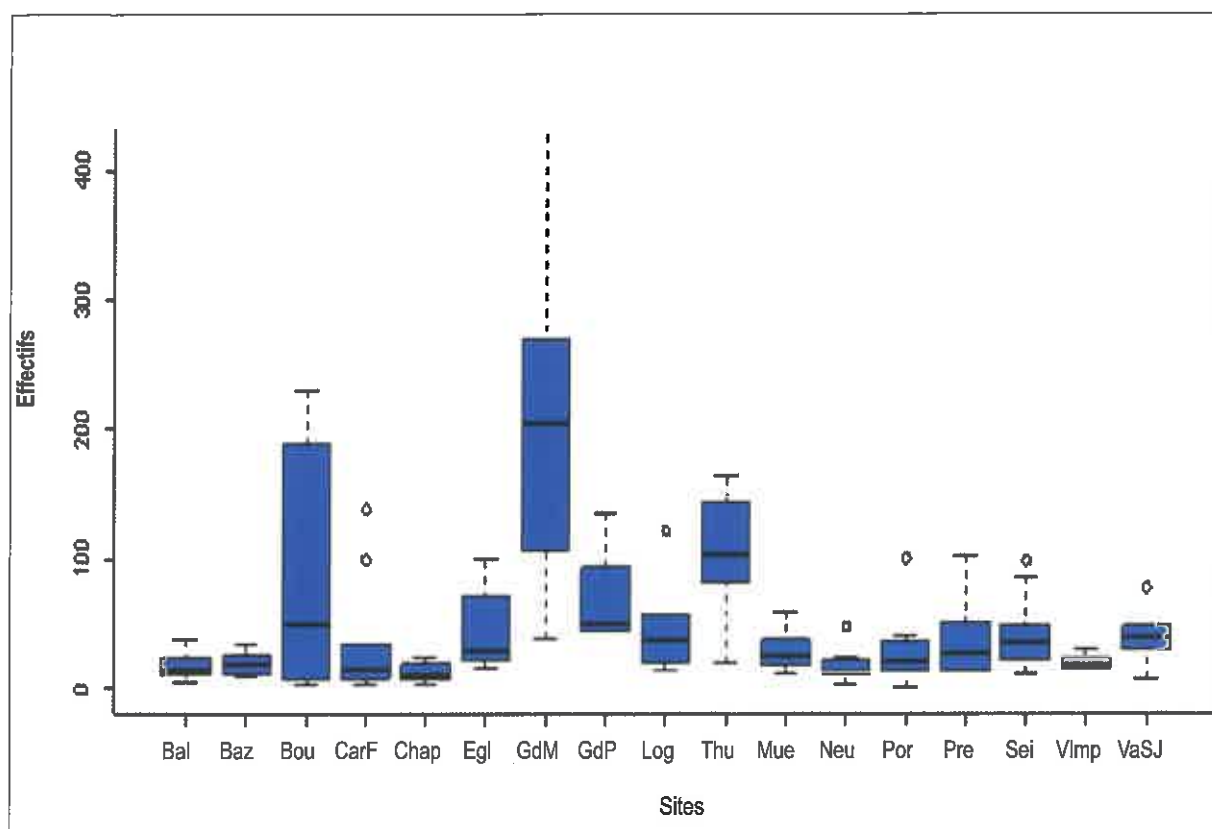


Fig. 5 : Boîte à moustaches montrant les effectifs par points sur les différents sites.

Il y a une forte variation des effectifs en fonction des sites. Le site du Grand Marais s'écarte nettement du lot avec plus de 1000 individus collectés contre « seulement » 500 pour le deuxième, les Thurets. La figure 5 illustre les effectifs récoltés par point sur les différents sites. Les effectifs semblent varier selon les sites. Un test de Kruskal Wallis confirme cette observation, $\chi^2 = 52,0124$ et $p\text{-valeur} = 1,09 \times 10^{-5}$.

3.1.4. Composition taxonomique

Le tableau 9 représente le nombre de taxons en commun par paires de sites. Seuls deux taxons se retrouvent dans tous les sites, *Physella acuta* et *Pisidium sp.*. En moyenne les sites pris deux à deux partagent sept espèces. La moyenne de la richesse spécifique observée en moyenne par site est de douze. Donc en moyenne entre deux sites 58,3% de richesse est commune.

3.1.5. Indice d'originalité

La méthode de piégeage est standardisée, par conséquent la probabilité de capturer une espèce est donc identique entre les sites. Donc l'absence d'espèce peut être prise en compte dans le calcul des indices. L'indice de Sokal et Michener prend mieux en compte les absences, il est donc préféré

	Seiglats	GdMarais	Balloy	Les Thurets	Egliny	Les Loges	Pormain	Neuvry	Chapelotte	Préaux	CarreauFranc	Muette	Boule	Vimpelles	Grandeprairie	Bazoche
Grand Marais	7															
Balloy	8	5														
Les Thurets	11	10	9													
Egliny	6	5	4	6												
Les Loges	9	9	7	13	7											
Pormain	10	9	7	15	5	9										
Neuvry	7	6	5	10	3	6	9									
Chapelotte	5	4	4	5	5	6	5	3								
Préaux	9	6	6	10	8	10	7	5	6							
Carreau Franc	7	6	4	7	6	8	6	5	5	7						
Muette	8	7	6	10	7	10	8	4	5	9	6					
Boule	9	9	6	13	6	9	12	8	5	8	5	10				
Vimpelles	4	5	4	6	4	6	6	4	4	5	4	6	5			
Grandeprairie	6	6	4	11	5	7	7	7	5	8	6	5	7	5		
Bazoche	9	8	8	12	5	9	11	7	5	7	5	8	10	5	7	
VVSJ	5	6	5	9	2	6	9	7	2	4	4	5	7	4	6	9

Tableau 9 : Nombre de taxons en commun.

et permet de mieux discriminer les sites entre eux, par rapport aux deux autres indices.

Une classification ascendante hiérarchique (CAH), figure 6, illustre les résultats obtenus avec la méthode de Sokal et Michener. Pour obtenir cette figure, seuls les sites prospectés les deux années ont été conservés (à noter par conséquent que le site du bras de la Boule n'y est pas). La ligne en pointil-

lé indique le seuil de différenciation des groupes. Quatre groupes sont observés, trois avec un seul site et un regroupant le reste des sites. Les sites isolés sont les Thurets, Pormain et Neuvry. Ce sont les trois sites les plus à l'est de notre aire d'étude.

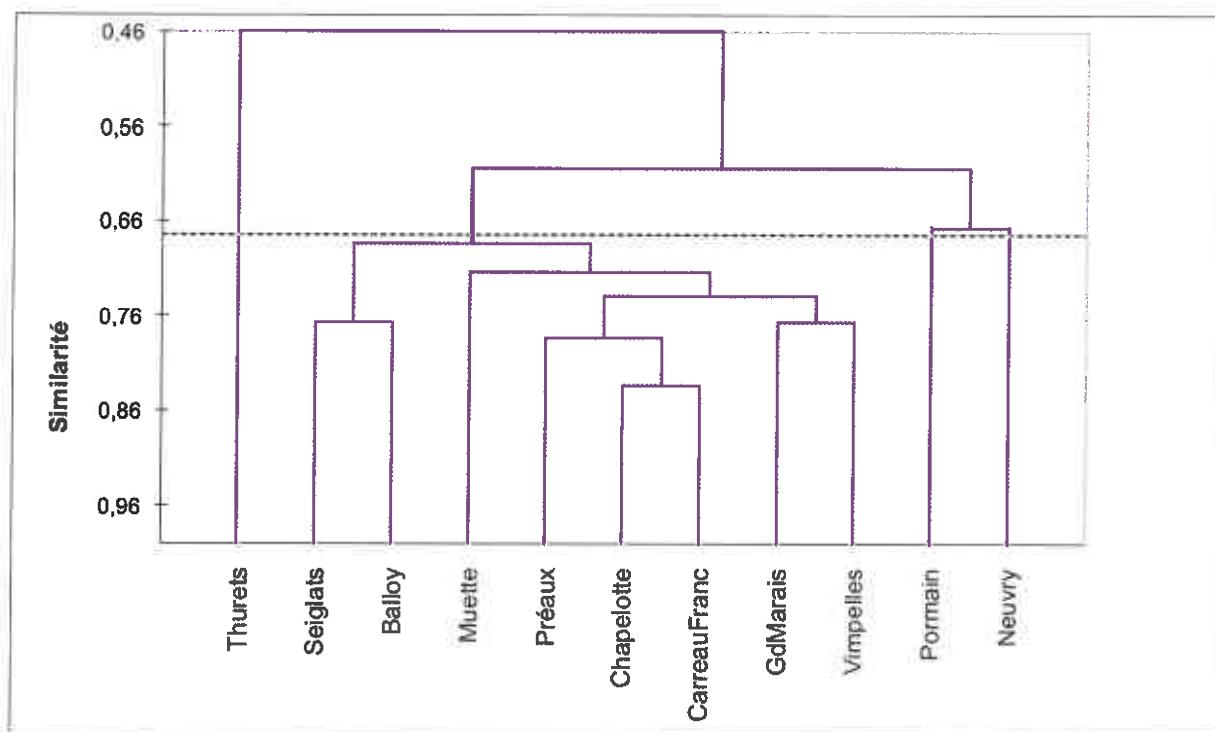


Fig. 6 : Indice de Sokal et Michener calculé à partir des données 2010 & 2011.

La figure 7 présente la somme des indices de comparaison deux à deux par site.

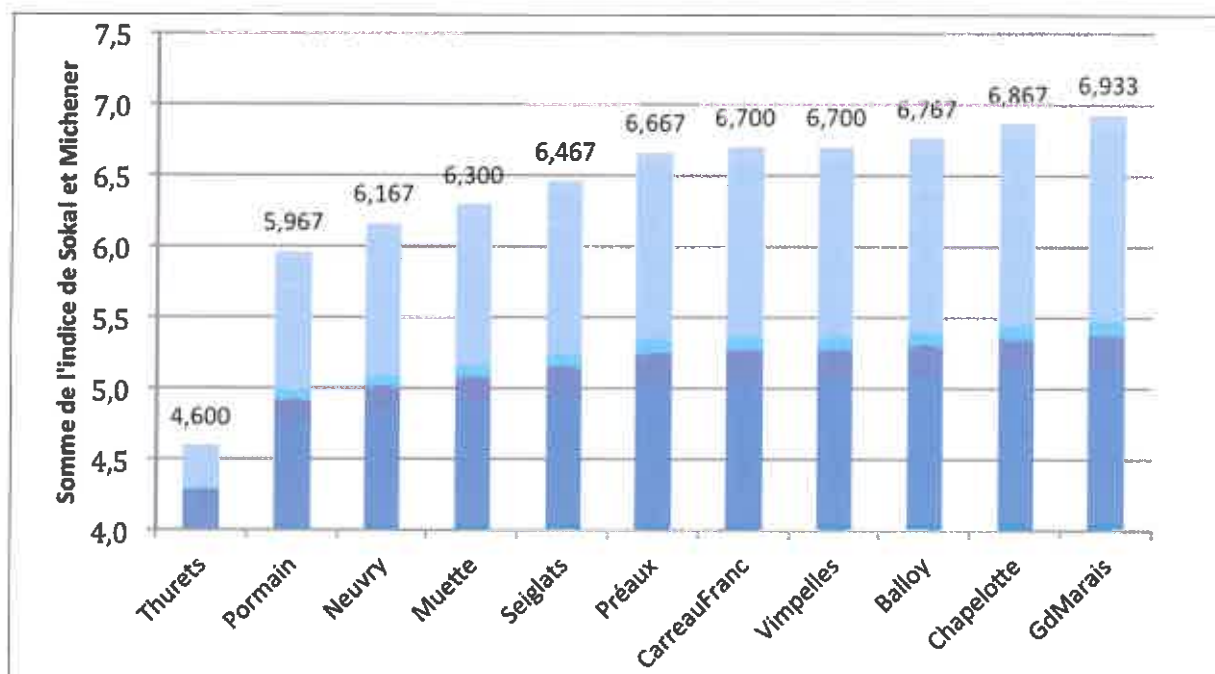


Fig. 7 : Somme des indices de Sokal et Michener par site.

Ce tableau permet de mieux visualiser l'originalité des sites. En effet, l'indice de Sokal et Michener est égal à 1 entre deux sites lorsque ceux-ci sont identiques et à zéro lorsqu'ils sont totalement différents. Donc, si une somme est réalisée pour chaque site en fonction des autres, la somme la plus faible indiquera le site le plus différent des autres et la somme la plus élevée le site le plus proche des autres. Les sommes cumulées présentent de fortes variations. Une comparaison des indices en fonction des sites, par un test de Kruskal Wallis donne un $\chi^2 = 31.1624$, p-valeur = 0.0005516**, il y a donc une différence significative. Le site des Thurets présente la valeur la plus faible, c'est donc le site le moins commun par rapport aux autres sites.

3.1.5. Analyses en composantes principales

Des analyses en composantes principales (ACP) sont également réalisées, en discriminant les sites par rapport à leur malacofaune. Les résultats obtenus font également ressortir le site des Thurets par rapport aux autres sites. C'est pourquoi ces analyses ne seront pas plus amplement développées. Cependant, elles ont permis d'intégrer le bras mort de la Boule aux analyses, ce dernier se sépare également des autres sites. C'est donc les Thurets et le bras de la Boule qui sont les plus différents des autres sites.

3.1.6. Faune du site du bras de la Boule par rapport aux carrières

Le tableau 10 regroupe les tests de Kruskal Wallis effectués pour comparer la faune des carrières par rapport à celle de notre témoin, le bras de la Boule. La différence entre ces sites est causée par la différence dans la composition taxonomique de ces catégories de sites, avec un cortège différent, plus

Tableau 10 : Tests de Kruskal Wallis entre les sites « carrières » et le bras de la Boule.

	Chi2	p-valeur	Significativité
Effectif	2,1548	0,1421	N.A.
Richesse	9,9697	0,001591	***
Shannon	11,1551	0,000838	***
<i>Dreissena polymorpha</i>	1,1223	0,2894	N.A.
<i>Sphaerium corneum</i>	0,4633	0,4961	N.A.
<i>Sphaerium rivicola</i>	0,123	0,7258	N.A.
<i>Sphaerium lacustre</i>	0,6917	0,4056	N.A.
<i>Pisidium</i> sp.	8,9607	0,002758	***

<i>Corbicula fluminea</i>	7,819	0,00517	***
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	6,6684	0,009814	***
<i>Valvata piscinalis</i>	17,2652	0,00003251	***
<i>Bithynia tentaculata</i>	29,0013	7,233E-08	***
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	33,4783	7,21E-09	***
<i>Valvata piscinalis piscinalis</i>	1,3608	0,2434	N.A.
<i>Physa fontinalis</i>	0,123	0,7258	N.A.
<i>Physella acuta</i>	9,0777	0,002587	***
<i>Radix labiata</i>	0,123	0,7258	N.A.
<i>Radix balthica</i>	2,9481	0,08598	*
<i>Radix auricularia auricularia</i>	7,626	0,005753	***
<i>Stagnicola fuscus</i>	0,2534	0,6147	N.A.
<i>Lymnaea stagnalis</i>	0,0606	0,8055	N.A.
<i>Acroloxus lacustris</i>	16,5	4,87E-05	***
<i>Ancylus fluviatilis</i>	0,0606	0,8055	N.A.
<i>Ferrissia fragilis</i>	9,7902	0,001754	***
<i>Segmentina nitida</i>	0,0606	0,8055	N.A.
<i>Gyraulus albus</i>	16,5	4,87E-05	***
<i>Gyraulus crista</i>	1,1438	0,2848	N.A.
<i>Gyraulus laevis</i>	0,0739	0,7857	N.A.
<i>Anisus spirorbis</i>	0,0606	0,8055	N.A.
<i>Planorbis planorbis</i>	0,0606	0,8055	N.A.
<i>Hippeutis complanatus</i>	0,2533	0,6148	N.A.
<i>Segmentina nitida</i>	0,123	0,7258	N.A.
<i>Menetus dilatatus</i>	0,2559	0,613	N.A.

diversifié et plus riche en espèces pour le bras de la Boule.

3.2. Paramètres physico-chimiques des sites

3.2.1. Données de l'ANVL

Un test de Kruskal Wallis pour chaque paramètre est réalisé afin de faire ressortir ou non une différence entre les sites. Les résultats de ces tests sont regroupés dans le tableau 11.

Seulement cinq paramètres montrent une différence significative entre les sites, ce sont : le pH, la concentration de NH₃ et du chlore, la conductivité, le TDS. Les relevés effectués à l'aide de la sonde portative couvrent tous ces paramètres discriminants, à l'exception de la concentration de NH₃ et du chlore.

Pour finir, rappelons que les paramètres conductivité et TDS bien que différents sont étroitement liés. Un test de Spearman montre bien la forte corrélation entre ces deux paramètres ($\rho = 0.9485623$, p-valeur < 2.2e-16***).

Tableau 11 : Résultats des tests de Kruskal Wallis.

Paramètre	Chi-deux	DDL	P-value
O2	11.0996	10	0.3498
Chlore	21.8851	10	0.0157*
Conductivité	110.2827	10	< 2.2e-16***
Cuivre	17.951	10	0.0558
NH3	20.7888	10	0.02262*
NO2	6.1586	10	0.8018
pH	32.489	10	0.0003318***
Phosphore	8.7989	10	0.5513
PO43-	2.9323	10	0.8912
TDS	120.8026	10	< 2.2e-16***
Température	2.361	10	0.9928

Les paramètres ne présentant pas de différence entre les sites ne seront pas retenus pour la suite des analyses car en l'absence de variation entre les sites, il n'est pas possible de montrer leurs influences sur la répartition des mollusques au sein des plans d'eau.

3.2.2. Données récoltées au niveau des pièges

Les paramètres relevés par le HANNA HI 991300, entre la pose et la relève des pièges, sont regroupés dans le tableau 13.

Ces relevés ont été effectués sur trois jours, donc plusieurs sites ont été prospectés par jour. Les températures extérieures ont donc varié en fonc-

tion de l'heure de passage sur les sites. De même la température des plans d'eau peut varier de quelques degrés dans la journée. C'est pour cette raison que le paramètre « température » ne sera pas exploité.

Un test de corrélation, entre la température et les autres facteurs, est réalisé afin de montrer que la variation de quelques degrés n'a pas d'influence significative sur les autres paramètres.

Le test de Spearman est utilisé, la conductivité ($\rho = -0.1194921$, p-valeur = 0.3281), le pH ($\rho = 0.1030164$, p-valeur = 0.3996) et le TDS ($\rho = -0.09613452$, p-valeur = 0.432) ressortent bien comme indépendants de la température.

Trois tests de Kruskal Wallis sont ensuite réalisés, tableau 12, afin de mettre en évidence l'existence de différences entre les sites selon les trois paramètres retenus. Ces résultats sont en accord avec les résultats obtenus avec les données de l'ANVL. En effet, une différence significative s'observe entre les sites pour les trois paramètres que sont : la conductivité, le pH et le TDS.

Tableau 12 : Résultats des Kruskal-Wallis.

Paramètre	Chi-deux	p-valeur
Conductivité	65.96	1.031e-08***
pH	49.1301	8.533e-06***
TDS	66.7232	7.522e-09***

Tableau 13 : Mesures physico-chimiques réalisées entre le 18 et le 20 mai 2011.

Site	Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)		TDS (mg/L)	
	Moyenne	Min/max	Moyenne	Min/max	Moyenne	Min/max	Moyenne	Min/max
Balloy	21,5 +/- 0,5	21/21,8	7,1 +/- 0,1	6,9/7,2	186,6 +/- 5,6	176/193	102,0 +/- 3,4	97/106
Bazoche	21,2 +/- 0,3	20,9/21,6	7,1 +/- 0,1	6,9/7,2	225,2 +/- 16,3	205/247	123,0 +/- 9,3	111/135
Boule	23,6 +/- 1,5	22,1/25	6,7 +/- 0,2	6,5/6,9	429,3 +/- 27,0	400/453	234,7 +/- 15,3	218/248
Carreau Franc	20,4 +/- 0,2	20,0/20,6	6,6 +/- 0,1	6,5/6,8	488,2 +/- 3,6	483/493	267,8 +/- 1,8	265/270
Chapelotte	22,8 +/- 0,5	22,2/23,5	6,9 +/- 0,1	6,8/7,1	251,4 +/- 2,7	247/254	137,6 +/- 1,7	135/139
Gd Marais	23,4 +/- 0,4	23/23,9	7,3 +/- 0,1	7,2/7,4	377,0 +/- 6,8	370/388	206,6 +/- 2,7	204/211
Gd Prairie	22,2 +/- 0,7	21,1/22,8	7,0 +/- 0,1	6,9/7,1	300,4 +/- 18,4	277/318	165,0 +/- 10,7	152/176
Les Loges	21,3 +/- 0,8	20,2/22,4	6,7 +/- 0,1	6,6/6,9	295,6 +/- 5,3	289/302	165,2 +/- 2,7	159/165
Les Thurets	18,9 +/- 0,4	18,5/19,4	6,8 +/- 0,2	6,6/7,2	412,0 +/- 28,4	392/459	224,0 +/- 12,0	215/243
Muette	22,3 +/- 0,6	21,8/23	6,6 +/- 0,1	6,5/6,7	267,7 +/- 11,2	258/280	147,0 +/- 6,6	141/154
Neuvry	20,9 +/- 0,5	20/21,3	7,8 +/- 0,2	7,5/8,0	157,6 +/- 4,3	152/163	86,6 +/- 2,5	83/89
Pormain	21,3 +/- 0,2	21,1/21,6	6,7 +/- 0,2	6,5/6,9	270,4 +/- 10,4	254/282	148,4 +/- 6,0	139/155
Préaux	21,3 +/- 0,4	20,8/21,8	7,0 +/- 0,4	6,7/7,8	185,4 +/- 3,8	181/190	101,4 +/- 1,3	100/103
Seiglats	23,5 +/- 0,2	23,1/23,8	6,9 +/- 0,1	6,8/7,1	234,8 +/- 12,6	213/244	131,0 +/- 3,2	127/135
Vimpelles	21,8 +/- 2,8	20,1/25	6,8 +/- 0,1	6,7/6,9	507,7 +/- 113,5	377/582	279,3 +/- 62,0	208/320
VVSJ	23,2 +/- 0,8	22/24,1	6,9 +/- 0,2	6,7/7,0	187,2 +/- 45,2	107/213	112,2 +/- 4,3	107/116

3.3. Mise en relation des paramètres physico-chimiques des sites avec leurs communautés malacologiques

Les relevés de paramètres ont été effectués entre la pose et la relève des pièges en 2011. Afin d'éviter tout biais, seules les données de 2011 seront exploitées. En effet, de 2010 à 2011 certains paramètres auraient pu changer. Sans moyen de vérification, il est préférable de ne pas tenir compte des données biologiques de 2010.

Dans un premier temps, la faune sera mise en lien avec des paramètres relatifs au plan d'eau. En effet, certains paramètres tels que l'âge ou la connexion, ou non, avec un cours d'eau, sont relevés à l'échelle du plan d'eau car ils ne varient pas entre les points d'un même site. Pour d'autres paramètres, notamment physico-chimiques, il est préférable, d'un point de vue statistique, de travailler avec plusieurs valeurs pour une même entité afin de rendre possible le calcul de moyennes et d'augmenter la robustesse des analyses. N'ayant effectué qu'une série de mesures par point, les analyses statistiques de la conductivité, du pH ou du TDS ont donc été effectuées au niveau du plan d'eau et non du point.

Dans un second temps, les paramètres physico-écologiques relevés au niveau du point, et qui ne peuvent pas s'appliquer au plan d'eau en entier, seront analysés. En effet, ces paramètres, comme la végétation, les sédiments ou encore la pente de la berge, peuvent être très variables au sein d'un même plan d'eau. C'est pourquoi, pour ces quelques paramètres, une analyse au niveau du point semble plus judicieuse. Ainsi, les différents types de végétation, de sédiments, seront comparés entre eux sans tenir compte de leur appartenance à tel ou tel site.

3.3.1 Tests au niveau du plan d'eau

Le tableau 14 regroupe les résultats des tests de corrélation. Seules les abondances sont corrélées avec les variables explicatives, à noter la p-valeur de l'abondance pour le pH significatif si le seuil est élevé à 10%. Il y a donc une influence plus ou moins marquée de ces trois paramètres sur l'abondance en mollusques. La corrélation est positive pour la conductivité et le TDS et négative pour la pH.

Les figures 8 à 10 sont réalisées à partir de données faunistiques récoltées et mises en lien avec les paramètres.

Tableau 14 : Résultats des tests de corrélation.

		S	Rho	p-valeur	Significativité
Conductivité	Richesse	43019.54	0.2141113	0.0773	N.S.
	Abondance	24434.15	0.5536326	8.048e-07	***
	Sokal & Michener	240.8479	-0.094763	0.7817	N.S.
	Shannon	62971.9	-0.150382	0.2174	N.S.
	Richesse	42597.39	0.2218233	0.06698	N.S.
TDS	Abondance	23991.68	0.5617158	5.123e-07	***
	Sokal & Michener	240.8479	-0.094763	0.7817	N.S.
	Shannon	62538.57	-0.142466	0.2429	N.S.
	Richesse	58707.1	-0.072472	0.554	N.S.
pH	Abondance	65684.62	-0.199938	0.09953	N.S.
	Sokal & Michener	132.5354	0.3975662	0.226	N.S.
	Shannon	50721.69	0.0734071	0.5489	N.S.



Lymnaea stagnalis (H. Tuphile).

Fig. 8 : Évolution de la richesse spécifique et de l'abondance en fonction de la conductivité.

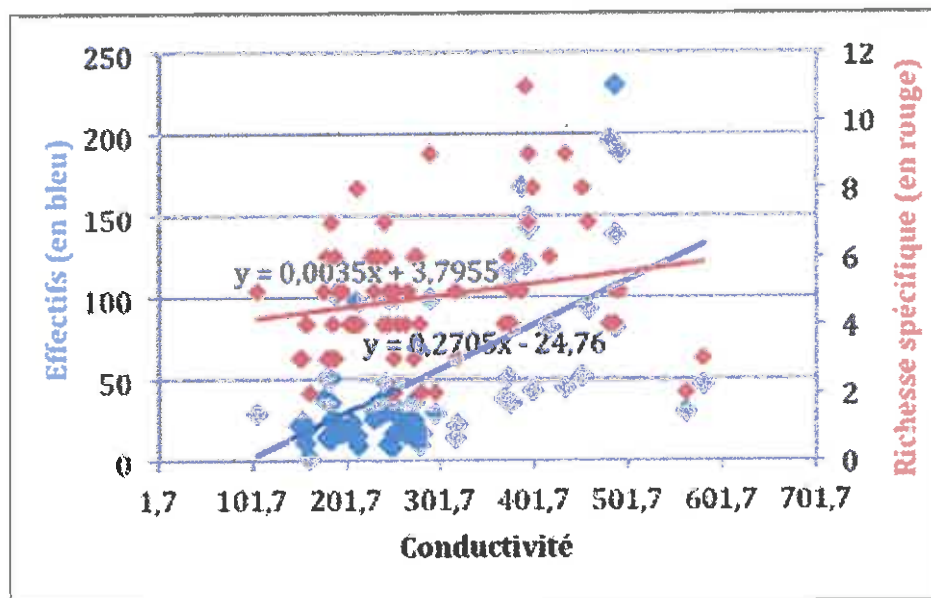


Fig. 9 : Évolution de la richesse spécifique et de l'abondance en fonction de la TDS.

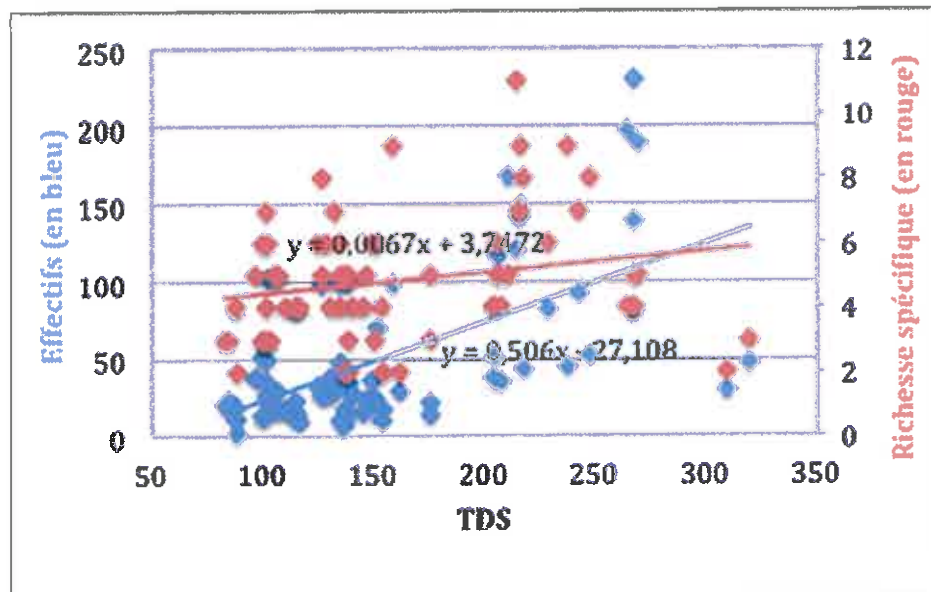
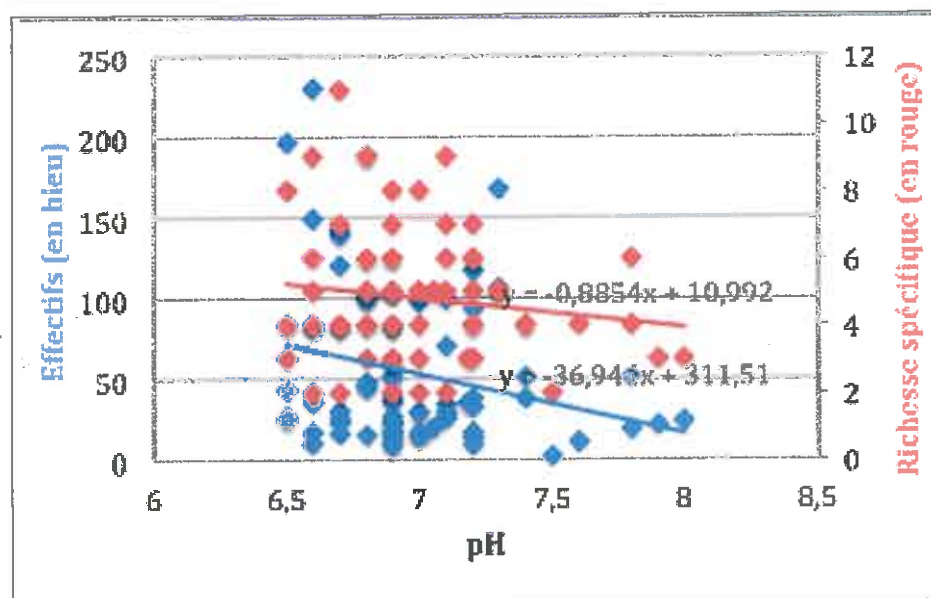


Fig. 10 : Évolution de la richesse spécifique et de l'abondance en fonction du pH.



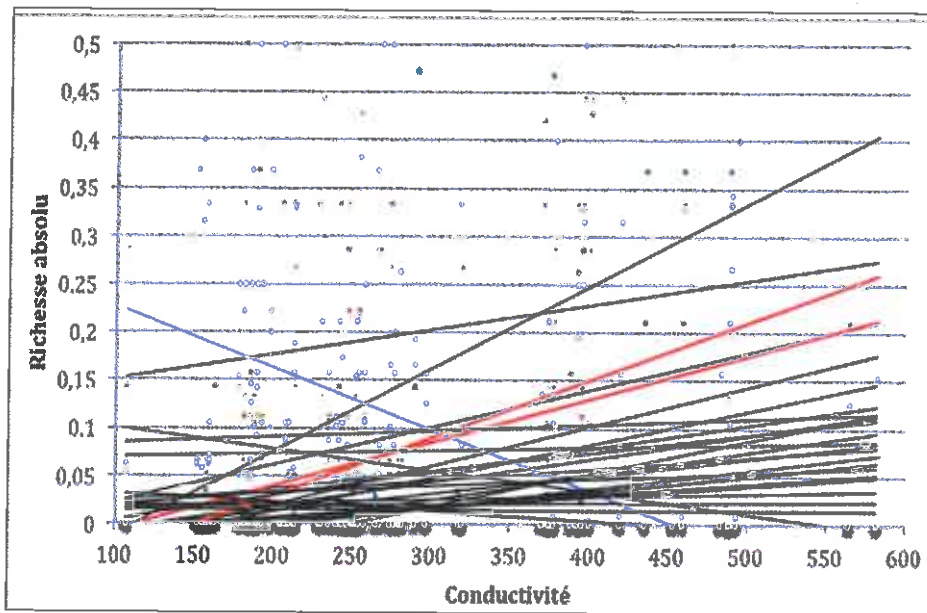


Fig. 11 : Abondance relative des espèces en fonction de la conductivité, les points représentent les individus, les droites de corrélations sont noires lorsqu'il n'y a pas de corrélation significative, bleues lorsqu'elles sont significatives et négatives, et rouges lorsqu'elles sont significatives et positives.

Afin de savoir si l'augmentation de l'abondance était liée à l'augmentation d'une seule espèce ou si cette augmentation était générale, la figure 11, réalisée sous Excel, indique les courbes de tendance linéaire pour chaque espèce en fonction de la conductivité. Ce graphique montre visuellement une corrélation positive de la plupart des espèces en fonction de la conductivité, bien qu'un test de corrélation de type Spearman indique que seuls *Potamopyrgus antipodarum* et *Radix balthica* possèdent des corrélations significatives et positives. *Dreissena polymorpha* présente une corrélation significative mais négative. Si le test de corrélation, entre la conductivité et les effectifs, est effectué à nouveau en retirant ces espèces, il est toujours significatif ($S = 33475,32$, $Rho = 0,3885$, $p\text{-valeur} = 0,00097^{***}$). L'augmentation de l'abondance n'est donc pas liée à ces deux espèces mais bien à l'ensemble du cortège d'espèces.

Les résultats obtenus avec la TDS sont extrêmement proches, le test de corrélation reste également significatif ($S = 32624,23$, $Rho = 0,4041$, $p\text{-valeur} = 0,00058^{***}$). Les mêmes conclusions en sont tirées. Les courbes de tendance concernant les espèces en fonction du pH ne montrent pas de croissance générale avec l'augmentation ou la diminution du pH. De plus, aucune corrélation par espèce n'a pu être mise en avant.

Le tableau 15 regroupe les différents résultats des autres tests de corrélations. Ces tests sont effectués sur les paramètres d'occupation du sol, de la taille et de l'âge du plan d'eau. Peu de ces tests sont significatifs. La zone d'influence de 250 mètres est

peut-être mal adaptée pour le groupe des mollusques. Cependant, l'abondance semble être influencée négativement par le milieu forestier. Les sites avec le moins de milieux forestiers sont les sites avec une abondance élevée. Les sites du Grand marais et du Carreau franc qui disposaient d'abondances élevées en 2011 sont également très peu entourés de forêt (moins de 3%). Le lien entre la surface agricole et l'indice de Sokal est plus difficile à comprendre. En effet, cet indice écarte le site des Thurets de manière assez forte par rapport aux autres. Ce site dispose d'une surface agricole relativement importante (55%), mais ce n'est pas la plus grande. Les sites de la Chapelotte et du Carreau Franc disposent quant à eux de respectivement 62% et 60% de surface agricole. Cependant, ces sites ont un indice identique à d'autres sites, avec des surfaces agricoles plus faibles. La moyenne de la surface agricole de ce groupe de sites est égale à 38%, donc inférieure à celle du site des Thurets. Le test utilisé attribue le même rang aux sites ayant le même indice de Sokal et Michener. Ainsi le site des Thurets dispose de la surface agricole la plus importante et de l'indice de Sokal et Michener le plus faible.

L'âge du plan d'eau n'a aucune influence. La surface du plan d'eau a un effet sur la richesse et l'indice de Shannon qui ont tendance à montrer une corrélation positive avec la surface.

Le tableau 16 regroupe les résultats des tests de Kruskal Wallis, ces derniers ont été effectués sur les paramètres de connexion et le stade d'exploitation. Afin d'obtenir un maximum d'échantillons,

Tableau 15 : Résultats des tests de corrélation.

Type de milieu (250 m)			S	Rho	p-valeur	Significativité
Occupation des sols	Agricole	Richesse	455	0	1	N.S.
		Abondance	366	0.1956044	0.5022	N.S.
		Shannon	498	-0.094505	0.75	N.S.
		Sokal & Michener	368.2516	-0.673871	0.02299	*
	Anthropique	Richesse	407.3677	0.1046864	0.7217	N.S.
		Abondance	286	0.3714286	0.1917	N.S.
		Shannon	432	0.0505495	0.8676	N.S.
		Sokal & Michener	143.5578	0.3474647	0.2951	N.S.
	Aquatique	Richesse	373.9237	0.1781896	0.5422	N.S.
		Abondance	434	0.0461539	0.8795	N.S.
		Shannon	378	0.1692308	0.5629	N.S.
		Sokal & Michener	213.0507	0.0315877	0.9265	N.S.
	Forestier	Richesse	450.9462	0.0089095	0.9759	N.S.
		Abondance	742	-0.630769	0.01817	*
		Shannon	362	0.2043956	0.4827	N.S.
		Sokal & Michener	169.0385	0.2316431	0.4931	N.S.
	Ouvert	Richesse	477.296	-0.049002	0.8679	N.S.
		Abondance	272	0.4021978	0.1553	N.S.
		Shannon	470	-0.032967	0.9155	N.S.
		Sokal & Michener	101.862	0.5369909	0.08851	N.S.
	Pionner	Richesse	536.1679	-0.178391	0.5417	N.S.
		Abondance	426.1675	0.0633682	0.8296	N.S.
		Shannon	579.941	-0.274596	0.3421	N.S.
		Sokal & Michener	91.2195	0.5853659	0.0585	N.S.
	Semi-ouvert	Richesse	523.5643	-0.150691	0.6071	N.S.
		Abondance	621.5333	-0.366007	0.1981	N.S.
		Shannon	371.7334	0.1830036	0.5312	N.S.
		Sokal & Michener	105.8138	0.5190282	0.1018	N.S.
	Surface du plan d'eau	Richesse	273727	0.1981656	0.02553	*
		Abondance	366108.8	-0.072450	0.4182	N.S.
		Shannon	277877.1	0.1860087	0.03628	*
		Sokal & Michener	203.785	0.0737046	0.8295	N.S.
	Age du plan d'eau	Richesse	359724.1	-0.029241	0.7432	N.S.
		Abondance	350288.5	-0.002244	0.9799	N.S.
		Sokal & Michener	195.3963	0.1118351	0.7434	N.S.
		Shannon	360064.7	-0.030216	0.7349	N.S.

les tests sont réalisés à partir des données des points, pour la richesse, l'abondance et l'indice de Shannon. Ces tests mettent en avant des liens pour la richesse et l'abondance avec les facteurs de connexion et d'exploitation, et entre l'indice de Shannon et le facteur de connexion. Le stade d'exploitation, ainsi que la connexion avec un cours d'eau, la Seine ou l'Yonne dans notre cas, semble donc être un facteur important. Ces paramètres peuvent avoir un effet sur la dispersion des mollusques, la création de milieux diversifiés ou encore la mise en suspension d'éléments nécessaires à leur croissance.

Tableau 16 : Résultats des tests de Kruskal Wallis.

		Chi-deux	p-valeur	Significativité
Connexion	Richesse	13.6308	0.001097	***
	Abondance	11.444	0.003273	**
	Sokal & Michener	1.2907	0.5245	N.S.
	Shannon	10.7965	0.004525	*
Exploitation	Richesse	5.1238	0.0236	*
	Abondance	4.3147	0.03778	*
	Sokal & Michener	1.8631	0.1723	N.S.
	Shannon (non para)	0.6901	0.4061	N.S.

3.3.2. Tests au niveau des points

Le tableau 17 regroupe les résultats des tests de Kruskal Wallis appliqués à différents paramètres au niveau des points. Un seul test s'avère être significatif : le paramètre type de végétation de la berge montre une influence sur l'abondance.

Tableau 17 : Résultats des tests de Kruskal Wallis.

		Chi-deux	p-valeur	Significativité
Type de végétation de la berge	Richesse	3.9979	0.5497	N.S.
	Abondance	12.9604	0.02375	*
	Shannon	11.4695	0.0749	N.S.
Ombrage	Richesse	1.8334	0.1757	N.S.
	Abondance	0.0354	0.8508	N.S.
	Shannon	1.7318	0.1882	N.S.
Type de sédiment	Richesse	4.5823	0.3329	N.S.
	Abondance	1.6287	0.8036	N.S.
	Shannon	7.2475	0.1234	N.S.
Présence de MO	Richesse	1.6004	0.2058	N.S.
	Abondance	1.6922	0.1933	N.S.
	Shannon	0.0093	0.9231	N.S.
Type de végétation aquatique	Richesse	2.182	0.3359	N.S.
	Abondance	0.0252	0.9875	N.S.
	Shannon	1.3075	0.5201	N.S.
Présence de végétation aquatique	Richesse	1.2795	0.258	N.S.
	Abondance	0	0.9947	N.S.
	Shannon	0.7853	0.3755	N.S.

Pour finir, le tableau 18 regroupe les tests de corrélation réalisés pour la pente de la berge, dans le même esprit que les facteurs de pH, de conductivité et de TDS. Aucun lien n'a pu être mis en avant avec ce paramètre.

Tableau 18 : Résultats du test de corrélation.

		S	Rho	P-valeur	Significativité
Pente	Richesse	47258.23	0.01350118	0.9143	N.S.
	Abondance	39945.26	0.1661567	0.1824	N.S.
	Shannon	55503.24	-0.1586107	0.2034	N.S.

4. Discussion

Pour la récolte de nos échantillons, la méthode utilisée se doit d'être bien comprise, avec ses avantages et ses inconvénients. La méthode ROSE-LIERE a pour objectif d'appliquer des protocoles de suivis scientifiques standardisés en s'appuyant sur plusieurs groupes faunistiques et floristiques. Ce protocole est spécifiquement adapté aux carrières afin que les carriers puissent évaluer facile-

ment le potentiel écologique de leur exploitation. Ce protocole a mis l'accent sur la standardisation et la reproductibilité de la méthode afin de pouvoir comparer les différentes carrières, et donc de proposer des orientations de réaménagements futurs. C'est donc une faible partie d'un protocole plus complexe qui fut utilisée pour la réalisation de l'inventaire de la malacofaune.

La standardisation permet de comparer de manière statistique les différents plans d'eau les uns avec les autres. Cependant, cette standardisation peut également passer à côté de milieux plus propices pour les mollusques, ou simplement différents, comme une roselière dans le coin du plan d'eau. En effet, cinq pièges sont disposés par plan d'eau, et ce sans tenir compte de la nature du plan d'eau et des milieux qui le composent, mais selon une technique arbitraire. De plus ces pièges sont disposés à quelques mètres de la berge, la partie au centre du plan d'eau n'est donc pas prospectée dans l'inventaire. Or, bien que celle-ci soit généralement trop profonde pour présenter un réel intérêt vis à vis de la majorité des mollusques, ce n'est pas le cas pour les gros bivalves. Des Grandes Mulettes (*Margaritifera auricularia*) ont été contactées dans le fleuve Charente, profond de 4 et 7 mètres, suite à des plongées (Prie *et al.*, 2008).

De plus, dans le temps imparti, un échantillonnage visant à être exhaustif était impossible. En effet, malgré cette méthode « allégée », le tri et la détermination de la malacofaune d'un site, pour une seule année, nécessitent environ une journée et demie. Donc, l'inventaire des 17 sites a déjà représenté un temps important.

Concernant la méthode choisie, il est donc nécessaire de noter ici que, bien qu'un des objectifs de l'étude était de réaliser un inventaire plus poussé de la malacofaune sur les carrières suivies, il était impossible, en raison de contraintes matérielles et temporelles, de mettre en place un protocole différent de celui d'ores et déjà appliqué. De plus, le second objectif principal était de pouvoir réaliser une comparaison appropriée des sites, ce qui rendait obligatoire la standardisation du protocole. Ainsi les résultats de ces inventaires sont à relativiser en prenant en compte la méthode utilisée.

Outre les raisons de localisation des pièges, une autre partie de la malacofaune est sous-estimée : les mollusques de taille importante. En effet, nos pièges sont constitués d'une brique creuse et d'une brosse en chiendent, fournissant seulement de petits habitats, totalement inappropriés à cette

faune de grande taille. Les mollusques dulci-coles comptent des espèces de grande taille, par exemple, *Lymnaea stagnalis* fut souvent observée mais rarement prise dans les pièges (une seule fois sur le site des Thurets).

Comme il a été indiqué plus haut, la détermination du groupe des *Pisidium* a dû être arrêtée. Ce groupe s'est avéré extrêmement complexe à déterminer jusqu'à l'espèce. En effet, les déterminations nécessitent de regrouper plusieurs critères, et ces derniers sont parfois assez subtils à différencier. C'est également un groupe taxonomique extrêmement riche avec onze espèces différentes contactées en Ile-de-France. C'est pourquoi, j'ai fait le choix de mettre de côté ce groupe plutôt que de commettre des erreurs de détermination. Ce point doit donc être pris en compte car il est susceptible de représenter une perte d'information assez conséquente sur les communautés présentes. Toutefois, compte tenu de l'objectif de comparaison des sites entre eux et de l'analyse des populations vis à vis des paramètres physico-écologiques, l'identification au niveau du genre reste satisfaisante.

Le piégeage passif a l'avantage de ne pas sélectionner la faune récoltée en fonction des appâts disposés. Les pièges sont posés puis relevés quinze jours plus tard, le choix de cette période de temps étant justifié par les travaux de Scher (2005). Ceux-ci montrent qu'après une durée de pose inférieure à quinze jours, la « colonisation » des pièges n'est pas optimale et qu'avec une durée supérieure, il est observé une disparition de taxons, notamment par prédation. A la différence de la méthode PLOCH (Oertli, 2000) qui préconise l'utilisation de filet standard pour le prélèvement des invertébrés aquatiques, la méthode ROSELIÈRE a préféré la pose de pièges, qui semble permettre une meilleure standardisation. En effet, le biais induit par le facteur humain semble moins important pour la pose de pièges, comparé à un mouvement précis à réaliser. De plus, les animaux benthiques sont moins représentés, car les coups de filet inventorient seulement la colonne d'eau.

Les deux saisons de piégeage, 2010 et 2011, sur les 17 sites suivis ont permis de relever la présence d'une trentaine d'espèces de mollusques. Cet inventaire a dévoilé des espèces qui n'apparaissent jusqu'alors pas dans la bibliographie des espèces présentes en Ile-de-France : *Anisus spirorbis*, *Gyraulus laevis*, *Gyraulus parvus*, *Lithoglyphus naticoides* et

Radix labiata. Il apparaît qu'il reste un grand travail d'inventaire à réaliser pour connaître la répartition des espèces de ce groupe qui reste relativement mal connu.

Ce travail d'inventaire est d'autant plus important aux vues du nombre d'espèces contactées dites envahissantes, ou cryptogènes. Soubeyran (2010) donne les définitions suivantes : « espèce exotique (dans un territoire) : espèce introduite délibérément ou accidentellement dans ce territoire dissocié de son aire de répartition naturelle. » et « espèce cryptogène (dans un territoire) : espèce dont l'origine exotique ou indigène dans ce territoire n'est pas connue avec certitude ». Comme le rappelle l'auteur, ces espèces menacent les écosystèmes, les habitats, et les espèces indigènes des milieux dans lesquels elles sont introduites, avec des conséquences sur l'environnement, l'économie et/ou la santé. Ces espèces entraînent, par exemple, de graves problèmes d'homogénéisation des milieux (Rahel, 2011).

Les espèces envahissantes/cryptogènes contactées lors de l'étude sont : *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Ferrissia fragilis*, *Gyraulus parvus*, *Lithoglyphus naticoides*, *Menetus dilatatus*, *Physella acuta* et *Potamopyrgus antipodarum*. Ces espèces sont déjà presque toutes citées dans le Docob de la ZSC de la Bassée réalisé par Biotopie (2011). Elles proviennent de partout à travers le monde, certaines sont présentes dans notre région depuis déjà plusieurs décennies, et sont bien connues comme *Dreissena polymorpha*, la moule zébrée. Biotopie (2011) précise que certaines de ces espèces, *Physella acuta* et *Potamopyrgus antipodarum*, sont particulièrement présentes dans les milieux juvéniles.

Cette faune non autochtone représente donc presque un tiers (8/31) des espèces trouvées dans le cadre de cette étude. Mais en termes d'effectif, ce sont, et de loin, les espèces les plus abondantes. En effet, les deux espèces les plus abondantes sont *Physella acuta* et *Potamopyrgus antipodarum*, des espèces allochtones. Un mollusque sur deux trouvé est un *Physella acuta* et ces deux espèces ensemble représentent 75% des individus récoltés. Si nous cumulons toutes les espèces non indigènes, elles représentent 82% des effectifs totaux. Ces chiffres illustrent le problème d'homogénéisation des milieux et la surabondance de ces espèces.

Toutes ces menaces sont d'autant plus graves pour les mollusques qu'ils sont un groupe extrêmement peu étudié. Il y a donc des changements importants dans les communautés de mollusques, alors même que l'intérêt porté à ces animaux ne fait que

commencer. Biotope (2011) souligne également ce manque de connaissance des mollusques (et particulièrement ceux d'Ile-de-France pour son étude) d'où la difficulté d'une bio-évaluation à partir de la malacofaune.

A cela s'ajoutent les problèmes de mauvaise gestion des zones humides, ainsi qu'une trop mauvaise qualité des eaux depuis près de deux siècles (Killeen *et al.*, 2004). Les menaces qui pèsent sur ce groupe sont importantes, révélant la nécessité de la réalisation d'inventaires afin de mieux connaître la répartition et l'écologie des différentes espèces. Y. Quideau (Viette *et al.*, 2001) dans ses travaux de prospection n'avait pas trouvé d'espèces allochtones. Ceci nous indique que cette colonisation fut rapide, en moins de 60 ans huit nouvelles espèces se sont installées.

La deuxième partie du travail a consisté à discriminer les différents sites entre eux, et par la même occasion à trouver les paramètres influençant la répartition de la malacofaune parmi ces sites.

De nombreux paramètres n'ont pas pu être collectés spécifiquement pour notre étude par manque de temps et de matériel suffisamment précis. Toutefois, les relevés réguliers réalisés par l'ANVL dans le cadre du suivi des plans d'eau, permettent d'accéder à des données sur du long terme sur les concentrations en oxygène dissous, chlore, cuivre, NH_3 , NO_2 , phosphore, PO_4^{3-} , la conductivité, le pH, le TDS et la température. Parmi ces paramètres, seuls la conductivité, le TDS, le pH, le chlore et l'ammoniac (NH_3) varient de manière significative entre les sites.

L'ammoniac est un gaz très soluble dans l'eau qui entre dans le cycle de l'azote. Pour rappel, cette molécule est notamment le résultat de la fixation biologique de l'azote atmosphérique mais elle est également présente dans l'environnement en quantité importante du fait des amendements agricoles ou des élevages. Le chlore est principalement présent combiné à d'autres éléments dans le milieu naturel, comme par exemple avec le sodium pour former du sel. Le chlore mesuré, libre, est beaucoup plus rare dans le milieu naturel et provient principalement de l'eau potable. En effet, grâce à ces propriétés bactéricides, il est ajouté à l'eau pour la rendre potable. Bien que variant entre les sites, et donc pouvant potentiellement renseigner sur la répartition des mollusques, ces deux paramètres n'ont pas pu être développés plus précisément à défaut de mesures suffisamment précises. Il serait toutefois intéressant de développer

ces analyses en réalisant des mesures précises parallèlement à l'échantillonnage des mollusques.

Parmi les paramètres variant significativement entre les sites, la conductivité et le TDS présentent une influence positive sur l'abondance en mollusques (une influence négative ressort aussi pour le pH à un niveau de significativité moindre). Ces deux paramètres sont assez proches, en effet la conductivité indique la capacité de l'eau à conduire l'électricité, et informe donc sur sa quantité d'ions en solution (principalement calcium, magnésium, potassium, sodium, bicarbonates, nitrates, chlorures, phosphates, fer...). Le TDS (total dissolved solids) renseigne sur le taux de particules inorganiques (ions) et organiques en suspension dans un liquide. La principale différence entre ces deux mesures provient de la prise en compte, ou non, des particules non chargées.

Ces deux paramètres sont corrélés et leurs effets sont très proches : une augmentation très significative de l'abondance des mollusques. Si ces deux paramètres ont les mêmes effets, et qu'ils se recoupent, alors l'information recoupée, la concentration en ions, pourrait être le facteur le plus important. Les particules non chargées ayant certainement un effet mais moins significatif ou agissant de manière indirecte.

Ces deux paramètres étant le reflet de la concentration en ions, les tests semblent donc indiquer une augmentation des effectifs avec l'augmentation de la concentration en ions, dont le Ca^{2+} fait partie. Cette constatation est en accord avec les recherches bibliographiques effectuées pour caractériser l'habitat des mollusques qui indiquent que la concentration en calcium influe principalement sur la densité. La présence d'ions en quantité semble procurer au milieu la capacité d'accueillir un plus grand nombre d'individus sans pour autant que la richesse spécifique évolue significativement. Seuls deux espèces ont une augmentation significative de leurs effectifs, *Potamopyrus antipodarum* et *Radix balthica*. Et les tests ont bien montré une augmentation de l'abondance des mollusques malgré le retrait de ces deux espèces. C'est donc une augmentation de l'ensemble des espèces qui est observée avec l'augmentation du TDS et de la conductivité. La diminution de *Dreissena polymorpha* est difficile à appréhender, cette espèce est présente sur seulement quelques points : 15 sur 69 soit 21,7% des points. Cette espèce a des conditions de vie relativement différentes des autres mollusques. En effet, cette moule reste fixée à un support toute

sa vie ; pour l'observer sur nos pièges il faut donc qu'une jeune moule vienne se fixer. Akopian *et al.* utilisent ce type de piégeage dans le but de suivre cette espèce à son stade de larve pédivélégère, et ils rappellent que les périodes de prélèvements optimales sont en période de ponte : de mai à mi-juin., et que de nombreux facteurs influencent cette fixation. D'autres influences entrent donc probablement en jeu concernant cette espèce.

Notons que les quatre espèces : *Radix auricularia*, *Ancylus fluviatilis*, *Anisus spirorbis* et *Acroloxus lacustris* ne sont trouvées que sur les quatre sites avec les conductivités (supérieures à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et le TDS (supérieurs à 230 mg/L) les plus élevés : le bras de la Boule, le Carreau Franc, les Thurets et Vimpelles.

Pour finir, le paramètre pH est proche de la significativité pour l'abondance. En effet, dans les eaux légèrement acides (7 à 6,5) l'abondance est plus élevée que dans l'eau basique (7 à 8). Ces valeurs de pH sont tout à fait normales dans le milieu naturel. Le pH a de nombreux rôles dans l'assimilation des nutriments par exemple et sa variation peut avoir de nombreuses origines. Il serait intéressant de trouver des milieux un peu plus extrêmes, en termes de pH, afin de pouvoir continuer ces expériences sur une gamme de pH plus grande et espérer voir une tendance plus fine se dégager.

L'occupation des sols a donné des résultats peu significatifs. Concernant l'agriculture, le résultat est significatif pour l'indice de Sokal et Michener. Cependant, pour cet indice le nombre d'échantillons est faible et de nombreux sites ont la même valeur d'indice, ce qui conduit à une diminution d'échantillons. En effet, le test de corrélation utilise des rangs, donc les sites ayant les mêmes valeurs d'indice auront le même rang. Malgré un manque de données, l'agriculture a sûrement de nombreux effets. Elle entraîne notamment l'utilisation de nombreux produits, comme l'azote. Précédemment, il a été montré que l'ammoniac discriminait les sites, et que ce composé entrait dans le cycle de l'azote. Ce manque de résultats plus évidents peut également s'expliquer par la distance de 250 mètres autour des sites utilisée, à partir des travaux de Grison (2011), qui est peut-être trop importante. Les lois du Grenelle 2 (Cravero *et al.*, 2010) imposent seulement cinq à dix mètres de bande tampon (enherbée ou boisée) pour « protéger » les cours d'eau des pesticides et autres polluants. Dans la méthode PLOCH (Oertli *et al.*, 2000), la distance pour caractériser l'environnement immédiat est

de 50 mètres. Il conviendrait donc de réaliser une analyse plus fine à une distance moindre, qui n'a pu être effectuée ici par manque de temps.

Concernant le milieu forestier ayant une influence négative sur l'abondance des mollusques, les raisons sont difficiles à mettre en évidence. Les mêmes critiques de manque de données et de distance concernée peuvent être formulées. Une forêt pourrait apporter une trop grande quantité de matières organiques au plan d'eau. Ceci ayant pour effet d'augmenter la production dans le plan d'eau et de rendre le milieu hypoxique, et donc moins favorable aux mollusques. D'autres analyses sont à réaliser avec une distance plus faible, afin de mieux comprendre les phénomènes pouvant se produire.

La taille du plan d'eau est un facteur important à la vue des résultats pour les mollusques. Ce facteur a une influence sur la richesse ainsi que sur l'indice de Shannon. La taille d'un plan d'eau a de nombreux effets, le plus évident est que plus le plan d'eau est grand plus il dispose de micro-habitats différents. En effet, ces plans d'eau sont généralement plus sinueux, présentent des îlots, etc. Et plus un milieu sera hétérogène plus ce dernier pourra accueillir une faune aux exigences différentes. L'augmentation de la richesse par site pourrait donc être liée à l'apparition de plusieurs types de micro-habitats sur un même plan d'eau. Une étude plus fine de ces micro-habitats présents sur les plans d'eau pourrait donc s'avérer intéressante pour pousser plus loin cette réflexion.

La taille des plans d'eau peut également avoir des effets indirects sur les mollusques. En effet, Darnias (2000) indique que la taille des plans d'eau influence l'avifaune qui la compose. Bien que plusieurs autres facteurs entrent en jeu, la taille est un paramètre en faveur de l'avifaune jusqu'à une taille de 50 ha ; au delà, la taille n'est plus un facteur significatif. Il met en avant plusieurs avantages en faveur des grands plans d'eau : la présence d'îlots, la capacité d'accueil plus grande, une distance des îlots aux berges importante, la présence de plusieurs habitats, un pouvoir tampon plus étendu, etc. Dans la première partie, il a été présenté que les oiseaux avaient un rôle clé dans la dispersion des mollusques. Cependant, les oiseaux sont également des prédateurs, cette hypothèse est donc à vérifier à travers de nouvelles études. Mais les plans d'eau avec une avifaune importante auraient plus de chance d'être colonisés rapidement.

De même la connexion du plan d'eau à un cours d'eau, montre une influence significative pour les paramètres de richesse, d'abondance et pour l'indice de Shannon. Les plans d'eau connectés ont donc une malacofaune plus importante en effectif et plus diversifiée. La connexion d'un plan d'eau influence de nombreux paramètres. Elle peut permettre le transport de certains éléments nutritifs, et leur mise en suspension par des courants, permettant ainsi d'en rendre une plus grande quantité accessible aux mollusques. De plus, le courant peut créer différents micro-habitats, rendant le milieu plus favorable pour l'accueil d'une malacofaune diversifiée. Pour finir, la connexion peut également avoir des effets sur la colonisation. Avec le même raisonnement que pour les oiseaux, les poissons, tout en étant des prédateurs, sont également des agents de dispersion. Certaines espèces de mollusques profitent même de ce groupe à travers une phase parasitaire. Si le plan d'eau est connecté, il permet la libre circulation des poissons entre plusieurs plans d'eau. Il faut également ajouter tous les phénomènes de transport passif, avec une dispersion simplement due au courant.

Le paramètre exploitation (exploité ou non) est également un paramètre ayant une influence significative sur la richesse et l'abondance des mollusques. Les plans d'eau en activité sont soumis à de nombreux brassages d'eau liés à l'exploitation ou encore de remaniement de berges. Ces activités mettent donc en suspension des éléments potentiellement nécessaires aux mollusques, et créent de nouveaux habitats. De nouvelles études sont nécessaires afin de mieux comprendre ce phénomène.

Des tests ont également été réalisés à partir de la végétation, des sédiments, de la pente, etc., au niveau des différents points. Pour ces tests, il n'a pas été tenu compte du plan d'eau auquel chaque point appartient mais chaque piège a été analysé comme une entité particulière. Tous les tests sont non significatifs. Seul le critère « type de végétation de la berge » est significatif d'un point de vue abondance. Ce résultat est toutefois très discutable. En effet, en regardant de plus près les valeurs, c'est la modalité « arbuste » qui est à l'origine de cette différence. Cette modalité est représentée seulement quatre fois (sur les 81 points) et n'est présente que sur le site du Carreau Franc, qui a une abondance importante (la 3^e abondance la plus importante). Il est donc difficile d'interpréter ce résultat qui semble par ailleurs uniquement

porté par un site et qui ne paraît pas être le reflet d'une influence globale.

La différence entre les plans d'eau et le site du bras mort de la Boule est principalement liée à une composition particulière du cortège de mollusques. Certaines espèces sont trouvées exclusivement sur ce site : *Lithoglyphus naticoides*, *Gyraulus albus* et *Acroloxus lacustris*, et d'autres sont présentes en effectif plus important comparé aux autres sites : *Pisidium* sp., *Corbicula fluminea*, *Valvata piscinalis*, *Bithynia tentaculata*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Radix balthica*, *Ferrissia fragilis* ou encore *Radix auricularia*. Une espèce est cependant peu trouvée dans le bras la Boule : *Physella acuta*.

Ce site présente également une richesse spécifique significativement plus forte par point que les points dans les carrières. Ainsi qu'un indice de Shannon significativement plus élevé. Le bras de la Boule est donc un site avec un cortège de mollusques différents par l'abondance de certaines espèces et par l'apparition de nouvelles espèces. Cependant, ce site n'accueille pas un plus grand nombre de mollusques. Il semblerait donc que dans les bras morts, la malacofaune soit différente. De nombreux paramètres diffèrent entre les carrières et le bras mort : l'âge, la proximité avec un cours d'eau, la présence de courant, etc. Il serait donc intéressant de poursuivre des inventaires dans les bras morts environnants afin de pouvoir mieux comprendre les différences observées et de compléter cet inventaire.

Au sein des sites du groupe carrières, le site des Thurets se détache du lot. En effet, que ce soit par l'indice de Sokal et Michener ou l'ACP, ce site est toujours à l'écart. Cet écart provient très certainement de la composition de la malacofaune de ce site, notamment avec ses importants effectifs de *Potamopyrgus antipodarum* ou de *Pisidium* sp. Les autres sites ont des communautés d'espèces relativement proches les unes des autres. Cependant, certains sites se différencient par la présence d'espèces peu ou pas trouvées sur d'autres sites, comme le site de la Grande Prairie avec *Physa fontinalis*, *Segmentina nitida*, *Gyraulus crista* et Pormain avec *Valvata piscinalis piscinalis*. L'apparition de ces espèces sur ces sites est difficilement explicable. En effet, ces sites ne présentent pas de paramètre qui leur soit propre. Le site des Thurets, qui est le site le plus différent, ne possède pas un paramètre qui se détache des autres. En effet, plusieurs sites sont en exploitation, plusieurs sont également

connectés à un cours d'eau. Bien que la conductivité et le TDS soient également élevés sur ce site, les valeurs de ces paramètres sont plus importantes sur les sites de Vimpelles et du Carreau Franc, ce dernier ayant l'abondance en mollusque pour 2011 la plus élevée. Il semblerait donc qu'il faille prendre en compte plusieurs facteurs pour la discrimination des sites, ou bien qu'un facteur plus important n'a pas pu être mis en évidence. Il semble cependant que le site des Thurets cumule plusieurs paramètres favorables à ce groupe, ce qui en fait un site particulièrement favorable. Des analyses plus poussées de paramètres complémentaires ou des analyses croisées des effets cumulés des différents paramètres permettraient peut-être d'approfondir ce résultat.

Conclusion

La malacologie en France et plus particulièrement en Ile-de-France est une discipline encore très peu étudiée aujourd'hui. Cette étude permet alors, dans un premier temps, de compléter les informations sur cet embranchement mal connu. Ce travail d'inventaire a permis la découverte d'espèces encore jamais observées en Ile-de-France. Grâce à des recherches bibliographiques sur la malacofaune francilienne, il apparaît que les inventaires sont peu nombreux et dispersés dans le temps. Cependant, grâce aux travaux d'Y. Quideau, il a été possible d'avoir un recul d'une soixantaine d'années et ainsi d'observer les nombreux changements de la malacofaune, notamment l'apparition d'espèces invasives qui étaient absentes de ses inventaires.

Outre cet aspect d'inventaire pur, les résultats de la faune récoltée ont été, dans un second temps, mis en relation avec le milieu dans lequel ils furent trouvés. Ceci permet donc de dégager des paramètres influençant plus ou moins fortement la répartition de cet embranchement. Parmi les paramètres étudiés, la conductivité et le TDS se révèlent avoir un impact sur la répartition des mollusques dulcicoles. En effet, leurs augmentations ont des effets bénéfiques sur l'abondance et/ou le nombre d'espèces présentes. Cette observation peut être rapprochée des études sur l'influence du calcium, même si celui-ci n'est certainement pas le seul élément en jeu. La surface du site, la connexion à un cours d'eau et l'exploitation des sites ont également un impact sur la répartition des mollusques en favorisant probablement leur dispersion, en augmentant le nombre de mi-

crohabitats présents au sein du plan d'eau et en favorisant la disponibilité en éléments nutritifs.

Cependant, des paramètres comme le pH ou la surface agricole ou forestière autour des sites sont des paramètres nécessitant davantage de données afin de pouvoir émettre des hypothèses sur leur influence réelle, ou non, sur la malacofaune.

Pour finir, d'autres paramètres comme la végétation, l'âge du plan d'eau ou encore les sédiments se sont avérés être des paramètres non significatifs dans la répartition des mollusques dans notre étude. Cette non significativité pouvant être liée à la méthodologie utilisée, elle devra être confirmée par de nouvelles études plus poussées.

La discrimination des sites à partir de la malacofaune est difficile, il semblerait que plusieurs facteurs jouent simultanément et leur identification est difficile.

De nouvelles études seront nécessaires afin de mieux comprendre les effets des différents paramètres. De plus, des paramètres, comme l'ammoniac et le chlore, sont des éléments variant de façon significative entre les sites mais qui n'ont pas pu être mis en lien avec la malacofaune.

C'est donc un travail d'inventaire qui a été réalisé et qui permet de mettre en évidence quelques paramètres pour lesquels une influence sur la répartition des mollusques dulcicoles semble ressortir. Ces résultats sont à compléter par de nouvelles études afin d'affiner les hypothèses avancées, de comprendre les résultats qui n'ont pu être expliqués, tenter de trouver de nouveaux paramètres et de suivre l'évolution des espèces allochtones.

Bibliographie

Adam (W.), 1960. Faune de Belgique. Mollusques 1 – Mollusques terrestres et dulcicoles. Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles : 402 p.

Akopian (M.), Garnier (J.), Billen (G.), – Dynamique du peuplement de *Dreissena* dans la Marne : modélisation écologique. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 16 p.

Bilton (D.T.), Freeland (J.R.), Okamura (B.), 2001. Dispersal in freshwater invertebrates. *Annual review of ecology and systematics*. Vol. 32, 159-181.

Biotope, 2011. Document d'objectifs du site Natu-

ra 2000 fr1100798 « la Bassée », site d'intérêt communautaire, tome 1 : état initial.

Blandin (P.), 1986. Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bulletin d'écologie*, **17**, 215-307.

Boycott (A.E.), 1936. The habitats of fresh-water mollusca in Britain. *Journal of animal ecology*, **5**, 1, 116-186.

Brown (K.), 1982. Overlap and competition in pond snails: an experimental analysis. *Ecology*, **63** 2, 412-422.

Byers (J.E.), 2000. Competition between two estuarine snails: implications for invasions of exotic species. *Ecology*, **81**, 5, 1225-1239.

Carlsson (R.), 2001. Freshwater snail communities and lake classification. An exemple from the Aland Island, southwestern Finland. *Limnologica*, **31**, 129-138.

Cravero (G.), Lafitte (J.-J.), 2010. La généralisation des bandes enherbées le long des cours d'eau (article 52 du projet de loi Grenelle 2) : réflexion sur l'impact et la mise en oeuvre de cette disposition. Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer et ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche, 67 p.

Cucherat (X.), 2010. La malacofaune du marais départemental de Misery, communes de Vert-le-Petit et Écharcon (Essonne). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, **86**, 1, 2-13.

Cucherat (X.), 2003. Étude préliminaire à la mise au point d'une méthodologie de suivi des plans d'eau du bassin Artois-Picardie à l'aide des peuplements de mollusques aquatiques. Rapport de DESS. Douai, Agence de l'Eau Artois-Picardie, 56 p. + annexes.

Dalesman (S.), Braun (M.H.), Lukowiak (K.), 2010. Low environmental calcium blocks long-term memory formation in a freshwater pulmonate snail. *Neurobiology of learning and memory*. Article in press.

Dasnias (Ph.), 2000. Aménagement écologique des carrières en eau. Paris, Comité national de la charte professionnelle de l'industrie des granulats, 206 p.

DRIEE, 2010. La qualité des cours d'eau en Ile-de-France, les nouveaux critères d'évaluation au sens de la Directive Cadre sur l'Eau.

Falkner (G.), Ripken (T.E.J.), Falkner (M.), 2002. Mollusques continentaux de France. Liste de référence annotée et bibliographie. Paris, Patrimoines naturels, 52, 350 p.

Fishelson (L.), Bresler (V.), Manelis (R.), Zuk-Rimon (Z.), Dotan (A.), Hornung (H.), Yawetz (A.), 1999. Toxicological aspects associated with the ecology of *Donax trunculus* (Bivalvia, Mollusca) in a polluted environment. *The Science of the Total Environment*, **226**, 121-131.

Germain (L.), 1930. Mollusques terrestres et fluviatiles. Paris, Faune de France, 21, 477 p.

Germain (L.), 1931. Mollusques terrestres et fluviatiles. Paris, Faune de France, 22, 478-897 p.

Grisson (A.), 2011. Analyse de facteurs influençant la diversité écologique des carrières de la Bassée. Mémoire de Master de Biologie, Santé, Ecologie ; spécialité Ecologie et Biologie des Populations, facultés des Sciences Fondamentales et Appliquées (SFA), Poitiers, 50 p.

Gundacker (C.), 2006. Comparison of heavy metal bioaccumulation in freshwater molluscs of urban river habitats in Vienna. *Environmental pollution*, **110**, 61-71.

Harman (W.N.), 1972. Benthic substrats : their effect on fresh water mollusca. *Ecology*, **53**, 2, 271-277.

Hausser (J.), 2005. Mollusca identification. Fauna Helvetica, 10, Centre suisse de cartographie de la faune : 191 p.

Keith (P.), Guilbot (R.), Cochet (G.), 1998. Mollusques, crustacés, arachnides et autres petits invertébrés des eaux douces. Min. env., OPIE, SPN/MNHN, CSP, 48 p.

Killeen (I.), Aldridge (D.), Oliver (G.), 2004. Fresh-water bivalves of Britain and Ireland. Shropshire, FSC Publication, 115 p.

Laprun (M.), 2010. Proposition de protocoles de suivi scientifique standardisé de la biodiversité

en carrière : guide d'application du projet ROSE-LIERE Version 2. Association des Naturalistes de la Vallée du Loing et du massif de Fontainebleau, 55 p.

Laprun (M.), 2008. Mise en place d'un protocole de suivi standardisé des invertébrés aquatiques sur douze carrières alluvionnaires et premières idées d'interprétation. Mémoire de Master de Sciences de l'univers, environnement, écologie ; spécialité Ecologie, Biodiversité, Evolution, Université de Pierre et Marie Curie, Paris, 32 p.

Lewis (D.B.), 2001. Trade-offs between growth and survival : responses of freshwater snails to predacious crayfish. *Ecology*, **82**, 3, 758-765.

Minguez (L.), Molloy (D.P.), Guerold (F.), Giamberini (L.), 2011. Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) parasites : Potentially useful bioindicators of freshwater quality ? *Water research*, **45**, 665-673.

Mocq (J.), 2007. Biodiversité et valeur biologique des bassins autoroutiers : étude des macro-invertébrés benthiques des bassins de l'A11 (France). Rapport de stage de M2. Université d'Angers. 41 p.

Mouthon (J.), 1982. Les mollusques dulcicoles. *Bulletin français de pisciculture*, numéro spécial, 27 p.

Mouthon (J.), 1993. Un indice biologique lacustre basé sur l'examen des peuplements de mollusques. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **331**, 397-406.

Nepveu (C.), 2002. Les espèces animales et végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques - Fiches espèces animales. Agence de l'eau Artois Picardie, 23 p.

Oertli (B.), Auderset Joye (D.), Castella (E.), Juge (R.), Lachavanne (J-B.), 2000. Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Université de Genève, Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 340 p.

Pavoine (S.), Dufour (A.B.), 2010. Mesures de biodiversité. Fiche TD, Univ. Lyon 1.

Prie (V.), Philippe (L.), Cochet (G.), Rethorey (H.), Filali (R.), 2008. Une population majeure de la très rare Grande Mulette *Margaeitifera auricularia*

(Spergler, 1793) (*Bivalvia* : *Margaritiferidae*) dans le fleuve Charente (France). *MalaCo*, **5**, 231-240.

Rahel (F.J.), 2011. Homogenization of freshwater faunas. *Review of ecology and systematics*, **33**, 291-315.

Rousse (N.), Boulegue (J.), Cosson (R.P.), Fiala-Mediono (A.), 1998. Bioaccumulation des métaux chez le Mytilidae hydrothermal *Bathymodiolus* sp. de la ride médio-atlantique. Bioaccumulation of metals within the hydrothermal mytilidae *Bathymodiolus* sp. from the Mid-Atlantic Ridge. Paris, *Oceanologica acta*, **21**, 4, 597-607.

Scher (O.), 2005. Les bassins d'eau pluviale autoroutiers en région méditerranéenne : fonctionnement et biodiversité. Evaluation de l'impact de la pollution routière sur les communautés animales aquatiques. Mémoire de thèse. Université de Provence, Aix-Marseille I. 168 p.

Soubeyran (Y.), 2010. Gestion des espèces exotiques envahissantes. Guide pratique et stratégiques pour les collectivités françaises d'outre-mer. Comité français de l'UICN, 66 p.

Tachet (H.), Richoux (P.), Bournaud (M.), Usseglio-Polatera (P.), 2002. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. Paris, CNRS édition, 587 p.

Viette (P.), Parisot (Chr.), 2001. Liste des noms de mollusques terrestres et aquatiques cités pour le massif de Fontainebleau et ses environ. *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, **77**, 2, 63-90.

Vinot (I.), Pihan (J.C.), 2005. Circulation of copper in the biotic compartments of a freshwater dammed reservoir. *Environmental pollution*, **133**, 169-182.

Résumé

La malacologie en France est une discipline très peu étudiée. La nécessité d'un inventaire de cette faune est devenue criante face à l'arrivée ces dernières années d'une faune allochtone. L'Association des Naturalistes de la Vallée du Loing et du massif de Fontainebleau, a instauré un programme ROSELIERE afin de suivre la faune et la flore des carrières de la Bassée. A l'aide de ce programme, un inventaire de la malacofaune sera réalisé jusqu'à l'espèce sur les sites suivis. Cet in-

ventaire de la malacofaune sera ensuite mis en relation avec les paramètres physico-écologiques de chaque site. Cette analyse permettra de mettre à jour l'existence, ou non, de liens entre les mollusques et des paramètres physico-chimiques et écologiques comme le type de végétation, la connexion à un cours d'eau ou encore la conductivité. Un travail bibliographique visant à mieux caractériser cet embranchement mal connu et tout particulièrement à connaître l'état actuel de cette faune en Ile-de-France sera effectué. C'est donc une étude complète sur la malacofaune qui est entreprise avec ces travaux. Plusieurs résultats se montreront pertinents, il apparaîtra également la nécessité de continuer les travaux sur ce groupe.

Mots-clés

Bassée, ANVL, mollusques, paramètres physico-écologiques, allochtones.

Summary

Malacology in France is a subject little studied. The need for an inventory of this fauna has become necessary because the arrival in recent years of non-native fauna. L'Association des Naturalistes de la Vallée du Loing et du Massif Fontainebleau, introduced a program, ROSELIERE, to monitor the wildlife in the quarries of Bassée. Using this program, an inventory of the malacofaune will be made until species on the sites. This inventory will then be related to the physical, chemical and ecological parameters of each site. This analysis will indicate the existence, or not, of relationships between parameters such as molluscs and vegetation type, the connection to a stream or conductivity. Literature study will help characterize this poorly understood phylum and especially the current status of this fauna in the Ile-de-France will be made. With this work, a comprehensive study on the malacofaune has begun. Several results will show themselves relevant, it will also appear the necessity to continue the works on this group.

Key-words

Bassée, ANVL, molluscs, physico-ecological, allochthon.



A gauche, en haut : *Physa acuta* ; à gauche, en bas : *Potamopyrgus antipodarum* ; ci-dessous : *Bithynia tentaculata* (H. Taphile).



Annexe 1 : Principaux habitats des bivalves d'eau douce(document issu des travaux de Killeen *et al.*)

	Zone amont des cours d'eau	Petits lacs & lacs de montagne	Lacs de plaine & réservoirs	Etangs	Marécages	Canaux de marais	Fossés et petits ruisseaux	Ruisseaux & petites rivières	Cours d'eau lents et larges de plaine	Canaux
<i>Margaritifera margaritifera</i>										
<i>Unio pictorum</i>										
<i>Unio tumidus</i>										
<i>Anodonta anatina</i>										
<i>Anadonta cygnea</i>										
<i>Pseudoanodonta complanata</i>										
<i>Dreissena polymorpha</i>										
<i>Corbicula fluminea</i>										
<i>Sphaerium comeum</i>										
<i>Sphaerium nucleus</i>										
<i>Sphaerium rivicola</i>										
<i>Sphaerium solidum</i>										
<i>Musculium lacustre</i>										
<i>Musculium transversum</i>										
<i>Pisidium amnicum</i>										
<i>Pisidium casertanum</i>										
<i>Pisidium conventus</i>										
<i>Pisidium henslowamun</i>										
<i>Pisidium hibernicum</i>										
<i>Pisidium liljeborgii</i>										
<i>Pisidium milium</i>										
<i>Pisidium moitessierianum</i>										
<i>Pisidium nitidum</i>										
<i>Pisidium obtusale</i>										
<i>Pisidium personatum</i>										
<i>Pisidium pseudophaerium</i>										
<i>Pisidium pulchellum</i>										
<i>Pisidium subtruncatum</i>										
<i>Pisidium supinum</i>										
<i>Pisidium tenuilineatum</i>										

Légende : en rouge, espèce fortement associée à l'habitat ; en orange, espèce parfois associée à l'habitat.

Annexe 2 : Liste des espèces en Ile-de-France

	Espèces	Lieux	Dates	Observateurs	Références
Gastéropodes	<i>Viviparus viviparus</i>	Loing aux environs de Nemours	III-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et Bagneaux	1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Ile de Samois-sur-Seine (sous forme de coquille vide)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Viviparus contectus</i>	Seine en région de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Bagneaux (coquilles vides)	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Moulin de Doyer (état subfossile)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
	<i>Bithynia tentaculata</i>	Mares de la forêt de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Etang de Courbuisson - forêt de Fontainebleau (dans des tubes de Phryganes)	VI-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Moulin de Doyer, proximité de Nemours (état subfossile)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Canal de Palais de Fontainebleau	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Paludetrina stagnalis</i>	Ruisseaux près du Loing à proximité de Nemours	IV-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Valvata piscinalis</i>	Mares de la forêt de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Moulin de Doyer (état subfossile)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Viette et al., 2001
	<i>Valvata cristata</i>	Mares de la forêt de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Cucherat, 2011
		Etang de Courbuisson (incorporé dans des tubes de Phryganes)	VI-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Viette et al., 2001
	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	Seine longeant Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Cucherat, 2011
		Loing au vieux moulin de Bagneaux	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Canal du Palais de Fontainebleau	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Bythinella viridis</i>	Massif Fontainebleau	1976	Doignon P.	Viette et al., 2001
	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Physa fontinalis</i>	Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Physella acuta</i>	Vivant à Fontainebleau	1815	Brard	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Aplexa hypnorum</i>	Massif de Fontainebleau	1976	Doignon	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Radix auricularia</i>	Bassin du parc du château de Fontainebleau, près de la grille Adam Salomon	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours (coquilles vides)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001

Gastéropodes		Moulin de Doyer près de Nemours (état de subfossile)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Etang de Villefermoy (près de Valence-en-Brie)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Le Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer, près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Radix balthica</i>	Bassin du parc du château de Fontainebleau, près de la grille Adam Salomon	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Lunain à Lorrez-le-Bocage dans un lavoir	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Forêt de Fontainebleau	1815	Brard	Viette et al., 2001
		Chute du canal du parc de Fontainebleau (en quantité)	VII-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Le Loing aux environs de Nemours (coquilles vides)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Bassin du parc du château de Fontainebleau, près de la grille Adam Salomon (<i>Radix limosa</i> var. <i>ampla</i> Hartmann et <i>Radix limosa</i> var. <i>vulgaris</i> Pfeiff)	VI-VII-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Ruisseaux sur les coteaux d'Episy	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Chute du canal du parc de Fontainebleau	VII-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Etang de Villefermoy (et <i>Radix limosa</i> var. <i>vulgaris</i> Pfeiff)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours (coquilles vides)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Lymnaea stagnalis</i>	Bassin du parc du château de Fontainebleau, près de la grille Adam Salomon	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mare aux Féés, forêt de Fontainebleau (f. <i>variegata</i> Hazay ; f. <i>turgida</i> Menke)	VII-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours (et f. <i>variegata</i> Hazay)	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Moulin de Doyer, près de Nemours (état de subfossile ; f. <i>locardi</i> Coutagne)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Mare du Parc aux Bœufs (en forêt de Fontainebleau) (f. <i>locardi</i> Coutagne)	X-1954	Naturalistes Parisiens	Viette et al., 2001
		Etang de Villefermoy (près de Valence-en-Brie)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mare aux Féés (forêt de Fontainebleau)	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Etang de Villeron (Sud Episy)	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Fossé de drainage du gouffre de Larchant	III-1963	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer, près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Stagnicola palustris</i>	Bassin du parc du château de Fontainebleau, près de la grille Adam Salomon	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais voisins du vieux moulin de Bagneaux, à Nemours (coquilles vides)	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1955	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Etang de Villefermoy (près de Valence-en-Brie)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Canal d'un moulin désaffecté près de l'étang de Villeron	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Fossé de drainage du gouffre de Larchant	III-1963	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Stagnicola fuscus</i>	Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Omphiscola glabra</i>	Mare aux Féés (forêt de Fontainebleau) (exemplaire unique ; possible confusion de l'auteur avec juvénile de <i>Lymnaea stagnalis</i> f. <i>variegata</i>)	VII-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours (possible confusion de l'auteur avec juvénile de <i>Lymnaea stagnalis</i> f. <i>variegata</i>)	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mare de l'Occident (forêt de Fontainebleau)	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mare du Gros Fouteau (forêt de Fontainebleau)	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mares aux Ligueurs (forêt de Fontainebleau)	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mare à Piat	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Etang et mares temp. du bois des Rochettes (dans la végétation ; parcelle 814)	VII-1998	Brusseau G.	Viette et al., 2001
	<i>Galba truncatula</i>	Le Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing (Fontainebleau ?)	II-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Etang de Villefermoy (près de Valence-en-Brie)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mare du Gros Fouteau (forêt de Fontainebleau)	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001

Gastéropodes		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Myxas glutinosa</i>	Massif de Fontainebleau	1976	Doignon	Viette et al., 2001
	<i>Planorbis cornuus</i>	Mares de la forêt de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Bagneaux, dans le Loing, aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Greze-sur-Loing	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Roncevaux à Malesherbes, dans un lavoir sur un ru affluent de l'Essonne	V-1959	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Fossé de drainage du gouffre de Larchant	III-1963	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Planorbis planorbis</i>	Mares de la forêt de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Bagneaux, dans le Loing, aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Moulin de Doyer, près de Nemours (état de subfossiles)	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Mare aux Fées	VII-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Planorbis carinatus</i>	Mares de la forêt de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing, aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Canal d'un moulin désaffecté près de l'étang de Villeron	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Anisus vortex</i>	Loing, aux environs de Nemours dans le sédiment	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Chute du canal du Palais de Fontainebleau	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Anisus leucostoma</i>	Loing, aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Gyraulus albus</i>	Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
		Mares de la forêt de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Gyraulus crista</i>	Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
		Mares de la forêt de Fontainebleau	III-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Hippeutis complanatus</i>	Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
		Étang de Courbuisson, forêt de Fontainebleau (dans des tubes de Phryganes)	I-VI-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Étang de Courbuisson, forêt de Fontainebleau (dans des tubes de Phryganes)	III-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mare du Parc aux Bœufs en forêt de Fontainebleau	X-1954	Naturalistes Parisiens	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Bathymorphus contortus</i>	Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
		Bords du Loing (coquilles vides et décortorés)	II-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Bagneaux, dans le Loing, à proximité de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Un bassin, sources sur les coteaux d'Épisy	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Segmentina nitida</i>	Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
		Mare de l'Occident (forêt de Fontainebleau)	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Menetus dilatatus</i>	Mare du Gros Fouteau	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	V/VI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011

Gastéropodes	<i>Ancylus fluviatilis</i>	Bassin près de la chute du Grand Canal du Palais de Fontainebleau	III-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours, dans les sédiments	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Moulin de Doyer, près de Nemours à l'état de subfossile	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Ruisseau sur les coteaux d'Episy	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Chute du Grand Canal du Palais de Fontainebleau	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Ferussia fragilis</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Acroloxus lacustris</i>	Fontainebleau ?	V-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Etang de Courbuisson, Fontainebleau, incorporé dans des tubes de Phryganes	VI-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Mare du Parc aux Bœufs en forêt de Fontainebleau	X-1954	Naturaliste Parisiens	Viette et al., 2001
		Mare du Gros Fouteau, forêt de Fontainebleau	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
Bivalves	<i>Pseudunio auricularius</i>	Massif de Fontainebleau	1976	Doignon	Viette et al., 2001
	<i>Psilunio littoralis</i>	Seine (Fontainebleau ?) (coquilles vides)	VI/VII-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Unio crassus namus</i>	Seine dans la région de Fontainebleau	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Bagneaux, près de Nemours, nombreuses coquilles jusque sur le sentier	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Dans le Loing	VI/VII-1954	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et Bagneaux (coquilles vides)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer, près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Seine dans la région de Fontainebleau	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Unio pictorum</i>	Vieux moulin de Bagneaux, près de Nemours, nombreuses coquilles	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et Bagneaux (coquilles vides)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Ile de Samois-sur-Seine, sur les rives de la Seine (coquilles vides)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer, près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Seine dans la région de Fontainebleau	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Unio tumidus</i>	Bords de Seine (coquilles abimées)	1953	Laboratoire de malacologie du Muséum	Viette et al., 2001
	<i>Unio consentaneus</i>	Canal de Fontainebleau (lors de curage)	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Anodonta cygnea</i>	Etang de Villefermoy (et sous la f. <i>arenaria</i> Schröt)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Etang de Villeron	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing à Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Anodonta anatina</i>	Loing à Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Etang de Villefermoy (près de Valence-en-Brie)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et Bagneaux (coquilles vides)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer, près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
		Massif de Fontainebleau	1976	Doignon	Viette et al., 2001
	<i>Pseudanodonta complanata</i>	Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Sphaerium rivicola</i>	Vieux moulin de Doyer, près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mares de la forêt de Fontainebleau	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Sphaerium comeum</i>	Etang de Courbuisson, forêt de Fontainebleau (dans des tubes de Phryganes)	VI-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux (coquilles vides)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Mare du Parc aux Bœufs (forêt de Fontainebleau)	V-1956	Quideau Y.	Viette et al., 2001

Bivalves		Mare du Gros Fouteau (forêt de Fontainebleau)	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer, près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Sphaerium ovale</i>	Massif de Fontainebleau	1976	Doignon P.	Viette et al., 2001
	<i>Pisidium casertanum</i>	Loing au vieux moulin de Bagneaux	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Pisidium amnicum</i>	Loing au vieux moulin de Bagneaux	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Etang de Courbuisson, forêt de Fontainebleau (dans des tubes de Phryganes)	VI-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Orvanne à l'entrée de Villecerf	V-1957	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Pisidium supinum</i>	Massif de Fontainebleau	1976	Doignon P.	Viette et al., 2001
	<i>Pisidium henslowianum</i>	Massif de Fontainebleau	1976	Doignon P.	Viette et al., 2001
		Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Pisidium globulare</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Pisidium milium</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Pisidium nitidum</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Pisidium obtusale</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Pisidium personatum</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Pisidium subtruncatum subtruncatum</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Pisidium tenuilineatum</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Musculium lacustre</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
	<i>Corbicula fluminea</i>	Marais de Misery	VVI-2009	Cucherat X.	Cucherat, 2011
		Seine région de Fontainebleau	IV-1952	Quideau Y.	Viette et al., 2001
	<i>Dreissena polymorpha</i>	Loing aux environs de Nemours	V-1953	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours	IV-1954	Quideau Y., Doignon P., Vivien J., Froment H.	Viette et al., 2001
		Loing aux environs de Nemours et de Bagneaux (coquilles vides)	IV-1955	Quideau Y.	Viette et al., 2001
		Vieux moulin de Doyer, près de Nemours	VI-1966	Quideau Y.	Viette et al., 2001

Remerciements

Je souhaite remercier Marion Laprun, chargée d'étude à l'ANVL, pour la réalisation de ce stage, ainsi que pour ses précieux conseils et son soutien. Je remercie Aurélie Grison, stagiaire à l'ANVL, pour son aide, ses avis sur différentes parties du rapport et le partage d'une partie de ses résultats. Je tiens également à remercier Xavier Cucherat et Sylvain Vrignaud pour leur aide dans ma recherche bibliographique, ainsi que pour le début de mes déterminations. Que Jérôme Hanol et Sylvain Mahuzier, et plus généralement les membres de l'ANVL, soient remerciés pour leur accueil et leur sympathie.

D'autre part, je remercie le personnel de la station d'Écologie forestière de l'université Paris 7 pour son accueil. Pour finir, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans la rédaction de ce rapport, notamment pour les relectures.



Corbicula fluminea (H. Tiphile).

40 bis, rue de Bagneaux
77140 Saint-Pierre-les-Nemours
hugues.tiphile@gmail.com

ORNITHOLOGIE

OBSERVATION D'UNE FAUVETTE DES BALKANS (*SYLVIA CANTILLANS ALBISTRIATA*) EN MAI 2012 DANS LA PLAINE DE CHANFROY

Par Sylvain VINCENT

Circonstances

Ce lundi 7 mai 2012, le temps est idéal en Ile-de-France pour observer les multiples espèces nicheuses ou en migration. Une Pie-grièche à tête rousse, *Lanius excubitor*, observée les deux jours précédents dans la plaine de Chanfroy (77) a attiré



1. Fauvette passerinette *Sylvia cantillans*, mâle de la sous-espèce *albistriata*, Plaine de Chanfroy, mai 2012 (P. Foin). Noter la moustache blanche épaisse, le dessus de la tête d'un gris plomb soutenu, la gorge rouge brique intense qui contraste fortement avec le ventre.

mon intérêt, l'espèce n'étant pas d'occurrence fréquente dans notre région. Arrivé dans la matinée, après une bonne heure de recherche vaine sur la parcelle centrale de la plaine, je m'éloigne un peu de cette zone en remontant le chemin qui coupe en deux la parcelle 82 puis emprunte le chemin de la plaine de Chanfroy-route de Milly vers l'est. De nombreux passereaux chantent dont une Fauvette des jardins, *Sylvia borin*, et une Hypolaïs polyglotte, *Hippolais polyglotta*, toutes deux particulièrement en voix. Une fauvette de petite taille surgit alors à la cime d'un conifère et se met immédiatement à émettre un chant très rapide évoquant les fauvettes méditerranéennes. Avant de porter les jumelles à mes yeux, je pense à la Fauvette pitchou, *Sylvia undata*, espèce encore très récemment présente dans la plaine de Chanfroy mais pas contactée cette année et surtout plus habituée à la lande à callune située dans un autre secteur de la plaine. Cependant, le chant et la morphologie de l'oiseau ne correspondent pas. L'oiseau, dans les jumelles, est reconnaissable immédiatement, il s'agit d'un mâle de Fauvette passerinette, *Sylvia cantillans*. Toutefois, quelque chose m'intrigue. Certes, je ne suis pas très familier de l'espèce : je ne vais pas souvent dans les régions du sud de la France où elle est commune et c'est la première fois que je la contacte en Ile-de-France, néanmoins, le plumage de cet oiseau me semble particulier. En effet, son ventre est très pâle et il contraste fortement avec la gorge rouge brique. Sa moustache blanche est très marquée. Je me remémore alors les critères de la sous-espèce *subalpina* (ex *moltonii*) vue en Corse, en particulier ceux du mâle qui possède un plumage globalement plus pâle que la sous-espèce type *cantillans*. Mais, cette gorge rouge brique contrastante ne colle pas.

Immédiatement, je préviens d'autres ornithos (J. Bottinelli, T. Bitsch, L. Albesa, J. Birard et P. Rivalin) qui en ce beau jour de mai prospectent le massif de Fontainebleau. Ils arrivent rapidement et nous nous mettons à rechercher l'oiseau qui avait depuis peu disparu dans un buisson. Au bout de

quelques minutes, il réapparaît et reste ensuite cantonné à l'intérieur d'un gros buisson épineux. Nous pouvons à de multiples reprises l'observer et tenter de le prendre en photo lorsqu'il monte et se perche à découvert. Lorsqu'il n'est pas visible, nous le repérons dans le buisson car il chante et crie assez souvent. Nous interrogeant sur la sous-espèce, nous nous efforçons de distinguer le cri typique de la *subalpina/moltonii* « un cri doux de Troglodyte mignon » sans succès. Nous ne distinguons donc rien de particulier dans le chant et les cris de cet oiseau, et concluons à une variante du plumage de la sous-espèce type. Cet oiseau sera revu dans l'après-midi mais pas les jours suivants.

C'est quelques jours plus tard en relisant l'article de Duquet & Flitti (2007) que Julien Bottinelli interpelle les observateurs de cet oiseau en évoquant la possibilité d'une Fauvette passerinette de la sous-espèce orientale *albistriata* récemment nommée « Fauvette des Balkans ». Effectivement, les critères décrits dans cet article semblent correspondre parfaitement à l'oiseau observé en plaine de Chanfroy. Sur la base des clichés effectués, d'autres ornithologues confirmèrent l'identification (Ph.-J. Dubois, P. Le Maréchal, F. Legendre, comm. pers.).

Description

Aspect général. Petite fauvette de taille inférieure aux passereaux locaux (Fauvette à tête noire, Grisette et des jardins, Hypolaïs polyglotte), cependant plus trapue qu'une Fauvette pitchou à ailes plus longues et queue relativement plus courte. De couleur dominante grise, le point frappant est la gorge rouge brique, soulignée d'une large moustache blanche.

Parties supérieures. Tête gris plomb uniforme, les lores n'étant pas particulièrement plus sombres que le reste, cercle orbitaire rouge vif, nette et large moustache blanche démarrant de la base du bec dépassant l'œil et allant jusqu'à la gorge. La couleur de la tête gris plomb s'étend sans contraste sur le manteau et le dos. Les ailes sont brun-gris, seul indice permettant de penser qu'il s'agissait d'un mâle de deuxième année calendaire, l'alula noire à bordure pâle. La queue moins gris plomb que la tête et le dos présente des rectrices externes à bords blancs.

Parties inférieures. La gorge est d'un rouge brique très marqué et limité au haut de la poitrine. Cette zone ressort parfaitement par rapport à la poitrine



2. Fauvette passerinette *Sylvia cantillans*, mâle de la sous-espèce *albistriata*, Plaine de Chanfroy, mai 2012 (E. Nianane).

et aux flancs qui sont d'un blanc rosé ou orangé très diffus. La couleur s'estompe et devient blanc sale sur le ventre.

Parties nues. Bec court, fin, gris sur la mandibule supérieure et chair à la base de la mandibule inférieure, avec la pointe gris plus sombre. Iris brun. Pattes chair-orangéâtre.

Comportement. L'oiseau est vif, lorsqu'il se déplace en vol à découvert. Ses déplacements ne sont cependant pas très rapides dans les buissons, il met parfois de longues minutes à monter dans les branches et peut rester immobile de longues secondes. D'autre part, une photo montre l'oiseau avec des filaments de cocon d'araignée dans le bec.



3. Fauvette passerinette *Sylvia cantillans* mâle de la sous-espèce *cantillans*, Ile de Sein, mai 2012 (T. Quélenec).

J'ai pu l'observer plusieurs fois avec ces filaments dans le bec, mais pour quel usage ? Peut-être tentait-il de construire un nid au cœur du buisson ? Le fait qu'il ne soit pas contacté le lendemain ne plaide cependant pas pour ce type d'hypothèse, peut-être s'alimentait-il ?

Caractéristiques de la ssp. *albistriata*

Distribution. Nicheuse de l'Afrique du Nord et de l'Espagne jusqu'à la Grèce et l'ouest de la Turquie, la Fauvette passerinette est actuellement divisée en 4 sous-espèces. *Albistriata* est la plus orientale, présente de Trieste en Italie et de la Slovénie à la Grèce et la Turquie.

Phénotype. Correspond à la description ci-dessus. **Cris.** La Fauvette des Balkans a un cri de contact différent de la ssp. type *cantillans* : au lieu d'être un « tac » sec, fin et pur, c'est un « trac » un peu impur, intermédiaire entre le « tac » de la ssp. type *cantillans* et le « trak » du Tarier pâtre. Le cri est donc assez différent et peut donc être considéré avec un peu d'habitude comme diagnostique car *cantillans* ne l'utilise pas, tout comme *albistriata* n'utilise pas non plus le cri de la *cantillans* (P-A Crochet, comm. pers.).

Historique et tendance. Les différentes sous-espèces de Fauvette passerinette ayant longtemps été ignorées des ornithologues de terrain, la connaissance du statut d'*albistriata* est récente : cette sous-espèce est probablement d'apparition annuelle en petit nombre au printemps, et il est envisageable qu'elle niche dans l'extrême sud-est du pays, à proximité des nicheurs italiens.

Observation simultanée en France d'une Fauvette passerinette hors zone de reproduction

En Bretagne, sur l'île de Sein, à la même date, week-end du 8 mai, une Fauvette passerinette a été observée plusieurs minutes dans un tamaris puis dans de la végétation basse. D'abord identifiée *albistriata*, car elle aussi apparaissait assez contrastée, elle s'est avérée cependant de la sous-espèce type. La comparaison avec l'oiseau de la plaine de Chanfroy est intéressante et montre que l'identification, particulièrement sur la base unique de photos, peut s'avérer parfois délicate : la moustache est moins large et moins longue, la teinte de la gorge moins brique, la tête et le dos moins gris plomb, les démarcations - gorge/poitrine puis





4. Fauvette passerinette *Sylvia cantillans*, mâle de la sous-espèce *albistriata*, camp de Frileuse, Beynes (78), mai 2008 (G. Grolleau).

flancs/ventre – plus floues (moins contrastées), le ventre moins pâle et davantage marqué d'orange.

Autres observations en Ile-de-France

Il n'existait auparavant que deux précédentes mentions de l'espèce assez récentes et concernant au moins pour l'une d'elles la même sous-espèce : - 1 mâle au camp de Frileuse, Beynes (78), le 7 mai 2008 : capturé lors d'une séance de STOC-capture. Le milieu est un secteur calcaire en plateau, substrat dur avec peu de terre, très sec, avec une végétation évoluant très lentement : troènes, prunus, aubépines, églantiers, ronces, graminées, quelques orchidées. Cela donne un milieu de type buissonnant avec des chemins utilisés par les militaires pour des exercices. Ce milieu ressemble fortement à celui de la plaine de Chanfroy. La longueur d'aile mesurée, 63 mm, bien que longue ne permet cependant pas de discriminer la sous-espèce (53-64 *cantillans*, 57-63 *moltonii*, 56-67 *albistriata*). On peut noter la remarquable coïncidence des dates. - 1 mâle en plaine de Chanfroy, exactement au même endroit du site, 2 ans auparavant, le 24 mai 2010, dans des conditions donc similaires. J'avais d'ailleurs essayé de la recontacter mais, comme l'oiseau observé en 2012, celui-ci n'avait été contacté qu'une seule journée. Bien que probable, la sous-espèce *albistriata* n'est pas confirmée. Cependant un des observateurs semble reconnaître dans celui de 2012 un plumage similaire à celui

qu'il avait observé en 2010. Le mois de mai se confirme pour l'apparition de ce taxon en Ile-de-France.

Conclusion

Aucun des observateurs ne connaissant les critères de cris de la sous-espèce *albistriata*, ils n'ont pu être relevés sur place. De même, ne disposant pas de matériel adéquat, il n'a pu être effectué d'enregistrement de cet oiseau pourtant loquace. Il est certain que, lors de la prochaine observation de cette sous-espèce en Ile-de-France, cette caractéristique diagnostique fera sans aucun doute

l'objet de toute l'attention des observateurs.

Remerciements

Je tiens à remercier Julien Bottinelli, Thomas Bitsch, Louis Albesa, Julien Birard et Pierre Rivalin pour leur participation sur le terrain, les photographes Patrice Foin et Éric Nianane, Pierre le Maréchal tout particulièrement pour la fiche de la Fauvette passerinette dans le nouvel *Oiseaux d'Ile-de-France*, ainsi que sa participation tout comme Philippe-Jacques Dubois à la confirmation de l'identification subsppécifique, Gérard Grolleau et Thierry Quélenec pour les informations et les photos concernant leurs observations respectives de Fauvette passerinette et enfin François Bouzendorf et Laurent Spanneut pour leur relecture éclairée de l'article.

Bibliographie

Dubois (Ph.-J.), Le Maréchal (P.), Oliosio (G.), Yésou (P.), 2008. Nouvel inventaire des Oiseaux de France. Delachaux & Niestlé, 560 p.

Duquet (M.) & Flitti (A.), 2007. Éléments d'identification de la Fauvette passerinette orientale *Sylvia cantillans albistriata*. *Ornithos*, 14-3 : 164-171.

Laloi (D.), Le Maréchal (P.), Lesaffre (G.), 2013. Les Oiseaux d'Ile-de-France. L'avifaune de Paris et de sa région. Delachaux & Niestlé, 480 p.

166, rue Gambetta
92150 Suresnes
sylvain.vincent1@gmail.com

BOTANIQUE

PLANTES RARES OU PEU COMMUNES OBSERVÉES DANS LE MASSIF DE FONTAINEBLEAU ET SES ENVIRONS PENDANT L'ANNÉE 2011

Par Michel ARLUISON

Une grande partie des observations botaniques rapportées ici ont été faites lors de sorties d'exploration individuelles ou avec le groupe botanique de l'ANVL, d'excursions botaniques de l'ANVL, souvent associées aux Naturalistes Parisiens, ou du groupe botanique du Gâtinais dirigé par Alain Fontaine. Les inventaires dont nous livrons des extraits ont été réalisés dans le but d'actualiser nos connaissances sur les Zones naturelles d'Intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) du sud Seine-et-Marne et de proposer d'autres sites au CSRPN d'Ile-de-France.

Indices de rareté d'après le Catalogue de la flore vasculaire d'Ile-de-France 2011 (publication du Conservatoire botanique national du Bassin parisien)

d.ZNIEFF = plante déterminante ZNIEFF. Sans précision = taxon déterminant dans tous les cas (Z1) ; Z2 = taxon déterminant avec restriction géographique ; Z3 = taxon de milieux anthropiques (cultures, carrières, friches).

PR = plante protégée régionalement ; PN1 = plante protégée à l'échelon national.

Entre parenthèses, la cotation UICN pour l'Ile-de-France (CR = espèce en danger critique d'extinction, EN = en danger d'extinction, VU = vulnérable, NT = quasi menacée, LC = préoccupation mineure, DD = données insuffisantes, NA = non applicable, pour des espèces non indigènes, subspontanées, introduites ou accidentelles).

- **Visite du groupe botanique ANVL à l'Ermitage de Franchard le 1^{er} avril (+ complément du 6/5/11).** Aux environs du Pylone (p. 756) : *Scutellaria columnae* All., une Lamiacée naturalisée non revue récemment (NRR, NA) en début de floraison le 6 mai 2011. A l'angle nord-ouest de la parcelle 762 : *Viola rupestris* x *riviniiana* fleurie (forme des stipules proches de *V. riviniiana*).

Route de l'Ermitage (p. 757) : *Teesdalia nudicaulis*

(L.) R. Br. fleuri (RR, LC). Au bord de la même route, sur du sable piétiné, *Ranunculus paludosus* Poir. [RR, d.ZNIEFF (VU)] en compagnie d'*Aphanes australis* Rydb. (= *A. microcarpa* auct.), (R, LC). A l'extrémité sud de la Route Le Féron (parcelle 757), dans une écorchure de la Lande sèche à Ericacées, sur sables siliceux mobiles : *Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv., *Logfia minima* (Sm.) Dumort., *Mibora minima* (L.) Desv. et *Tuberaria guttata* (L.) Fourr. (quatre espèces RR, LC) en compagnie d'*Halimium umbellatum* (L.) Spach [RRR ; PR, d. ZNIEFF (VU)], en boutons et déjà vu l'année précédente.

- **Excursion botanique (essentiellement bryologique) ANVL/Naturalistes Parisiens du 3 avril le long de la Seine, de la Queue de Fontaine à Samois-Petit-Barbeau (Promenade de Samois-GR 2).** Dans le hameau de la Queue de Fontaine, nous découvrons au ras de l'eau une mousse de la famille des Fissidentacées, *Octodiceras fontanum* (Bach. Pyl.) Lindb. sur un mur de soutènement de la rive de la Seine. En entrant dans la forêt domaniale (parcelle 303), présence de nombreuses rosettes de Cardère poilue, *Dipsacus pilosus* L. (R, LC) au bord du chemin. De vieux sujets de Pommier sauvage (*Malus sylvestris* Mill. ssp. *sylvestris*) ont probablement été plantés à plusieurs endroits au bord de la promenade (leurs fleurs ont été observées en détail le jour de l'excursion). Au retour, la Renoncule à feuilles de cerfeuil, *Ranunculus paludosus* Poir. [RR, d. ZNIEFF, (VU)] est observée au bord de la route de la Pépinière (parcelle 312).

- **Le 8 avril, le groupe botanique ANVL effectue une visite matinale de la plaine de La Solle (parcelle 246).** Sur le parking de l'hippodrome, nous observons bon nombre de plantes printanières fleuries, dont quelques espèces intéressantes ou rares : *Armeria arenaria* (Pers.) Schult. (= *A. plantaginea* Willd.) (R, LC), *Carex ericetorum* Pollich [RRR, d.ZNIEFF (EN)], *Mibora minima*

(L.) Desv. (RR, LC), *Scleranthus perennis* L. fleurie [RRR, d.ZNIEFF (VU)] et *Veronica verna* L. en boutons (RRR, VU). En continuant sur le chemin vers le Cabaret Masson au nord, nous traversons d'abord un fragment de Lande sèche en cours de boisement où nous observons *Jasione montana* L. (RR, LC), *Viola rupestris* F.W. Schmidt fleurie [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)] et une mousse peu fréquente : *Dicranum polysetum* Sw. (= *D. undulatum* Schrad. Ex Brid.) (AR) repérée antérieurement par Jean Giraud. Plus loin, alors que j'avais connu cette zone dénudée et extrêmement riche en annuelles dans les années 1970, les pins sylvestres ont quasiment tout envahi. Les vestiges de petites pelouses sableuses faiblement calcaires bordant le chemin nous montrent encore de belles populations de *Veronica verna* L. fleuries (parfois relativement hautes !). Un peu plus loin vers le nord, la présence de rares pieds de *Silene otites* (L.) Wibel [RR, d.ZNIEFF (VU)] est tout ce qui reste d'un Sileno-Koelerietum agonisant. Après la traversée de pelouses absolument piétinées, que j'ai connues très riches là aussi, nous parvenons à un reste de Lande sèche à Ericacées qui abrite encore quelques pieds d'*Armeria arenaria* (Pers.) Schult. (RR, LC), une Plombaginacée déjà vue précédemment en compagnie d'espèces plus banales.

- **L'après-midi du 8 avril, le groupe botanique ANVL rend visite à la platière de Belle-Croix.** Dans les pelouses sablo-calcaires à l'entrée de la Route de Luxembourg, Daniel Jacquot nous montre *Carex praecox* Schreb. (anciennement *C. schreberi* Schrank) fleuri [RRR, d.ZNIEFF (EN)], à côté de *Carex caryophylla* Latourr. (anciennement *C. praecox* Jacq. !), beaucoup plus commun et fleuri lui aussi. Un peu plus loin vers l'ouest, les interstices des pavés gréseux abritent de minuscules pieds de *Crassula tillea* Lest.-Garl. (RR, NT) en compagnie d'*Aphanes australis* Rydb. (= *A. microcarpa* (Boiss. & Reut.) Rothm.) (R, LC). Sur la platière gréseuse, le fond sableux-tourbeux d'une mare temporaire encore humide nous permet d'observer la très rare *Ranunculus nodiflorus* L. [RRR, PN, d.ZNIEFF (EN)] à côté de *Ranunculus paludosus* Poir. [RR, d.ZNIEFF (VU)] et de *Ranunculus sardous* Crantz (AR, LC). Une autre mare temporaire voisine nous livre en plus *Illecebrum verticillatum* L. [RR, PR, d.ZNIEFF], la Céraiste dressée, *Moenchia erecta* (L.) G. Gaernt., B. Mey. & Scherb. [RRR, d.ZNIEFF

(EN)] et *Montia fontana* L. [RRR, d.ZNIEFF (EN)]. Ces mares accueillent aussi de belles populations de bryophytes avec, entre autres *Riccia warnstorffii* Limpr. in Warnst. (d.ZNIEFF) et *Bryum alpinum* Huds. ex Width. (d.ZNIEFF) et *Warnstorfia exannulata* (Schimp.) Loeske (= *Drepanocladus exannulatus* (Schimp.) Warnst.).

- **Inventaires du groupe botanique ANVL aux champs captants de Villeron en avril, mai et juillet 2011.** Ce domaine clos appartenant à la ville de Paris apparaît comme la continuité du marais d'Épisy (marais alcalin des Gloseaux) et présente, de ce fait, une flore assez semblable mais mieux conservée et plus riche. Quelques espèces rarissimes ont été reconnues au printemps, que nous ne citerons du fait de la confidentialité de nos observations. Dans les prairies humides bordant le Lunain, se développaient un certain nombre d'espèces remarquables telles que : *Carex distans* L., fleuri/fructifié début juillet 2011 [RR, d.ZNIEFF (VU)], *Carex flava* L. fleuri à la même époque (RRR, EN), *Carex panicea* L. fructifié début juillet (R, LC), *Crepis biennis* L. en fleur et fruits début juillet (RR? DD), *Juncus subnodulosus* Schrank (= *J. obtusiflorus* Ehrh.) fleuri début juillet (R, LC), *Oenanthe lachenalii* C.C. Gmel., fleuri à la même époque [RRR, d.ZNIEFF (VU)], *Sanguisorba officinalis* L. fleuri et abondant début juillet [RRR, PR, d.ZNIEFF (VU)].

Dans l'eau d'un fossé de drainage et au bord d'une petite mare ensoleillée nous avons également observé : *Baldellia ranunculoides* (L.) Parl. fructifié début juillet [RR, PR, d.ZNIEFF (EN)], *Juncus subnodulosus* Schrank fleuri début juillet (R, LC), *Samolus valerandii* L. en fleur et fruits début juillet (R, NT), *Schoenoplectus tabernaemontani* (Gmel.) Palla (= *Scirpus tabernaemontani* Gmel.) fleuri début juillet (RRR, VU), *Valeriana dioica* L. (RR, EN), ainsi que deux espèces de Characées.

- **Poligny : inventaire botanique dans la Vallée de l'Avocat les 5 mars et 16 avril, en compagnie de G. Carlier à cette dernière date.** A l'entrée du vallon, de nombreuses plantes rudérales se développent sur le chemin en contrebas des habitations mais, presque immédiatement, des bois occupent le versant nord-est très escarpé. La Chênaie-Charmaie colonise les parties hautes sablo-gréseuses alors que la Chênaie-Frénaie préfère le calcaire de Château-Landon sous-jacent. Nous observons d'abord des jonquilles,

Narcissus pseudonarcissus L. en fleur le 5/3/11 et quelques pieds de Scille à deux feuilles, *Scilla bifolia* L. également fleuris le 5/3/11 [RR, d.ZNIEFF, (LC)], ainsi qu'une touffe de Cyclamen de Naples, *Cyclamen hederifolium* Aiton (= *C. neapolitanum* Ten.) probablement échappé de culture (fructifié le 5/3/11). Plus loin, la base du coteau bien exposé au sud-ouest porte un bois mésophile calcicole à *Acer campestre*, *Corylus avellana*, *Quercus petraea*, *Sorbus torminalis*, abritant aussi *Helleborus foetidus*, *Lamium galeobdolon*, *Ornithogalum pyrenaicum*. La lisière (ou manteau), composée des arbustes calcicoles habituels (dont *Viburnum lantana*), accueille *Iris foetidissima*, *Listera ovata*, *Orchis purpurea*, *Ophrys insectifera*, *Tamus communis*, et *Viola hirta*. Sur le talus en bordure du chemin, l'ourlet franchement héliophile affiche entre autres, *Bupleurum falcatum*, *Festuca marginata*, *Helianthemum nummularium*, *Hippocrepis comosa*, *Polygonatum odoratum*, *Potentilla neumanniana*, *Scabiosa columbaria*, *Seseli montanum*, *Teucrium chamaedrys*.

A l'entrée du bois occupant tout le fond de la vallée, une Chênaie-Charmaie humide se développe sur les alluvions d'un ancien ruisseau à sec. En plus du cortège habituel de ce groupement végétal, nous remarquons des peupliers trembles et grisards, le *Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenk. ssp. *borreri* [R, d.ZNIEFF (LC)], la Renoncule tête d'or (*Ranunculus auricomus*), de nombreux pieds de *Scilla bifolia* L., en fleur au mois de mars [RR, d.ZNIEFF, (LC)] et une importante population de *Thalictrella thalictroides* (L.) E. Nardi (= *Isopyrum thalictroides* L.) aux fleurs déjà passées le 16 avril [RRR, PR, d.ZNIEFF, (VU)]. Sur les rochers gréseux éboulés et ombragés, du versant nord en particulier, se développent quelques fougères (*Asplenium trichomanes* et *Polypodium x mentoniae* fructifié le 5/3/11) et de nombreuses espèces de bryophytes dont quelques-uns relativement rares : *Lejeunea cavifolia* Ehrh. fr. 5/3/11, une hépatique rare sur grès (selon P. Doignon, 1947), *Pterogonium gracile* (Hew.) Sm. (= *P. ornithopodioides* Huds.), une mousse rare dans la région et déterminante ZNIEFF, *Brachythecium populeum* (Hedw.) Schimp., autre mousse relativement rare selon P. Doignon. J'ai, de plus, observé *Hypnum resupinatum* Wils., une mousse du domaine atlantique, sur des chênes dans la pente ombragée humide, ainsi que sur des branches tombées.

- **Le 6 mai, poursuite de l'inventaire botanique à la station biologique de Foljuif avec Gérard Arnal.** Derrière le mur de séparation, dans la pelouse sableuse où a été érigée la grande serre, croissaient *Cerastium arvense* L. (R, LC), *Ornithopus perpusillus* L. (R, LC) et *Vicia lathyroides* L. (RR, VU), trois espèces fleuries le 6/5/2011. Sur la terre remuée près de la serre, nous avons en outre observé *Trifolium striatum* L. (RR, VU) et *Vicia villosa* Roth ssp. *villosa* (R?, DD) également en fleur à cette même date.

- **Montigny-sur-Loing : inventaire botanique le long de la route de Montigny à Grez-sur-Loing, avec Gabriel Carlier le 7/5/2011 et Daniel Jacquot le 21/6/2011.** Sur la banquette de l'aqueduc du Loing parallèle à la chaussée croissaient de nombreuses espèces de phanérogames et beaucoup d'orchidées, dont *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. fleuri le 21/6/11 (RR, VU), *Orchis anthropophora* (L.) All. (= *Aceras anthropophora* R.Br.) [R, d.ZNIEFF Z2 (LC)], *Orchis militaris* L. (R, LC) et *Ophrys insectifera* L. (R, LC), ces différentes espèces fleuries le 7/5/11. Sur le coteau calcaire dominant la banquette, les pelouses résiduelles gagnées par les ligneux accueillait encore *Carduncellus mitissimus* (L.) DC. [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)], *Inula salicina* L. (RR, NT), *Veronica austriaca* L., fleuri le 7/5/11 [RR, d.ZNIEFF Z2 (DD)]. Avec D. Jacquot, en bordure d'un champ calcaire au lieu-dit « Les Clapiers », nous observons de nouveau *Bromus arvensis* L., fleuri le 21/6/11 [RR? d.ZNIEFF Z3 (DD)] et *Veronica austriaca* L. dans les environs immédiats.

- **Le 14 mai, sortie botanique dans la Vallée du Cygne, à Moret-sur-Loing pour compléter nos relevés de l'année précédente.** Dans le bas de la falaise calcaire de Champigny ensoleillée, *Orobanche alba* Stephan ex Willd. vit en parasite sur *Thymus praecox* (= *O. epithymum* DC.) mais son inflorescence apparaît quasiment sèche le 14/5/11 (R, VU). Gabriel Carlier a également observé cette espèce plus au sud dans les pelouses xérophiles sur les buttes calcaires où ont été aménagées des pistes de moto-cross. Dans la partie triangulaire nord de la prairie, au bas du coteau, je note *Veronica austriaca* L. ssp. *vahllei* (Gaudin) D.A. Webb fleuri et fructifié, à tiges couchées à la base [RR? d.ZNIEFF Z2 (DD)], qu'il ne faut pas confondre avec *V. prostrata* L. ssp. *Scheererii* J.P. Brant. Plus loin vers le sud,

dans les fourrés au bas du coteau calcaire, *Rosa rubiginosa* L. apparaît à la fois fleuri et fructifié le 14/5/11 (RRR?, DD).

Je suis retourné à la Vallée du Cygne le 14 juillet 2011 dans l'espoir d'observer quelques espèces remarquables supplémentaires mais ce ne fut pas le cas car celles-ci sont souvent déflouies ou beaucoup plus tardives.

- **Le 20 mai, sortie botanique à la Butte Montceau, près d'Avon.** Dans le haut de la montée de la Route du Martinet, j'observe entre autres *Aquilegia vulgaris* L. (R? DD) et *Melittis melissophyllum* L. (R, LC) fleuris le 20/5/11. Cette dernière espèce est également présente sur les bords de la Route de la Butte-Montceau. Sur le chemin rocailleux se développent quelques mousses calcicoles intéressantes que j'avais déjà identifiées en novembre 2010 : *Aloina ambigua* (Bruch & Schimp.) Limpr. fructifié le 5/11/10, *Dicranella varia* (Hedw.) Schimp., *Trichostomum crispulum* ; ces dernières en compagnie d'autres espèces plus banales appartenant au même cortège.

Au carrefour des Routes de la Fontaine Saint-Aubin et de la Butte Montceau existe un bel exemplaire de *Sorbus latifolia* (Lam.) Pers. que nous observons en fleur le 20/5/11 [RR, PN1, d.ZNIEFF (NT)]. Sur les bords de cette dernière route, défigurée par des coupes suivies de débardages sauvages, se développent tout de même : *Ulmus glabra* Huds. (= *U. montana* With., *U. scabra* Mill.) (AR, LC), *Rosa pimpinellifolia* L. non fleuri (RR, LC), *Carex montana* L. uniquement feuillé le 20/5/11 mais que nous avons vu fleuri le 13 mai 2012 [RRR, PR, d.ZNIEFF (VU)]. *Carex montana* L. est également présent sur les bords de la Route de la Fontaine Saint-Aubin et de la Route du Perdreau en compagnie de *Hypericum montanum* L. [RR, d.ZNIEFF (EN)]. De plus, *Rosa pimpinellifolia* L. et *Trifolium rubens* L. [RR, PR, d.ZNIEFF (VU)] sont aussi présents sur les bords de La Route de la Fontaine Saint-Aubin et de la Route du Bouvreuil (avec *Hypericum montanum* L.).

- **Le 21 mai, excursion du groupe botanique du Gâtinais à la platière des Coulevreux et aux Béorlots, dirigée par Alain Fontaine.** Au nord-ouest du pont sous l'autoroute, sur les bermes sablo-calcaires de la Route de la Haute Borne, nous observons de nombreuses espèces déjà vues en mai 2009 : *Genista pilosa* L. [RR, d.ZNIEFF Z2

(NT)], *Halimium umbellatum* (L.) Spach [RRR, PR, d.ZNIEFF (VU)], *Potentilla montana* Brot. [RRR, PR, d.ZNIEFF (VU)], *Rosa pimpinellifolia* L. (RR, LC), *Tragopogon pratensis* L. ssp. *minor* (R? DD). Dans la montée de la route de la Haute Borne, croissent *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. fleuri [RRR, PR, d.ZNIEFF (EN)] et *Potentilla montana* Brot. (= *P. splendens* Ram.) déflouie le 21/5/11 [RRR, PR, d.ZNIEFF (VU)]. Ces espèces sont également présentes au bord de la même route sur le plateau, en compagnie de *Asperula tinctoria* L. fleuri [RRR, PR, d.ZNIEFF (VU)], *Filipendula vulgaris* Moench [RR, d.ZNIEFF (LC)] et *Rosa micrantha* Borrer ex Sm. (R? DD).

La platière gréseuse des Coulevreux a été parcourue le 23 mars lors d'une sortie bryologique avec le groupe botanique ANVL et le 25 mai avec le groupe botanique du Gâtinais. De nombreuses espèces rares ont été rencontrées. Au haut de la montée de la Route de la Haute Borne, nous empruntons la route du Collet en direction de la mare occidentale. La bruyère à quatre angles, *Erica tetralix* L. [RR, d.ZNIEFF Z2 (LC)] croît en abondance autour de cette mare qui accueille aussi de nombreuses espèces de sphaignes que nous ne citerons pas ici. Les mares centrale et orientale ont également été visitées mais nous citerons les espèces de bryophytes remarquables à la suite des phanérogames observés lors de la sortie dirigée par Alain Fontaine. Dans l'eau de la mare centrale flottent *Potamogeton polygonifolius* Pourr. [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)] et *Utricularia australis* R. Br. [R, PR, d.ZNIEFF (LC)] alors que la rive accueille *Osmunda regalis* L. pourvu de ses sporophytes le 25/5/11 (probablement planté). Au bord de la mare orientale, nous observons *Ranunculus ololeucos* J. Lloyd fleuri [RRR, PR, d.ZNIEFF (CR)], *Eleogiton fluitans* (L.) Link (= *Scirpus fluitans* L.) en début de floraison [RRR, PR, d.ZNIEFF (VU)] et *Sphagnum fimbriatum* Wils. le 25/3/11 (TR à Fontainebleau selon P. Doignon, 1947). Dans la mare temporaire voisine croissent *Ranunculus tripartitus* DC., vu en mai 2009 [RRR, PN1, d.ZNIEFF (EN)] et *R. nodiflorus* L. fructifié le 21/5/11 [RRR, PN1, d.ZNIEFF (EN)], ainsi qu'une très rare mousse du groupe des hypnobryales : *Pseudocalliergon lycopodioides* (Brid.) Hedenäs (= *Drepanocladus lycopodioides* (Brid.) Warnst.) vu le 25/3/11 (d.ZNIEFF). Un peu plus loin, d'autres raretés nous attendent encore sur le bord du chemin, telles que : *Juncus squarrosus* L. fleuri le 21/5/11 [RRR, d.ZNIEFF

(EN)], *Ophioglossum azoricum* C. Presl. [RRR, PN1, d.ZNIEFF (CR)] et *Viola canina* L. défleuri à cette date (R, LC). En ce qui concerne les bryophytes, nous notons *Riccia beyrichiana* Hampe, fertile le 12/3/11 et *Bryum alpinum* Huds. ex With. (d.ZNIEFF). Dans une petite cuvette de sables humides au bord de la route, nous retrouvons *Riccia beyrichiana* Hampe accompagnée de *Riccia nigrella* DC. fertile le 12/3/11 (d.ZNIEFF). Dans la partie terminale et calcareuse de la Route du Panneau, nous notons encore *Ajuga genevensis* L. bien fleuri le 21/5/11 (R, LC), alors que la petite colonie de *Cephalanthera rubra* L. semble avoir disparu. Au niveau d'une petite mare ombragée au bord de la Route de la Haute Borne, nous échantillons différentes espèces de sphaignes, dont *Sphagnum compactum* (rare), alors que *Sphagnum fimbriatum* Wils. (TR selon P. Doignon) est repéré par François Beaux dans une mare presque asséchée, plus loin vers l'est. Dans la Plaine de la Haute Borne, sur la bordure sud de la route éponyme, un champ de dunes continentales a été restauré par l'ONF. Un Corynephorion s'est installé sur les sables à peine calcareux où nous notons *Mibora minima* (L.) Desv. défleuri (RR, LC) et *Spergula morisonii* Boreau fructifié [RR, d.ZNIEFF (VU)]. Sur les sables plus calcaires stabilisés d'interdunes, nous trouvons le cortège habituel du Koelerion, y compris *Festuca lemanii* Bast. et *Tuberaria guttata* (L.) Fourr. à l'état de rosettes (RR, LC). Plus loin vers l'est, *Digitalis purpurea* L. (AR, LC) est en pleine floraison à la lisière du bois.

Sous la conduite de Alain Fontaine, au lieu-dit « Les Béorlots », dans les mares du Vacher (non loin de la route du même nom), nous découvrons *Eleogiton fluitans* (L.) Link. (= *Scirpus fluitans* L.) fleuri [RRR, PR, d.ZNIEFF (VU)], *Juncus bulbosus* L. (= *J. supinus* Moench) (R, LC) et *Potamogeton polygonifolius* Pourr. [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)]. En revenant vers Les Couleuvreux par la Route de la Bourse puis la Route de la Gorge aux Archers, les bermes sablo-calcaires nous permettent d'observer *Carex ericetorum* Pollich [RRR, d.ZNIEFF (EN)], *Hypochaeris maculata* L. [RR, PR, d.ZNIEFF (VU)] et *Trinia glauca* (L.) Dumort. [RRR, PR, d.ZNIEFF (EN)], ces trois espèces fleuries le 21/5/11.

- Le 25 mai, j'explore en compagnie de Yves Doux la lisière ouest de La Glandée au niveau du lieu-dit « Le Tombeau des Chiens ». Au haut de la montée de la D. 64, un affleurement

de calcaire de Brie porte une végétation calcicole assez riche au sein de laquelle nous remarquons *Laserpitium latifolium* L. assez abondant [RRR, d.ZNIEFF (EN)], *Melittis melissophyllum* L. (R, LC), *Phyteuma spicatum* L. fleuri (RR, VU), *Rosa micrantha* Borrer ex Sm. fleuri (R? DD) et *Silene nutans* L. fructifié (RR, LC). Sur l'affleurement calcaire ensoleillé je récolte *Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (Hedw.) P.C. Chen. (= *Didymodon rubellus*), fructifié. Sur le plateau, les alluvions anciennes plus siliceuses portent *Peucedanum gallicum* Latourr. [R, d.ZNIEFF Z2 (LC)].

- Le 28 mai, sortie botanique à Villiers-sous-Grez avec des habitants et les Amis du PNR du Gâtinais. Dans une friche au nord-ouest du village, au lieu-dit « Le Clos » croissent quelques espèces intéressantes : *Bromus diandrus* Roth ssp. *diandrus* fructifié, *Chondrilla juncea* L. [RR, d.ZNIEFF Z3 (LC)], *Papaver argemone* L. fleuri et fructifié près de la route [RR, d.ZNIEFF Z3 (NT)], *Tragopogon pratensis* L. ssp. *minor* (Mill.) Wahlenb. Fleuri (R? DD), *Vicia villosa* Roth ssp. *villosa* fleuri (R? DD). De grandes taches de cette légumineuse sont également observées dans les friches de l'autre côté de la route.

Au départ du chemin vers le Rocher de La Vignette et au milieu de celui-ci, nous observons *Capsella rubella* Reut. fleuri et fructifié (R, LC), ainsi que de nombreux pieds de *Leonurus cardiaca* L. fleuris à la lisière d'une Ormaie rudérale (RR, EN). Du côté est, au bord du Chemin d'Ury, des tas de terre portent le grand *Rumex patientia* L. fructifié (RR, NA).

Nous empruntons ensuite à gauche un chemin forestier vers le lieu-dit « Le Brilier ». L'Ormaie rudérale passe progressivement à une Chênaie-Charmaie sur colluvions sableuses, puis à une Chênaie-Frênaie. *Geranium lucidum* L. fleuri et fructifié est observé à ce niveau (RR, LC). Au bas de la pente de sables de Fontainebleau, nous trouvons une mosaïque de portions de Lande sèche à callune et de pelouses steppiques sur sables plus ou moins calcareux. *Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br. fr. 22/5/11 (RR, LC) colonise les sables siliceux mobiles grattés par les lapins tandis que *Armeria arenaria* (Pers.) Schult. (= *A. plantaginea* Willd.) (RR, LC) et *Dianthus carthusianorum* (fleuri et fructifié le 10/9/11) (R? DD) se développent sur les sables calcaires.

Sur les colluvions calcaires au haut de la pente, nous trouvons *Rosa rubiginosa* L. fleuri (en fruits le 10/9/11) (RRR? DD). De chaque côté du

chemin, le calcaire d'Étampes et ses colluvions ont permis l'installation d'un pré-bois de chêne pubescent où l'on trouve *Amelanchier ovalis* Medik. [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)], *Malus sylvestris* Mill. ssp. *sylvestris* (R? DD), *Oreoselinum nigrum* Delarbre [RR, d.ZNIEFF (NT)] et *Silene nutans* L. (fructifié le 22/5/11) (RR, LC).

-Le 2 juin, Yves Doux et moi empruntons le chemin à flanc de coteau qui va du cimetière de Fontaine-le-Port à la forêt de Barbeau pour y effectuer un inventaire botanique. Cette falaise calcaire réputée très riche avait été visitée par les Naturalistes Parisiens des années auparavant sous la direction de René Patouillet. Sur les bernes du chemin nous trouvons successivement *Aristolochia clematitis* L. fleuri et fructifié (R, LC), *Astragalus glycyphyllos* L. (AC, LC), *Melittis melissophyllum* L. (R, LC), *Vicia tenuifolia* Roth fleuri et fructifié et *Polygala comosa* Schkuhr fleuri et fructifié le 2/6/11 dans une pelouse calcaire résiduelle [RRR, d.ZNIEFF (CR)]. Cette dernière espèce repérée par René Patouillet (des Naturalistes Parisiens) des années auparavant nous avait été signalée par Paul Pedotti lors d'une précédente sortie géologique en forêt de Barbeau dirigée par Médard Thiry, au cours de laquelle nous avons parcouru le même chemin en sens inverse.

- Les 26 mai et 14 juin 2011, double sortie botanique à Arbonne, dans les bois bordant la D. 64. Grâce aux indications de Bernard Pasquier, du Conservatoire des plantes médicinales de Milly, je retrouve une belle population de *Pyrola rotundifolia* L. en pleine floraison dans la Chênaie sessiliflore établie sur des sables plus ou moins calcaireux [RRR, d.ZNIEFF (VU)]. Non loin, croissent quelques pieds de *Cephalanthera rubra* (L.) Richard [RRR, PR, d.ZNIEFF (EN)]. Dans la même zone, j'observerai le 14 juin de nombreux pieds fleuris de *Hieracium maculatum* Schrank (RR, LC).

- Le 15 juin, excursion à Herbeauvilliers pour y effectuer une actualisation de mes données botaniques le long de la voie ferrée désaffectée au niveau du Bois Picard et dans celui-ci. Dans une friche immédiatement à l'est du passage à niveau de la D. 103 conduisant à Buthiers, j'observe *Althaea hirsuta* L. fleuri (RR, EN) et *Dactylis glomerata* ssp. *lobata* Drejer (=D. *Polygama* Horvátovszky) fructifié (RRR? DD). Un peu plus

loin, de nombreux *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser fleurissent sur le bord sud de la voie ferrée (R, LC), alors que *Sesleria caerulea* (L.) Ard. [RR, d.ZNIEFF (LC)] et *Vulpia ciliata* Dumort. (RR, DD) arborent déjà leurs inflorescences sèches. En contrebas du Bois Picard et de la voie ferrée, des pelouses calcaires montrent leur cortège habituel de plantes calcicoles où je remarque *Avenula pratensis* (L.) Dumort., *Lathyrus aphaca* L. et *Muscari neglectum* Guss. Ex Ten. Dans le pré-bois sus-jacent, les pelouses résiduelles ombragées contiennent encore quelques rares pieds d'*Anthericum ramosum* L. fleuris [RR, d.ZNIEFF (NT)], de *Cytisus* (= *Chamaecytisus*) *supinus* L. [RRR? PR, d.ZNIEFF (DD)] et de *Prunella grandiflora* (L.) Scholler (R, LC).

A l'entrée est de la vallée Bouteille, au nord du passage à niveau, je retrouve une petite population de *Bunias orientalis* L. (RR, NA) que nous avons déjà repérée avec Philippe Bruneau de Miré vingt ans auparavant. J'emprunte un chemin traversant le Bois Picard du sud au nord, alors que pénétrer dans ce dernier est interdit par des pancartes et probablement devenu inintéressant car très touffu. Sur les bords du chemin, j'observe *Anthericum ramosum* L. abondant et en début de floraison [RR, d. ZNIEFF (NT)], *Carex humilis* Leyss. [RR, d. ZNIEFF Z2 (LC)], *Genista pilosa* L. [RR, d.ZNIEFF Z2 (NT)] et *Phyteuma orbiculare* L. ssp. *tenerum* (R. Schulz) Braun-Blanq. fleuri le 15/6/11 [RR, d.ZNIEFF (VU)].

Avant la sortie du bois, dans une friche enclavée croissent d'innombrables pieds d'*Erigeron acer* L. (R, LC), accompagnés par *Cerastium brachypetalum* Desp. Ex Pers (fructifié). (RR, LC) et *Melampyrum arvense* L. en pleine floraison (AR, LC).

- Suite à une première visite du lieu-dit le Laris Vert à La Genevraye, guidée par Gabriel Carlier en 2008, je retourne sur ce site le 21 juin en compagnie de Daniel Jacquot pour y effectuer un inventaire des plantes croissant sur le talus marno-calcaire au bord de la route de Cugny. Nous observons *Linum leonii* F.W. Schultz fleuri et fructifié (hauteur: 20-30 cm !) [RRR, PR, d.ZNIEFF (EN)] et *Orobancha amethystina* Thuill. (sur *Eryngium*) fr. sèches 21/6/11 (R, LC).

A la lisière du bois de pin, nous notons en plus *Carduus nutans* L. abondant (AR, LC) et *Inula salicina* L. (RR, NT).

- Toujours sur les indications de Gabriel Carlier, le même jour (21/6/2011), j'emmène Daniel Jacquot au sud d'Épisy sur les coteaux marno-calcaires dominant l'étang de Villeron (lieux-dits « Le Chêne Rond » et « Le Bois de Valence ») pour inventorier les plantes présentes à cette époque dans les pelouses alternant avec les bois calcaires. Nous notons plusieurs espèces remarquables telles que : *Anthericum ramosum* L. fleuri [RR, d.ZNIEFF (NT)], *Carduncellus mitissimus* (L.) DC. défleuri lors de notre visite [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)], *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. fleuri (RR, VU), *Inula hirta* L. défleuri ou encore en boutons [RRR, PR, d.ZNIEFF (EN)], *Phyteuma orbiculare* L. ssp. *tenerum* R. Schulz fleuri [RR, d.ZNIEFF (VU)], *Prunella grandiflora* (L.) Scholler fleuri (R, LC) et *Tragopogon pratensis* L. ssp. *minor* (Mill.) Hartm. Fleuri (R? DD).

Nous terminons notre journée d'inventaire au sud d'Épisy, sur les coteaux calcaires du lieu-dit « la Grosse Haie » et au-dessus d'un petit vallon plus au sud. La constitution des pelouses est voisine de celles vues précédemment : *Anthericum ramosum* L. fleuri [RR, d.ZNIEFF (NT)], *Carduncellus mitissimus* (L.) DC. fructifié [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)], *Genista pilosa* L. [RR, d.ZNIEFF Z2 (NT)], *Globularia bisnagarica* L. fructifié (RR, LC), *Inula salicina* L. fleuri (RR, NT), *Koeleria vallesiana* (Honck.) Gaudin fructifié [RRR, d.ZNIEFF (EN)], *Phyteuma orbiculare* L. ssp. *tenerum* R. Schulz fleuri [RR, d.ZNIEFF (VU)], *Sesleria caerulea* (L.) Ard. fructifié [RR, d.ZNIEFF (LC)], *Thalictrum minus* L. fructifié [RR, PR, d.ZNIEFF (EN)].

- Quinze jours plus tard (le 8/7/2011) Daniel Jacquot et moi poursuivons nos inventaires au sud d'Épisy sur les coteaux marno-calcaires du lieu-dit La « Vallée aux Ânes ». La flore des pelouses calcicoles ensoleillées ou en lisière de pré-bois de chêne pubescent est à peu près la même que précédemment avec : *Carduncellus mitissimus* (L.) DC. fructifié [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)], *Inula salicina* L. fructifié (RR, LC), *Phyteuma orbiculare* L. ssp. *tenerum* R. Schulz fleuri [RR, d.ZNIEFF (VU)], *Sesleria caerulea* (L.) Ard. fructifié [RR, d.ZNIEFF (LC)]. De plus, sur un replat près d'un champ maigre plus ou moins en friche nous notons *Crepis foetida* L. fructifié [RR, d.ZNIEFF Z3 (CR)].

- Le 14 juillet 2011, sortie botanique à la Table du Roi à l'est de Montigny-sur-Loing. Dans le

pré-bois de chêne pubescent exposé au sud, sur les colluvions calcaires surmontant les sables de Fontainebleau, j'observe entre autres espèces de phanérogames : *Amelanchier ovalis* Medik. [RR, PR, d.ZNIEFF (NT)], *Euphorbia esula* L. ssp. *tristis* (Besser ex M. Bieb.) Rouy [RRR?, D.ZNIEFF Z1 (DD)], *Ononis pusilla* L. fructifié [RR, d.ZNIEFF (EN)], *Scabiosa canescens* Waldst. & Kit. [RRR, PR, d.ZNIEFF (EN)] et quelques rares pieds de *Stipa pennata* L. [RRR, PR, d.ZNIEFF Z1 (EN)].

- Le 3 août 2011, Gabriel Carlier et moi décidons de partir à la recherche de *Crepis foetida* L. [RRR, d.ZNIEFF Z3 (CR)] dans Dammarie-les-Lys pour le photographier. Daniel Jacquot nous avait déjà indiqué cette Composée sur le talus de la voie de chemin de fer près des anciennes usines Idéal Standard mais nous le retrouvons en abondance, fleuri et fructifié, devant le groupe scolaire près de la place Montebelluna, ainsi que dans les plates-bandes bordant la rue des Frères Thibault. A cet endroit, nous notons également *Linum austriacum* L., abondamment fleuri et fructifié lui aussi.

- Je revisite le site de La Fonderie à Villecerf le 8 juillet et le 4 août 2011 afin d'actualiser mes observations botaniques anciennes (2004 pour la plupart). Le coteau marneux surmonté de calcaire de Château-Landon est couvert d'une flore riche et diversifiée qui abrite quelques espèces remarquables : *Koeleria vallesiana* (Honck.) Gaudin (= *K. setacea* Pers.) dont les inflorescences sont sèches à cette date [RRR, d.ZNIEFF Z1 (EN)], *Linum leonii* F.W. Schultz fructifié le 8 juillet [RRR, PR, d.ZNIEFF Z1 (EN)], *Allium sphaerocephalon* L. fleuri et fructifié (RR, LC), *Genista pilosa* L. montrant encore quelques fleurs en août, fr. 19/5/12 [RR, d.ZNIEFF Z2 (NT)], *Globularia bisnagarica* L. (= *G. willkommii* Nyman) fructifié le 4/8/2011 (RR, LC).

- Les 23/3/11 et 20/8/11, sorties botaniques au Point de vue du Camp de Chailly, à l'extrémité ouest du Cuvier-Chatillon. Le Pommier sauvage (*Malus sylvestris* Mill. ssp. *sylvestris*) est observé en fruits le 30 septembre 2011 sur le parking nord du carrefour de l'Épine, à l'est de la sortie du tunnel sous la N. 7 (parcelle 883).

Le 28 août, deux Alisiers de Fontainebleau (*Sorbus latifolia* (Lam.) Pers.) [RR, PN1, d. ZNIEFF Z1] sont notés au bas de la Route de la Solitude

(GR 1-TMF près du parking, parcelle 884) et après le croisement de celle-ci avec la Route du Solitaire (parcelle 878).

Suite à des essais de réintroduction par l'ONF, plusieurs touffes de Sabline à grandes fleurs (*Arenaria grandiflora* L.) [RRR, PR, d. ZNIEFF Z1] en fruits sont observées, en compagnie de *Rubia peregrina* L. (R, LC) dans un enclos aménagé dans le pré-bois de chêne pubescent, sur la pente sud du promontoire (parcelle 878).

Un peu avant le sommet, existent d'anciennes carrières de grès longées par la Route de La Solitude (parcelle 878). En août 2011, s'observaient encore quelques pieds secs mais fructifiés d'*Alyssum alyssoides* (L.) L. (= *A. calycinum*) (RR, VU) sur les sables calcaires du talus. Sur les tas de déblais de grès et calcaire en avant du fond de taille, on trouvait aussi le Rosier des bois (*Rosa agrestis* Savi) (R, LC) et le Calament dressé (*Calamintha ascendens* Jord.) [RRR, EN]. Cette dernière espèce était également présente dans un bois clair thermophile juste avant l'arrivée sur le plateau (parcelle 878).

Dans une portion de Lande sèche traversée par la Route de la Solitude se développaient *Halimium umbellatum* (L.) Spach, fructifié le 20 août 2011 [RRR, VU, PR, d. ZNIEFF (VU)] et *Jasione montana* L. (RR, LC) fleuri le 20/8/11. Un peu plus haut, sur des sables calcaires, s'observait aussi *Scilla autumnalis* L. en fleurs [RR, d. ZNIEFF (VU)]. Cette dernière espèce était à nouveau observée à l'extrémité ouest de la Route Tournante du Point de vue du Camp de Chailly. Sur l'esplanade en contrebas du point de vue, côté sud, se développaient aussi *Logfia minima* (Sm.) Dumort. et *Scleranthus annuus* L., deux espèces notées RR. Dans la lande rocheuse sous le point de vue, on observait à nouveau *Halimium umbellatum* (L.) Spach, fleuri le 20/8/11.

- **Sortie botanique du 31/8/11 dans la vallée de Bois-Guyon, commune de La Genevraye**, pour actualiser nos observations sur ce site en cours de boisement, y compris autour du marais en voie d'assèchement. Avec Daniel Jacquot, nous avons observé les plantes intéressantes suivantes : *Centaurea debauxii* Godr. & Gren. fleuri et fructifié (RR? DD), *Odontites jaubertianus* (Boreau) D. Dietr. ex Walp., abondamment fleuri [RRR, PN1, d. ZNIEFF Z3 (EN)], *Carex flava* L. aux infrutescences sèches le 31/8/11 [RRR (EN)], *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muhl.

(= *D. filiformis* auct. non (L.) Koeller) fleuri (RR, NT) *Juncus subnodulosus* Schrank (= *J. obtusiflorus* Ehrh.) aux infrutescences sèches (R, LC), *Lotus glaber* Mill. (= *L. tenuis* Kit.) fleuri (R, LC), *Carex pairae* F.W. Schultz aux infrutescences sèches (RRR? DD), *Lythrum hyssopifolia* L. fl. 31/8/11 (R, LC), *Helianthemum x sulfureum* (Willd.) Schltr. fleuri (RRR, NA).

- **Le 10 septembre 2011, en suivant les indications de Daniel Jacquot, je visite les pelouses calcicoles à la sortie de Sorques en direction de Montigny-sur-Loing.** J'y observe effectivement *Odontites jaubertianus* (Boreau) D. Dietr. ex Walp. en fleurs [RRR, PR, d. ZNIEFF (EN)] accompagné de l'hybride *Odontites jaubertianus x serotinus* et du second parent *Odontites vernus* (Bellardi) Dumort. ssp. *serotinus* (Coss. & Germ.), fleuris eux aussi.

Je note en plus *Rosa agrestis* Savi (R, LC) et *Thesium humifusum* DC. fleuri (R, LC).

- **Le 18 septembre 2011, excursion botanique ANVL/Naturalistes Parisiens dirigée par Michel Arluisson et Jean-Pierre Méral aux anciens marais de Souppes-sur-Loing.** Au sud de la gare, en traversant la voie de chemin de fer, nous observons d'abord les infrutescences d'*Elytrigia campestris* (Godr. & Gren.) Kerguelen ex Carreras (RR? DD), puis *Lepidium graminifolium* en fleur et fruits sur une voie désaffectée (RR NA). Dans le parc du Morion, au bord du ru éponyme, se développe une riche végétation de plantes amphibies sans grandes raretés. Nous notons cependant *Potamogeton nodosus* Poir. (= *P. fluitans* Roth.) (RR, LC) et *Rumex hydrolapatum* Huds. (AR, LC). Plus loin, à l'entrée des marais, nous repérons une belle touffe de la fougère *Thelypteris palustris* Schott au bord de l'eau [R, PR, d. ZNIEFF (LC)] et la Crucifère *Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Foss. (= *Sinapis incana* L.) fleurie et fructifiée sur le talus bordant le chemin (R, NA). Après le franchissement d'une route, les bermes du chemin longeant la voie ferrée nous permettent d'observer l'arbuste *Amorpha fruticosa* f. 18/9/11 (introduit d'Amérique du nord) et une belle population de la prêlle *Equisetum x moorei* Newman (= *E. hiemale x ramosissimum* ; *E. occidentale* (Hy) Coste) pourvue de sporanges (RRR, VU). Un peu plus loin, un bois marécageux accueille de nombreux pieds de *Thelypteris palustris* Schott fructifiés [R, PR, d. ZNIEFF (LC)]. En suivant le bord sud-est de l'étang des

Varennnes, riche en hélrophytes et hydrophytes, nous observons : *Carex disticha* Huds. fleuri le 11/6/11 (RR, NT), *Potamogeton nodosus* Poir. (= *P. fluitans* Roth.) fructifié (RR, LC), *Sagittaria sagittaeifolia* L. fleuri et fructifié (RR, LC), *Sanguisorba officinalis* L. fleuri [RRR, PR, d. ZNIEFF Z1 (VU)], *Pimpinella major* (L.) Huds. fleuri et fructifié dans le fossé de drainage se jetant dans l'étang [RRR, d. ZNIEFF Z1 (VU)] et *Thymus pulegioides* L. fleuri sur la berge sud (RR, LC). *Berula erecta* (Huds.) Coville (R, LC) n'a pas été retrouvé dans l'étang mais observé le 11/6/11 sous le pont franchissant la Rivière aux Moines. En revenant vers Souppes, nous observons à nouveau *Sanguisorba officinalis* L. fleuri sur la rive ouest de l'étang de la base de loisirs.

- Les ZNIEFF potentielles ou avérées de la région d'Écuellles-Épisy furent explorées très tardivement. J'ai visité la partie supérieure de la Vallée aux Loups, au sud-ouest de la commune d'Écuellles, le 1^{er} octobre 2011. Malgré un traitement des champs voisins par un désherbant, j'ai pu observer d'assez nombreux pieds d'*Althaea hirsuta* L. [RR (EN)] en fleurs et fruits sur un

talus embroussaillé où se trouvait aussi *Rosa agrestis* Savi fructifié à cette date (R, LC).

Je retournais dans le bas de cette vallée le 22 octobre. Sur le coteau marneux du flanc est croissaient *Carduncellus mitissimus* (L.) DC. [RR, PR, d. ZNIEFF Z1 (NT)] et *Rosa rubiginosa* L., fructifié lui aussi à cette date (R, LC).

Le site de La Vallée Droite, à 1 km à l'est d'Épisy fut exploré le 1^{er} octobre 2011 et le 12 août 2012 pour sa partie est, non vue la première fois. En bordure d'un champ calcaire, côté nord, j'ai observé *Ajuga chamaepithys* (L.) Schreb. fleuri le 12/8/12 (R, LC), *Althaea hirsuta* L. fructifié le 12/8/12 (RR, EN) et *Galeopsis angustifolia* Ehrh. Ex Hoffm. fleuri le 12/8/12 [RRR (EN)]. Dans la pelouse sous les pins noirs d'Autriche (côté est) croissaient *Anthericum ramosum* L. [RR, d. ZNIEFF Z1 (NT)] et *Phyteuma orbiculare* L. ssp. *tenerum* (R. Schulz) Braun-Blanquet [RR, d. ZNIEFF Z1 (VU)] fleuris le 12/8/12. *Carduncellus mitissimus* (L.) DC. [RR, PR, d. ZNIEFF Z1 (NT)] prospérait dans la pelouse calcicole triangulaire à l'est de l'éminence boisée, en compagnie de *Phleum phleoides* (L.) H. Karst. (= *Ph. Boehmeri* Wibel) (RR, LC) et *Rosa agrestis* Savi fleuri le 12/8/12 (R, LC).

Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2014

Classification UNESCO : 11/0 n° 77-25551-1

Directeur de la publication :

Jean-Philippe SIBLET

1 bis, rue des Sablonnières

77670 SAINT-MAMMÈS