



Élevage conservatoire du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) en Normandie, espèce indicatrice de la dynamique fonctionnelle des milieux alluviaux pionniers



Phase 1 : 2018-2023

***Union Régionale des Centres Permanents d'Initiatives
pour l'Environnement de Normandie (CPIE)***



Barrioz M., Charpentier J.-L. & Skrzyniarz M. 2017 - *Élevage conservatoire du Sonneur à ventre jaune (Bombina variegata) en Normandie, Phase 1 (2018-2023)*. Union Régionale des Centres Permanents d'Initiatives pour l'Environnement de Normandie / Observatoire Batracho-Herpétologique Normand. 48 p.

Photo de couverture Matthieu Berroneau

Comité de pilotage

Barrioz Mickaël (UR CPIE de Normandie/OBHEN), Charpentier Jean-Loup (UR CPIE de Normandie/OBHEN), Clet Florent (DREAL de Normandie), Flambard Pascal (DDTM 27), Morin Lucy (CASE), Skrzyniarz Mégane (UR CPIE de Normandie/OBHEN)

Comité technique 2017

Airault Bernard (ONF), Archeray Claire (CEN Haute-Normandie), Cazelles Sébastien (propriétaire à Amfreville-sur-Iton), Follet Audrey (CD 27), Lambert Patrick (Mairie d'Amfreville-sur-Iton), Lemonnier Stéphane (CEN Haute-Normandie), Raimbourg Isabelle (Domaine de Chambray), Tran Van Loc Aurélie (PNR du Perche).

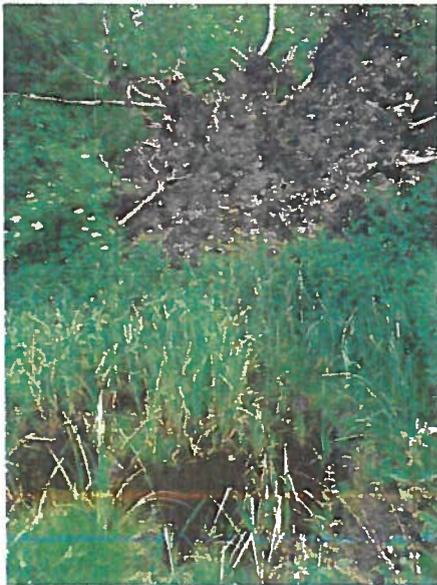
Comité scientifique

Cayuela.Hugo (IBIS, Université Laval – Quebec, Canada), Eggert Christophe (SHF), Kinet Thierry (Natagora, Belgique), Laudelout Arnaud (Natagora, Belgique), Lescure Jean (MNHN), Marquis Olivier (Conservation Planning Specialist Group, IUCN et MNHN), Miaud Claude (CNRS UMR-5023, CEFE), Noël Vincent (SHF), Vacher Jean-Pierre (NLU, Suisse).



Site de [REDACTED] (Eure) où se trouve la dernière population de Sonneurs à ventre jaune de Normandie

Introduction.....	4
I- Présentation de l'espèce dans le contexte régional.....	7
II- Bilan de la gestion de la population de [REDACTED].....	12
III- Impact potentiel de la Grenouille rieuse sur le Sonneur à ventre jaune.....	13
IV- Fonctionnalité écologique à l'échelle de la vallée de l'Iton.....	15
V- Prospections complémentaires au sein du secteur le plus favorable à l'espèce en Normandie.....	16
VI- Caractérisation génétique du Sonneur à ventre jaune en Normandie.....	31
VII- Diagnostic de trois secteurs présélectionnés pour une éventuelle réintroduction.....	32
VIII- Point sur les aspects réglementaires et techniques d'élevage.....	40
Résumé.....	44



Chablis et mare abreuvoir où se reproduit le Sonneur à ventre jaune en Normandie

Introduction

Le Sonneur à ventre jaune est une espèce médio-européenne et méridionale orientale d'affinité bioclimatique continentale qui se trouve en France en limite occidentale de répartition. Il est présent dans 52 départements (fig. 1) : assez commun/commun dans 12, assez rare/rare dans 23 et très rare/exceptionnel dans 17 (Duguet & Melki 2003).

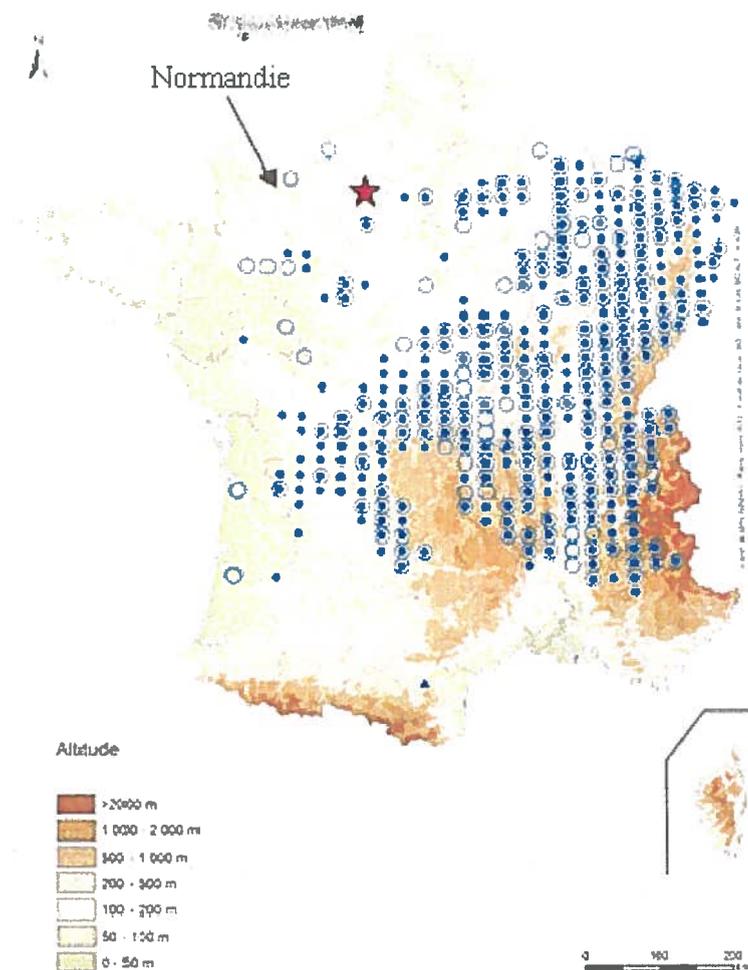


Figure 1 : Répartition du Sonneur à ventre jaune en France

Le Sonneur à ventre jaune est vulnérable et strictement protégé au niveau national (Liste rouge 2015 et Ar. 19/11/2007. Art. 2), et sa sauvegarde nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation au niveau européen (DHFF. An. II). Il a d'ailleurs bénéficié d'un Plan National d'Actions (PNA) pour la période 2011-2015 (Chemin 2011). Sa répartition assez large en France a impliqué la rédaction de déclinaisons régionales. Ainsi, sept plans régionaux d'actions (PRA) ont été rédigés : Lorraine, Alsace, Rhône-Alpes, Auvergne, Limousin, Centre et Pays de la Loire. Dans les autres régions, le choix a été fait de mettre en place d'autres formes de documents stratégiques.

En Normandie, suite à sa redécouverte en 2001 dans l'Eure à [REDACTED] (Lemonnier 2005), le site de reproduction a fait l'objet d'une désignation en Natura 2000 (« [REDACTED] ») dont l'animateur du Document d'objectifs est la Communauté d'Agglomération Seine-Eure (CASE), (Stallegger & Cochard 2010).

Problématique : processus stochastiques d'extinction d'une population.

Les petites populations comme celles de [REDACTED] sont particulièrement sensibles aux perturbations stochastiques qui sont caractérisées par leur imprévisibilité (Shaffer 1981). En d'autres termes, la dernière population normande est extrêmement vulnérable face aux aléas.

- **La stochasticité environnementale** représente toutes les perturbations qui sont liées aux événements climatiques, aux changements des habitats ou globalement aux changements de l'environnement où se trouve l'espèce. Cela prend également en compte les éléments biotiques tels que les prédateurs et les compétiteurs.

- **La stochasticité démographique** est liée à des événements aléatoires à l'échelle de l'individu qui ont une conséquence au niveau de la population, tels que la mortalité ou la reproduction. Le lien entre le niveau individuel et le niveau populationnel est un lien probabiliste. Par exemple, si le taux de mortalité d'un individu est de 0,8 alors, avec une loi de probabilité, on peut calculer la probabilité d'extinction théorique d'une population en fonction de son effectif. Ainsi, une population extrêmement petite de seulement deux individus a une probabilité d'extinction très forte de $0,8 \times 0,8 = 0,64$. Le processus de stochasticité démographique est donc un risque pour les populations de petite taille. Des études théoriques ont calculé le seuil minimal au-dessus duquel on peut se considérer à l'abri de ce risque. Il semble falloir, en théorie, un minimum de 50 individus pour avoir une population en sécurité au niveau de la stochasticité démographique (Allendorf & Luikart 2007).

- **La stochasticité génétique**, quant à elle, se présente sous plusieurs formes (Gaggiotti 2003, Frankham 2005). La perte de diversité génétique peut avoir des effets sur le long terme, il est donc nécessaire de prendre en compte ce processus dans une optique de restauration des écosystèmes sur le long terme. La diversité génétique est représentée par le nombre d'allèles différents présents au sein d'une population. Une faible diversité génétique est souvent associée à un faible potentiel adaptatif car, si il y a moins de variantes génétiques au sein d'une population elle a moins de possibilités de s'adapter à un changement des conditions environnementales. La diversité génétique d'une population demeure un équilibre entre des gains très lents de diversité par mutations et des pertes plus rapides (surtout dans les petites populations) de diversité par dérive génétique. En termes de génétique des populations, la dérive génétique comprend tous les événements aléatoires menant à la perte d'allèles dans une population (morts, manque de reproduction...). Par exemple, si un allèle très rare est présent uniquement chez un individu qui meurt avant de se reproduire alors l'allèle est perdu pour la population.

Depuis 2013, l'Union Régionale des Centres Permanents d'Initiatives pour l'Environnement de Normandie (CPIE), dans le cadre de l'Observatoire Batracho-Herpétologique Normand (OBHEN) et en partenariat avec la DDTM 27, accompagne la CASE dans la gestion du site : proposition d'un protocole de suivis de type CMR (Barrioz *et al.* 2013) ; constitution d'un groupe de travail pour réfléchir à la pertinence d'un programme de renforcement ou de réintroduction (Barrioz *et al.* 2014) ; co-encadrement de stagiaires afin de mieux connaître les exigences de l'espèce en termes d'habitat dans le secteur, en étudiant son évolution démographique et ses capacités de dispersion (Charpentier & Skrzyniarz 2015, Skrzyniarz 2015) ; accompagnement pour les analyses génétiques (2016), etc.

Le 09 octobre 2014, suite à la présentation d'une communication scientifique lors du 42^e Congrès de la Société Herpétologique de France (Barrioz & Delaplace 2014) l'idée d'un programme d'élevage pour le renforcement de la population de [REDACTED] et/ou de réintroduction en dehors de ce site a émergé, à l'instar de programmes similaires en Belgique et aux Pays-Bas (Laudelout & Kinet 2013). Selon l'IUCN (2013), dans le cadre d'introductions planifiées d'espèces (*conservation translocation*), dont les objectifs sont de réduire la vulnérabilité de l'espèce ou de restaurer des fonctionnalités écologiques, on distingue les introductions dans l'aire de répartition historique (*population restoration*) et les introductions hors de l'aire de distribution historique (*conservation introduction*). Les introductions planifiées dans l'aire de répartition historique consistent en un renforcement (*reinforcement*) ou des réintroductions (*reintroduction*). Lors d'un renforcement, une population existante est renforcée par l'apport d'autres individus, dans le cas de

réintroductions, une nouvelle population est fondée dans l'aire de répartition historique de l'espèce. Les nouvelles introductions ou les introductions planifiées hors de l'aire de répartition historique de l'espèce sont de deux sortes. On parle de colonisation assistée (*assisted colonisation*) lorsque la nouvelle introduction empêche l'extinction de l'espèce et de remplacement écologique (*ecological replacement*) lorsque la nouvelle introduction assure une fonction écologique spécifique.

Ce programme viserait à optimiser en captivité la reproduction d'un pool d'individus prélevé dans le site de [REDACTED] et/ou d'une autre région afin de relâcher les progénitures dans des habitats restaurés situés au sein de l'aire de répartition historique de l'espèce en Normandie. *In fine*, l'objectif est de conserver l'espèce au niveau régional mais aussi un patrimoine génétique particulier caractéristique des populations en limite d'aire de répartition.

Les CPIE de Normandie/OBHEN, la CASE et la DDTM 27 ont d'abord cherché à répondre à plusieurs questions afin de préciser le degré de vulnérabilité de la population du Sonneur à ventre jaune dans la région à court ou moyen termes :

- Les paramètres démographiques de cette population *a priori* isolée, en limite de répartition, dépendent-ils fortement de changements globaux comme le réchauffement climatique qui pourraient contrecarrer les mesures de gestion locales ? Les aménagements réalisés au sein du périmètre Natura 2000 sont-ils efficaces ? Autrement dit, quel est le succès de la reproduction et le taux de recrutement ?
- Le Sonneur à ventre jaune, espèce caractéristique des cortèges pionniers alluviaux, peut-il fonctionner en métapopulation à l'échelle de la vallée de l'Iton ? Existe-t-il d'autres populations dans le secteur ? Existe-t-il d'autres sites potentiellement favorables ? Quelles sont les capacités de colonisation au regard des habitats potentiellement favorables et de la fragmentation de la matrice paysagère ?
- Quel est l'impact potentiel de la Grenouille rieuse, espèce allochtone, arrivée récemment et en expansion dans le site de [REDACTED] ?
- Quel est le profil génétique de la population ? En d'autres termes, existe-t-il un risque de consanguinité ? Si oui, une opération de renforcement de la population sur le site est-elle nécessaire à partir de la population autochtone ou d'une population allochtone ? Et en cas de mise en captivité de reproducteurs dans le site de [REDACTED] : quel est le niveau de prélèvement soutenable ?

Les objectifs de cette étude sont de :

- Faire un point sur l'état de la population de [REDACTED] depuis 2010 suite aux mesures de gestion mises en place par la CASE ;
- Faire un point sur l'état des connaissances chorologiques régionales et réaliser des recherches dans les secteurs potentiellement favorables et sous-prospectés ;
- Réaliser une recherche bibliographique sur l'impact potentiel de la Grenouille rieuse sur les Amphibiens indigènes en général et sur le Sonneur à ventre jaune en particulier ;
- Réaliser une étude génétique pour évaluer le niveau de consanguinité de la population de [REDACTED] ;
- Effectuer un diagnostic des sites potentiellement favorables à la réintroduction dans la vallée de l'Iton ;
- Préciser les aspects techniques et réglementaires liés à l'élevage.

une quinzaine de kilomètres de la frontière ornaise. La métapopulation de Vernie et Ségrie bénéficie de suivis quantitatifs : 155 adultes ont été dénombrés en 2014 (Vannucci & Muzzolini 2014)

Dans le Loir-et-Cher, une station relictuelle estimée à moins de 20 individus existe encore à Sargé-sur-Braye, sur la frange orientale du Perche à quarante kilomètres de l'Orne (Gervais *et al* 2017).

Dans l'Eure-et-Loir, il a été observé dans quatre mares pendant trois décennies à partir des années 1960, à Écluzelle dans la vallée de l'Eure à une dizaine de kilomètres du département éponyme. Hélas, une mare est devenue une ballastière très profonde, une deuxième a été agrandie et approfondie, une troisième a été comblée par son propriétaire et la quatrième, théoriquement protégée par un arrêté préfectoral de protection de biotope (1984) a laissé place à un lotissement. Cette métapopulation a probablement disparu (Colin 1994).

Dans le Val d'Oise, un individu a été vu à Epiais-Rhus assez récemment (2006) dans le Vexin français jouxtant le Vexin normand (27), à une quarantaine de kilomètres de la vallée de l'Epte tandis que, dans la Somme où il était autrefois présent, notamment dans les marais arrière-littoraux du secteur d'Abbeville, il n'a pas été signalé depuis les années 1920 (Sueur 1989, Lescure *et al* 2011).

Biologie

Dans la vallée de l'Iton (27), les adultes sont observés dans l'eau, de jour comme de nuit, dès la mi-avril et la période de reproduction se prolonge jusqu'en été. Les chants sont surtout crépusculaires. Le nombre d'œufs pondus par femelle et par an est généralement compris entre 100 et 340 rassemblés en masses peu compactes de généralement deux à trente œufs. Elles sont déposées dans des mares plus ou moins proches les unes des autres. L'éclosion a lieu quatre à huit jours après la ponte et la métamorphose entre un et quatre mois après, en fonction de la température de l'eau. Par exemple, en 2014, les premiers têtards étaient observés dès la mi-mai et les premiers imagos (avec encore un reste de queue) le 31 juillet. Les mentions historiques (< 1994) assez précisément datées révèlent des observations d'adultes en activité, d'avril à septembre : avril 1883 à Elbeuf (76), 30 avril 1933 à Acquigny (27) et 21 septembre 1884 à Bourg-Achard (27).

Selon la littérature, la maturité sexuelle est acquise vers 2 ans et la longévité est d'une vingtaine d'années (par ex. Duguet & Melki 2003, Nöllert & Nöllert 2003).

Écologie

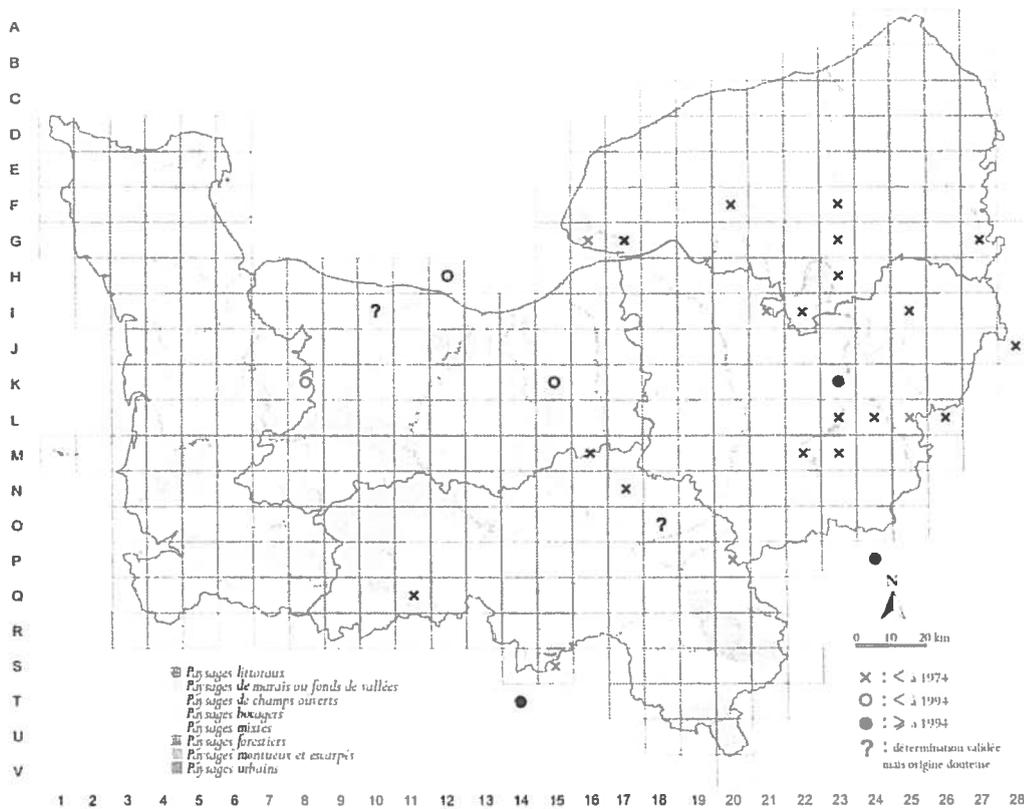
L'unique population connue se trouve dans un agrosystème d'environ trente hectares, composé d'une dizaine d'hectares de prairies pâturées par des bovins de manière assez extensive, ponctuées de neuf sites aquatiques (mares ou fossés) et ourlées au nord d'un bois alluvial (avec une vingtaine de chablis, petites dépressions ou fossés). L'ensemble est circonscrit à l'est par un coteau crayeux boisé et, des trois autres côtés par l'Iton, rivière assez imposante qui prend sa source dans le Perche ornaise (61) et qui conflue avec l'Eure 11 km plus loin à Acquigny (27) après un parcours de 132 km.

Biotopes de reproduction : depuis 2001 des indices de reproduction (amplexus, pontes, têtards ou imagos) ont été relevés dans trois mares abreuvoirs (ensoleillées) d'environ 50 m² (fig. 3, 4 et 5), quatre fossés (un ensoleillé, deux mi-ensoleillés et un plutôt ombragé) d'une dizaine de mètres linéaires (fig. 6 et 7), un chablis (ensoleillé) de 6 m² (fig. 8) et une ornière de 2 m² (ensoleillée). Espèce caractéristique des cortèges pionniers, le Sonneur à ventre jaune peut coloniser rapidement les nouveaux sites créés (la plupart du temps dès la première année) avec une propension à délaisser les anciens sites pour la reproduction.

I. Présentation de l'espèce dans le contexte régional

Répartition et abondance régionales

En Normandie, il est localisé dans une seule commune de l'Eure (██████████) située dans la vallée de l'Iton, entre le plateau du Neubourg et la plaine de Saint-André. Il s'agit de l'Amphibien le plus rare de la région. Des suivis de l'abondance de la population par capture-marquage-recapture suggèrent la présence de 70 à 80 adultes en 2016. Dans l'Orne et le Calvados, deux observations d'individus esseulés ont été réalisées depuis 1994 (signalées par des « ? » sur la carte ci-dessous), d'une part, à Saint-Vigor-le-Grand dans l'Entre plaine de Caen et le Bessin (14), dans un jardin, à moins de cinq kilomètres du littoral (1998) et, d'autre part, à Saint-Evroult-Notre-Dame-du-Bois sur les franges forestières du Perche septentrional (61), entre les vallées de la Charentonne et de la Risle, au seuil du département de l'Eure (2008). Des recherches ciblées dans ces deux secteurs pour trouver d'éventuelles populations ont été réalisées en vain (fig. 2).



D'après Barrioz *et al* 2015

Figure 2 : Répartition du Sonneur à ventre jaune en Normandie

Dans les autres régions limitrophes, il était signalé dans le département de la Mayenne, il y a plus de 20 ans : d'une part dans le secteur de la Bigottière, à 40 km du Domfrontais (61) et, d'autre part, à Voutré à 60 km du Pays du Désert (61). Dans ce département, le dernier témoignage date de 1988 dans la forêt de Charnie (Evrard & Daum 1982, Baudin 2010).

Dans la Sarthe, il a été signalé à plusieurs reprises de 1996 à 2007 dans la forêt de Sillé (Sillé-le-Guillaume et Mont-Saint-Jean) à une vingtaine de kilomètres des Alpes Mancelles (61). Il se trouve aussi dans la continuité, vers l'est, à Vernie et à Ségrie, et vers le nord, à Saint-Aubin-de-Locquenayet à Douillet-le-Joly à



Figures 3 et 4 : Deux mares abreuvoirs en contexte prairial où la reproduction du Sonneur à ventre jaune est connue depuis 2001-2002 (photos prises en 2013)



Figure 5 : Mare créée en 2011 par la CASE, en contexte prairial (à gauche, photo prise en 2013)

Figure 6 : Fossé créé en 2014 par la CASE, en lisière forestière (à droite, photo prise en 2017)



Figure 7 : Fossé créé en 2014 par la CASE, en contexte prairial (à gauche, photo prise en 2017)

Figure 8 : Chablis en contexte forestier issu de la chute d'un arbre en 2015 (à droite, photo prise en 2017)

Plusieurs sites aquatiques peuvent être fréquentés au cours de la même année. Par exemple, un individu a été observé quasiment tous les ans depuis 2008, en début de saison dans la même mare puis en été 200 m plus loin dans une autre, toujours en milieu prairial. Un jeune (< 3,5 cm) détecté en 2013 dans une prairie située au nord du bois alluvial a été revu 300 m plus loin en 2014 à la lisière sud dudit bois, dans un fossé creusé la même année.

Aucun individu reproducteur n'a été observé dans des eaux dont la température est inférieure à 15°C avec une préférence pour les sites les plus chauds (19/24°C) ; ce qui corrobore d'ailleurs d'autres observations comme en Ardèche où la température de 187 points d'eau contrôlés oscillait entre 14,1°C et 27,8°C avec une occurrence corrélée significativement aux températures les plus élevées (Cayuela *et al* 2011). D'ailleurs, en élevage un bon recrutement nécessite une température d'au moins 22°C ; entre 18°C et 21°C la reproduction est possible mais moins efficiente (Laudelout com. pers.). Précisons aussi que la tolérance thermique est de 36°C pour les larves et de 38°C pour les adultes (Böll 2002, Sos 2007, Dittrich *et al.* 2016).

D'autres sites aquatiques sont fréquentés par l'espèce, sans reproduction avérée : un trou d'eau de 2 m x 2 m créé en 2013 et une grande résurgence dans le bois alluvial à proximité des sites de reproduction, ainsi qu'un petit bassin maçonné assez ombragé dans un jardin à 400 m du site de reproduction le plus proche connu.

Déplacement connus dans d'autres régions

Des suivis réalisés dans le nord-est de la France pendant trois années ont mis en évidence que 50 % des individus avaient une amplitude de déplacement annuelle inférieure à 200 m et 95 % à 800 m (Pichenot 2010). Les plus longues distances parcourues par des adultes en une saison de reproduction signalées dans la littérature scientifique se situent entre un et trois kilomètres (Sordello 2012). L'amplitude des déplacements des immatures peut être encore plus importante et très rapide : par exemple, 3,8 km en quinze jours en contexte forestier (matrice paysagère favorable). Des distances de dispersion de l'ordre de 11 km, sur du plus long terme, ont aussi été mises en évidence (Szymura & Berton 1991).

L'existence d'un réseau diversifié d'au moins trois petits sites aquatiques, dont au moins un site ensoleillé et au stade pionnier, éloignés d'environ 200 à 500 m les uns des autres au sein d'une matrice favorable (prairie et forêt) semble très propice au maintien d'une population sur du long terme. La surface en eau du patch doit être assez grande, c'est-à-dire entre une quarantaine et une centaine de mètres carrés, pour avoir un taux de résidence important (Pichenot 2008). Au sein du site de [REDACTED] comme dans d'autres secteurs (Cayuela *et al.* 2017) la présence de sites aquatiques de repli / nutrition (plus stables que les sites de reproduction) est important. Du point de vue de la biologie de la conservation, il serait intéressant de restaurer ou de créer ce type d'écocomplexe dans un rayon d'un à cinq kilomètres d'une population source existante.

Les sites aquatiques signalés jadis dans la région étaient « des mares », souvent en contexte prairial (Gadeau de Kerville 1896, Zuidervijk 1979), ou « des flaques d'eau des champs, des prairies et des chemins » où par exemple dans les environs d'Alençon (61), « il [était] facile de l'observer après les grandes pluies d'orage » (Letacq 1900).

Dans les départements limitrophes, où les populations de Sonneurs sont également très rares et isolées, les biotopes de reproduction assez récents (20 ans) sont : un fossé alimenté par une source au pied d'une ancienne haie en contexte bocager (Sarthe), des fossés et des zones inondées peu profondes (< 40 cm) d'une carrière de roche massive (Sarthe), des petites mares de prairies alluviales (Eure-et-Loir).

Dans le nord-ouest de la France, les biotopes de reproduction primaires étaient probablement des bras-morts de rivière, des prairies inondées, des résurgences, des chablis, etc. tandis que les biotopes de substitution sont des mares ou des fossés de prairie ainsi que des carrières, toujours ensoleillés.

Les sites d'hivernages de la population de [REDACTED] sont peu connus, comme ailleurs en France. Un chantier de curage le 9 février dans la zone de chablis et d'ornières de l'aulnaie-frênaie a permis de découvrir deux adultes dans la vase. De même, dans le département voisin du Loir-et-Cher, deux individus ont été exhumés lors de travaux d'entretien des mares de reproduction, sous 15 cm de terre au niveau des berges (Gervais *et al* 2017). Il semblerait donc que - lorsque c'est possible dans le même secteur - la création de nouveaux sites aquatiques soit préférable au curage des sites de reproduction connus, notamment quand les populations sont de petites tailles. Quelques suivis radio-téléométriques ont permis de découvrir des sites d'hivernage toujours assez proches des sites de reproduction : un individu, à cinq mètres, dans une galerie de rongeur située sous un buisson de Callune (*Calluna vulgaris*) ; deux individus, à 315 et 450 mètres, dans des talus comprenant des fissures et des galeries de rongeurs dans les Ardennes (Pichenot 2008) ; sept individus, à moins de quatre mètres, dans le système racinaire de touffes de végétations herbacées ou sous des mousses en Haute-Loire (Muller 2016).

Au regard des connaissances relatives aux déplacements annuels la taille du domaine vital ne semble donc pas excéder un rayon de 500 m.

Dynamique des populations et vulnérabilité

Signalé dès 1866 par Lieury, le Sonneur à ventre jaune était considéré à l'aube du XX^e siècle assez rare à l'échelle de la Normandie mais localement assez commun dans les grandes vallées, notamment en Haute-Normandie dans la vallée de l'Iton.

Régimbart écrivait à Gadeau de Kerville (1896) : « Ce batracien n'est pas rare aux environs d'Evreux ; je l'ai pris dans bien des endroits et l'ai entendu, sans le voir, dans bien d'autres », et Barbier (1906) notait « ce batracien est commun dans la contrée [dans le secteur de Pacy-sur-Eure] ». En 1933, l'espèce était encore présente à la confluence des vallées de l'Iton et de l'Eure : il existe un spécimen capturé cette année-là dans les collections du Musée d'Histoire Naturelle d'Elbeuf. Dans l'Eure, il était aussi signalé par Lancelevée : à Bourg-Achard, à l'est du Roumois jouxtant la vallée de la Seine (1885) ainsi qu'à Grainville [-en-Vexin] dans la vallée de l'Andelle, affluent de la Seine (non daté). Elhaï le signale plus tard (1968) dans deux communes situées dans la vallée de l'Epte, à Gisors et, une trentaine de kilomètres plus au sud, à Giverny, à la confluence avec la Seine.

En Seine-Maritime, il était aussi présent dans la vallée de la Seine au niveau des boucles de Rouen et d'Elbeuf où il était peut-être relativement plus rare car Müller (1883) le considérait « peu commun » dans le secteur. Deux bocaux étiquetés « avril 1883, Elbeuf » et contenant respectivement un et trois spécimens se trouvent actuellement au Musée d'Histoire Naturelle d'Elbeuf. Il s'agit peut-être en partie des individus capturés par Müller et signalés par Coulon (1923). En outre, le Musée d'Histoire Naturelle de Londres possède trois spécimens provenant également d'Elbeuf, et envoyés par Gadeau de Kerville & Grosclaude (1896, 1897). Noël (1896) signale aussi l'espèce vers Rouen. Toujours dans la vallée de la Seine, mais au niveau de la rive droite de l'estuaire, Mail consigne entre 1910 et 1918 des stations au Havre et aux abords du marais du Hode (Gonfreville-l'Orcher). Au début des années soixante-dix, un individu est encore signalé à Saint-Aubin-du-Crétot par Trémauville.

En Basse-Normandie, Elhaï (1968) signale encore le Sonneur à ventre jaune dans l'Orne, au seuil de l'Eure, dans la vallée de l'Avre. Mais nous sommes redevables des plus anciennes observations ornaises publiées à Letacq (1896, 1900). Ce dernier observa l'espèce à Ticheville et à Orville au sud du Pays d'Auge, dans la vallée de la Touques, mais aussi dans les environs d'Alençon dans la vallée de la Sarthe où « il n'est pas très rare » ainsi qu'à Tessé-la-Madeleine [commune aujourd'hui rattachée à Bagnoles-de-l'Orne], une des rares stations situées en Normandie armoricaine.

Le Calvados n'a pas bénéficié de recherches batrachologiques anciennes. Il faudra attendre 1979 pour que Zuiderwijk mentionne l'espèce dans ce département, à Victot-Pontfol, dans la vallée de la Dives au seuil de l'escarpement occidental du Pays d'Auge. Au milieu des années 1980, Cauvet l'observe, quant à lui, à Bernières-sur-Mer dans les marais arrière-littoraux de la côte de Nacre.

Dans la Manche, le seul témoignage validé concerne la commune de Bérigny dans le bocage en tableaux à l'est de Saint-Lô où l'espèce a été observée au milieu des années 1970 près de l'étang de Banville.

Le Sonneur à ventre jaune est en outre menacé de disparition dans toutes les régions limitrophes : dans les Pays de la Loire (en danger critique), dans le Centre (vulnérable), en Ile-de-France (en danger critique) et en Picardie (vulnérable).

Espèce caractéristique des vallées et des marais, le Sonneur à ventre jaune a probablement fortement souffert de l'artificialisation et du drainage de ces milieux, notamment en Normandie orientale, à l'instar du Crapaud calamite, du Pélodyte poncturé et de la Rainette verte. L'introduction de la Grenouille rieuse dans ces secteurs pourrait aussi constituer un facteur aggravant (cf. chap. III).

II. Bilan de la gestion de la population de ~~██████████~~

Les paramètres démographiques de cette population *a priori* isolée, en limite de répartition, dépendent-ils fortement de changements globaux comme le réchauffement climatique qui pourraient contrecarrer les mesures de gestion locales ? Les aménagements réalisés au sein du périmètre Natura 2000 sont-ils efficaces ? Autrement dit, quel est le succès de la reproduction et le taux de recrutement ?

Les effets climatiques sur les paramètres démographiques des Amphibiens, notamment du Sonneur à ventre jaune sont importants (e.g. Cayuela *et al.* 2014, Cayela *et al.* 2017). L'altération de sa reproduction induite par l'atlantisation du climat (avec une hausse des températures hivernales beaucoup plus fortes que celles des températures estivales) sur la frange occidentale de son aire de répartition est une hypothèse parfois émise mais pas forcément confirmée (Parent 1984, Pichenot 2010).

Cependant, depuis la mise en œuvre du Document d'objectifs, le site a fait l'objet d'une gestion efficace, d'une sensibilisation des propriétaires et d'une veille environnementale. Des mesures agro-environnementales et des conventions de gestion ont été mises en place avec certains propriétaires, afin de pérenniser une conduite extensive des prairies et d'entretenir les mares abreuvoir. La CASE et le Syndicat Aval de la Vallée de l'Iton (Saviton) ont également fait l'acquisition de plusieurs parcelles afin d'y maîtriser les modes de gestion et d'y réaliser des aménagements favorables au Sonneur à ventre jaune : creusement et rajeunissement de mares, de fossés et de chablis, restauration de prairies, pâturage... La plupart des sites créés depuis 2011 ont été colonisés très rapidement : 13 sur 16.

Entre 2001 et 2012, un maximum d'une dizaine d'adultes pouvait être comptabilisé par passage sur le site (Stallegger & Cochard 2010, Flambard com. pers.) ; aujourd'hui le nombre peut atteindre la trentaine (par ex. 34 le 13 juin 2017). Les suivis effectués depuis 2013 ont mis en évidence un bon taux de recrutement avec l'observation, en plus des juvéniles de l'année, de nombreux immatures (42 en 2016) et une augmentation de la population évaluée en 2016 à 70-80 adultes contre 15-25 il y a trois ans (fig. 9). Notons qu'il a été décidé lors d'une réunion du comité de pilotage, le 9 juin 2016, de continuer les suivis CMR mais seulement tous les deux ans pour limiter l'aspect éventuellement intrusif des manipulations. A l'avenir, la population grandissante, il serait souhaitable d'utiliser un logiciel informatique pour l'identification des patrons ventraux (*pattern extraction*), par exemple Wild-ID (Douglas *et al.* 2011), plutôt que par reconnaissance visuelle sur catalogue photographique.

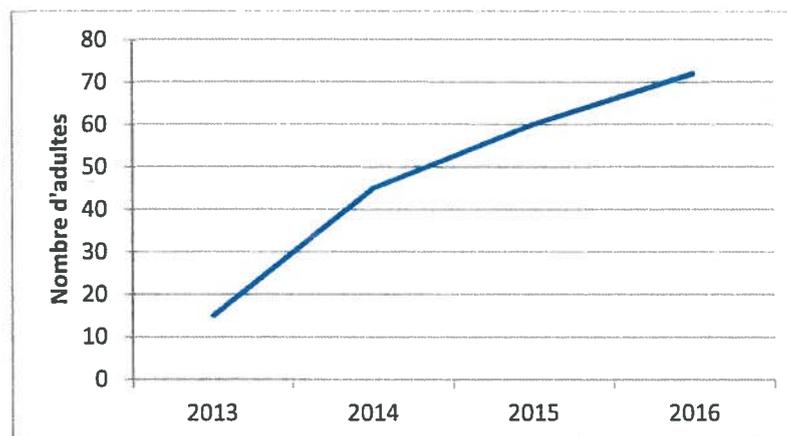


Figure 9 : Effectifs d'adultes de Sonneurs au sein de la station de ~~██████████~~ évalués selon les suivis CMR

Ainsi les mesures de gestion effectuées par la CASE au sein du périmètre Natura 2000 sont efficaces malgré un contexte de changement climatique qui fragilise - peut-être - les populations en limite de répartition comme cela a été suggéré par certains auteurs. D'ailleurs, une adaptation locale significative du point de vue évolutif est une hypothèse à ne pas exclure car ce processus est connu chez ce type de populations (Beebee 2005).

III. Impact potentiel de la Grenouille rieuse (*Pelophylax ridubundus*) sur le Sonneur à ventre jaune

Malgré une dynamique positive au sein du périmètre Natura 2000, ~~la Vache~~ cette dernière population normande demeure isolée et donc vulnérable face à d'éventuelles menaces : pollutions, maladies (chytrides...), mises en contact avec des espèces exotiques... Il convient donc d'essayer de repérer promptement ces menaces et d'évaluer leur dangerosité afin de mesurer notamment l'urgence d'un programme d'élevage conservatoire.

Depuis 2013, la Grenouille rieuse (fig. 10) a colonisé le site où son expansion est très importante. Cette espèce allochtone, signalée en Normandie orientale depuis les années 1990, est originaire d'Europe de l'Est et du Proche-Orient (Pagano *et al* 1997). Elle a été introduite en France dans le cadre d'élevages pour alimenter les filières gastronomiques. Ce type d'élevage continue d'être ouvert : par exemple, en 2017, à Vesly dans la Manche.

Or il semblerait que ~~la Vache~~ le Sonneur à ventre jaune régresse de manière significative dans les mares où la Grenouille rieuse s'est installée (Morin 2016).



Figure 10 : Grenouille rieuse

Plusieurs auteurs ont déjà signalé une concurrence significative, au détriment du Sonneur, dans d'autres régions :

Dans le Sud de la France, « la régression rapide et marquée du Sonneur à ventre jaune en région méditerranéenne n'est pas facilement explicable. Peut-être est-elle due à l'expansion des Grenouilles vertes, notamment la Grenouille rieuse qui colonise activement les milieux aquatiques méditerranéens depuis les années 1970. Cette espèce ubiquiste semble concurrencer directement ou indirectement le Sonneur à ventre jaune » (Massemin & Cheylan 2001) ; « il semble que le Sonneur soit concurrencé par la Grenouille rieuse comme cela a été suggéré par Brugière (1986), et comme cela a été constaté localement » (Geniez & Cheylan 2012).

En suisse, « les observations de Sonneurs [dans les bacs de reproduction] se trouvaient à une distance d'au moins 300 m des populations de Grenouille rieuse. Les bacs colonisés par la Grenouille rieuse ne l'ont pas été par le Sonneur » (Jaggi 2010) ; « les observations faites à Genève et en Valais indiquent une inclination de Sonneurs vers les sites moins ensoleillés [et donc moins favorables à la reproduction] pour éviter la concurrence avec la Grenouille rieuse » (Thiebaud 2011). Une autre étude aborde aussi les interactions entre le Sonneur à ventre jaune et les grenouilles vertes en expansion telle la Grenouille rieuse : « we applied our

model to data from a Swiss amphibian monitoring program and showed that sizes of expanding water frog populations were negatively related to population sizes of endangered yellow-bellied toads and common midwife toads and partly of natterjack toads. Unlike other studies that analyzed presence and absence of species, our model suggests that the spread of water frogs in Central Europe is one of the reasons for the decline of endangered toad species » (Roth et al. 2016).

D'autres auteurs suggèrent que la cohabitation entre ces deux espèces est possible dans certains milieux tels que les rivières ardéchoises du fait d'un chevauchement écologique tenu à l'échelle de l'hydrosystème ; le Sonneur pouvant par exemple occuper des petites vasques rocheuses contrairement à la Grenouille rieuse (Cayuela et al 2013). Cela dit, les auteurs nuancent leurs propos en soulignant que la coexistence des deux espèces n'exclut pas une adaptation progressive quant au choix des habitats, voire une régression (*we cannot exclude the possibility that this slight overlap results from a process of progressive niche segregation that is no longer perceptible*). En outre, ces systèmes sont peu comparables aux plaines alluviales et les matrices bocagères (Cayuela et al. 2016).

En Normandie et plus largement sur la frange occidentale de son aire de répartition, notamment dans les paysages agricoles et/ou dans les fonds de vallées artificialisées, les Sonneurs ne disposent pas de sites de substitution abondants tels que les vasques rocheuses ardéchoises. En outre, la fraîcheur du climat océanique est un facteur qui limite fortement les possibilités de reproduction dans les milieux forestiers (ornières, fossés, sources... ombragés) comme dans l'Est de la France soumis, quant à lui, à un climat plus continental et donc nettement plus chaud en été (optimum écologique). En d'autres termes, en Normandie lorsque la Grenouille rieuse exclut le Sonneur à ventre jaune d'un site de reproduction, ce dernier peut difficilement retrouver un site favorable. La température de l'eau est, comme nous l'avons vu dans le chapitre I, une des clés expliquant la répartition du Sonneur en Normandie, zone de tolérance écologique pour l'espèce.

Compétition alimentaire

Les populations présentes dans les contextes prairiaux de l'Ouest de la France connaissent probablement une compétition avec les autres Amphibiens plus forte que dans d'autres régions, notamment forestières, où le Sonneur est souvent le seul présent dans les sites de reproduction. Mikolas 2016, par exemple, a étudié l'impact de la compétition interspécifique sur la taille et le poids du Sonneur et a constaté des gabarits plus imposants dans les mares forestières : *« therefore is able to achieve higher body condition in forest ponds not only due to higher nutrient availability and higher moisture but also decreased competition »*. Or la Grenouille rieuse est connue pour être particulièrement vorace au stade adulte (Balint et al. 2008) et prive probablement le Sonneur de ressources trophiques mais la compétition pourrait se jouer aussi (et peut-être surtout) au stade larvaire. Ce point serait à préciser.

Prédation

Outre la compétition alimentaire, la Grenouille rieuse peut aussi prédater le Sonneur à ventre jaune. Une étude a comparé le régime alimentaire de ces deux espèces au sein d'un même secteur et mis en évidence une consommation parfois importante d'Amphibiens chez la Grenouille rieuse (jusqu'à 12,94 % des proies, sans préciser les espèces) contrairement au Sonneur (Cicort-Lucaciu 2011). Des cas de prédatations sur d'autres espèces d'Amphibiens (Rainette verte *Hyla arborea*) ont déjà été observés en Normandie (Barrioz et al 2014). Nöllert & Nöllert 2012 signalent aussi que *« ces têtards consomment les œufs du Sonneurs à ventre jaune, du Crapaud calamite, des Rainettes... »*.

L'impact de la prédation de la Grenouille rieuse sur le Sonneur est difficile à mesurer précisément mais n'est peut être pas anodin localement.

Transmission de maladies

Un champignon identifiée en 1999, *Batrachochytrium dendrobatidis*, est responsable d'importants foyers de mortalité dans au moins 7 pays (Amérique du Nord et Centrale, Australie, Europe). Il est présent en France, mais les seules mortalités qui lui soient attribuées sont dans des lacs isolés d'altitude des Pyrénées. Or la Grenouille rieuse et les Grenouilles vertes en général présentent une prévalence importante et sont donc potentiellement des vecteurs de ce champignon pathogène (Dejean et al 2010).

IV. Fonctionnalité écologique à l'échelle de la vallée de l'Iton

Comme nous l'avons vu dans le chapitre I, les déplacements du Sonneur à ventre jaune au cours de l'année est fréquent dans un rayon de 500 m, plus rare au-delà de 1000 m et le record connu est de 3800 m (Pichenot 2008). Sur le site de [REDACTED], les suivis ont mis en évidence des déplacements jusqu'à 300 m, d'un point d'eau à l'autre, au cours de la saison de reproduction.

Les prospections réalisées dans la vallée de l'Iton en aval du site Natura 2000 jusqu'à la confluence avec l'Eure, puis dans la vallée de l'Eure jusqu'à Pacy-sur-Eure ont mis en exergue le caractère exceptionnel du site de [REDACTED] (Matrot 2012, Charpentier & Skrzyniarz 2015, Flambard com. pers.). En effet, sur les 143 points d'eau inventoriés 35 sont isolés et 108 se trouvent en réseau, c'est-à-dire espacés de moins de 600 m, mais au sein d'une matrice paysagère assez dégradée (cultures intensives, zones urbanisées...) qui induit une altération des déplacements. Surtout, le nombre de mares en réseau est de trois en moyenne (maximum six) contre 37 au sein du périmètre Natura 2000 (21 lors de la découverte de la station). Or l'existence d'un réseau de points d'eau hétérogènes (sites pionniers souvent ensoleillés pour la reproduction, sites plus évolués et/ou forestiers pour les immatures ou les adultes en été...) au sein d'une matrice paysagère favorable (prairies, bois...) est probablement la condition *sine qua non* pour le maintien d'une population.

D'ailleurs des prélèvements d'eau dans 16 mares situées dans un rayon de 1,5 km autour du site Natura 2000 afin de rechercher d'éventuelles traces d'ADN (ADNe) en 2016 en complément des méthodes classiques (à vue et écoutes entre 2012 et 2015) n'ont pas permis de découvrir de populations en dehors du périmètre classé. En outre, quatre mares situées à 4 km et 6 km en aval, dans les secteurs potentiellement les plus favorables de la zone prospectée en 2014 et 2015 (Charpentier & Skrzyniarz 2015), à Amfreville-sur-Iton et à Heudreville-sur-Eure, ont été échantillonnées sans succès.

Notons néanmoins la détection par Lucy Morin d'un mâle chanteur le 22/06/2016, pour la première fois de l'autre côté de l'Iton, à 500 m en aval du site Natura 2000, à [REDACTED] dans une ancienne prairie humide retournée en 2014. L'Iton est une rivière assez imposante qui prend sa source dans le Perche ornais (61) et qui conflue avec l'Eure 11 km plus loin à Acquigny (27) après un parcours de 132 km. L'individu se trouvait dans une partie inondée de l'actuel champ de blé. Or l'échantillonnage effectué le même jour dans le cadre des recherches d'ADNe, dans deux mares en lisière de ce champ et dans une prairie adjacente n'a pas révélé la présence de l'espèce, tout comme d'autres prospections postérieures. Il s'agissait donc probablement d'un individu erratique.

En 2017, des prospections complémentaires ont été réalisées par l'Union Régionale des CPIE de Normandie dans les secteurs sous-prospectés de la vallée de l'Iton, à Condé-sur-Iton et Saint-Ouen-d'Attez, mais aussi dans les vallées de la Sarthe, de l'Avre et de l'Eure, toujours sans succès (cf. chap. V).

En outre, une analyse génétique a montré clairement qu'il n'existait pas d'échanges entre la population de [REDACTED] et celle de la Sarthe située à environ 90 km ; l'inverse aurait pu laisser envisager la présence de populations inconnues dans l'est de l'Orne (Vacher & Ursenbacher 2017).

Ainsi malgré des recherches importantes, dans la vallée de l'Iton et plus largement dans l'est de l'Eure et de l'Orne depuis 2012, cette population semble réellement isolée et aucun secteur favorable n'y a été trouvé. Une expansion viable de l'espèce en dehors de [REDACTED] semble aujourd'hui impossible. D'ailleurs, les mécanismes de colonisation sont complexes et le bon état de conservation des habitats au sein du périmètre Natura 2000 pourrait expliquer un taux de dispersion très faible comme cela a été mis en évidence récemment dans un fonctionnement métapopulationnel (Cayuela *et al*, 2016).

V. Prospections complémentaires au sein du secteur le plus favorable au Sonneur à ventre jaune en Normandie

Les zones prospectées ont été sélectionnées dans l'est de la Normandie, à partir des conditions suivantes :

- Présence historique du Sonneur ;
- Faible pression de prospection ;
- Proximité inférieure à 50 km d'une station actuelle de l'espèce ;
- Connectivité écologique possible avec les stations actuelles de l'espèce.

Ainsi, le périmètre de prospection se situe dans le quadrilatère formé par les communes d'Alençon et de Ceton dans l'Orne (61), et d'Acquigny et Saint-Georges-de-Motel dans l'Eure (27). Les populations situées à proximité sont présentes dans les vallées de la Sarthe, de la Braye et de l'Eure. Les fonds de vallée de ces cours d'eau ont fait l'objet de prospections, ainsi que ceux des vallées de l'Huisne et de la Risle en raison de leurs connexions *via* le réseau hydrique (Tab. I).

Tableau I : Secteurs de prospection sélectionnés en 2017.

Vallée	Secteur	Département
Iton	Condé-sur-Iton, Saint-Ouen-d'Attez	Eure
Sarthe	Saint-Aquilin-de-Corbion, Bonsmoulins	Orne
Eure		
Avre	Saint-Georges-Motel	Eure

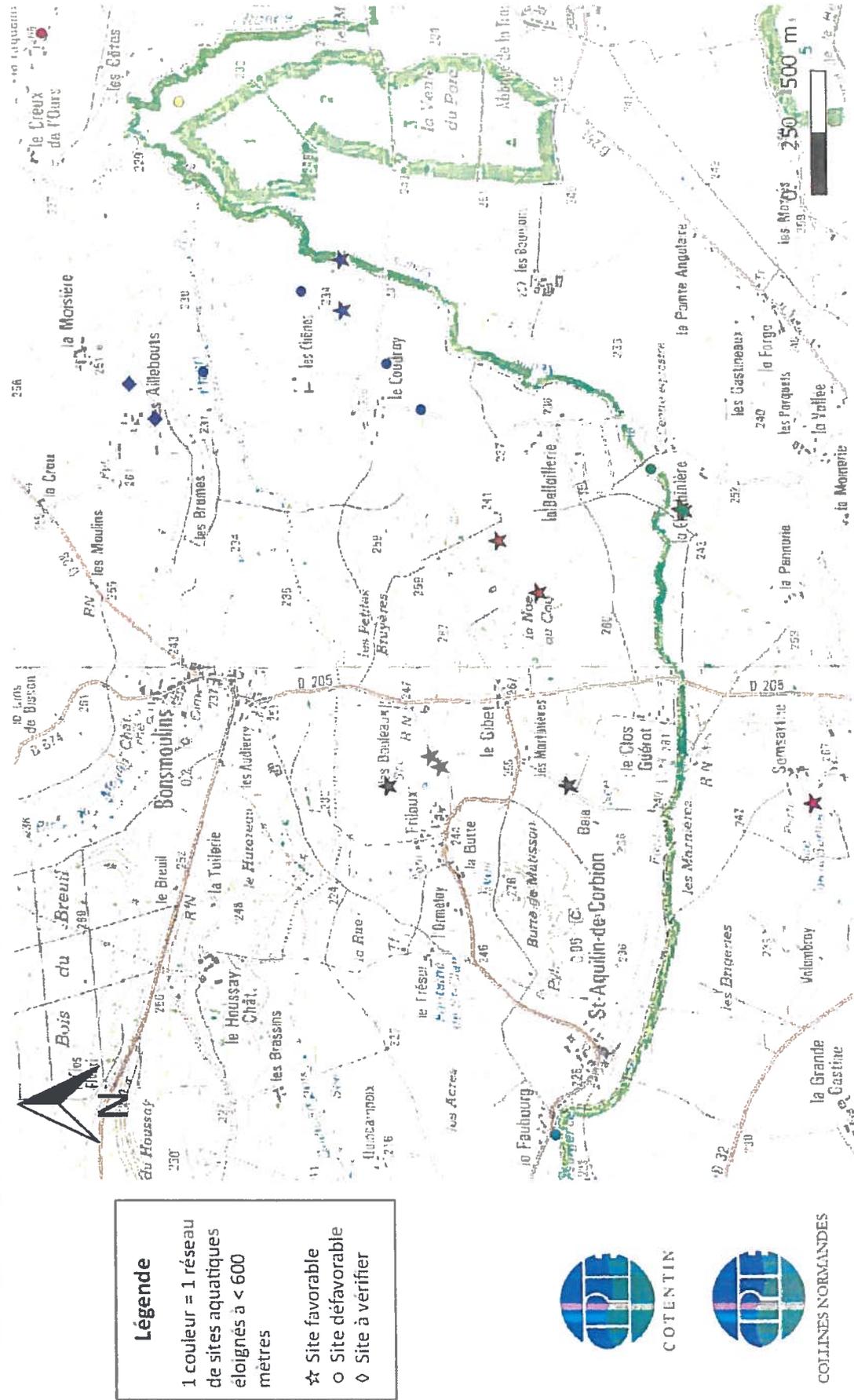
Les zones prospectées ont fait l'objet d'un pré-repérage des potentiels sites aquatiques favorables (points d'eau, zones de source, abords de cours d'eau, etc.) à l'aide d'ortho-photographies aériennes et d'un SCAN 25. Le passage sur les sites a été réalisé au mois de juin, période de forte activité de l'espèce sur le site de la Vacherie. *In situ*, la présence des sites fut confirmée, ou non, et relevée sur GPS. Les sites furent visités et prospectés pendant une dizaine de minutes (temps variable selon leur superficie) afin d'établir un contact visuel ou auditif avec l'espèce recherchée.

Synthèse des observations

Au total, 61 sites aquatiques ont été prospectés au cours du mois de juin 2017 dans les vallées de l'Iton, de la Sarthe, de l'Eure et de l'Avre (fig. 11). Aucun Sonneur à ventre de jaune n'a été contacté lors de ce premier passage. Parmi ces sites, 29 présentent une structuration favorable à la reproduction de l'espèce (*i.e.* pionnier, peu profond, ensoleillé) malgré la sécheresse. Même si 18 % de ces sites restent isolés, près de la moitié des sites (45 %) sont inclus dans un réseau compris entre 2 et 4 sites. Deux réseaux se composent de 8 sites aquatiques regroupant 27 % des sites, dont un particulièrement favorable à la présence du Sonneur (Secteur de Montigny-sur-Avre).

Figure 12 : Vallée de le Sarthe (Saint-Aquilin-de-Corbion, Bonsmoulins ; 61)

VALLÉE DE LA SARTHE : SECTEUR SAINT-AQUILIN-DE-CORBION / BONSMOULINS



Vallée de la Sarthe (fig. 12)

Le paysage bocager est caractérisé par la présence d'une multitude de points d'eau (21 sites aquatiques prospectés) distribués entre forêts, pâtures et cultures. Il pourrait s'apparenter à un système de sources et de prairies décrit comme étant composé de zones bocagères, présentant des sites de types fossés, zones de suintements et de sources, mares, petites d'eau et secteurs piétinés par des animaux domestiques (Chemin 2011).

C'est un des secteurs comportant le réseau de mares le plus dense, soit 8 (Lieu-dit « le Coudray », Saint-Aquilin-de-Corbion, en violet sur la carte). Parmi ce réseau, seuls deux sites sont favorables à la reproduction du Sonneur (une flaque temporaire et un affluent de l'Iton modelé par les bauges à Sanglier *Sus scrofa* (fig. 13 et 14).



Figure 13 : Une flaque récemment asséchée (à gauche)

Figure 14 : Une bauge à Sanglier à proximité du ruisseau de la Souris (à droite).

Les mares composant le réseau marron (Lieu-dit « la Bellaillerie », Saint-Aquilin-de-Corbion) se situent dans une matrice très similaire à celle du Hom, avec des mares de pâtures bovines fortement piétinées par endroit et protégées par des barrières à d'autres (fig. 15). Ainsi que la présence d'un bois humide à proximité pouvant servir d'abris aux Sonneurs.



Figure 15 : Mare de pâture présentant des berges fortement piétinées par endroits.

Concernant le réseau vert (lieu-dit « La Chéchinière », Soligny-la-Trappe), le ruisseau de la Neuille alimente une mare pionnière (fig. 16) et des ornières d'engins agricoles assez profondes (fig. 17) favorables à la présence de l'espèce. Il est situé dans une matrice semblable au réseau de « la Bellaillerie », situé à seulement un kilomètre au nord. Ces deux sites sont à proximité de zones fortement pâturées par un centre équestre disposant d'une mare également (très végétalisée). De même, ce site est connecté au réseau du « Coudray » à travers le ruisseau de la Neuille relié au ruisseau de la Souris.



Figure 16 : Une mare alimentée par la Neuille (à gauche)

Figure 17 : Ornières de tracteur à proximité (à droite).

Enfin, le réseau gris (Lieu-dit « Friloux », Saint-Aquilin-de-Corbion) est constitué de quatre sites aquatiques dont une grande mare en prairie de fauche avec des berges maintenues pionnières, certainement par la présence de Ragondins *Myocastor coypus* (fig. 18). Une mare est située en lisière de bosquet, adjacente à une prairie de fauche également. Situé dans le bosquet, le dernier site s'apparente à une zone de source retenant l'eau (fig. 19).

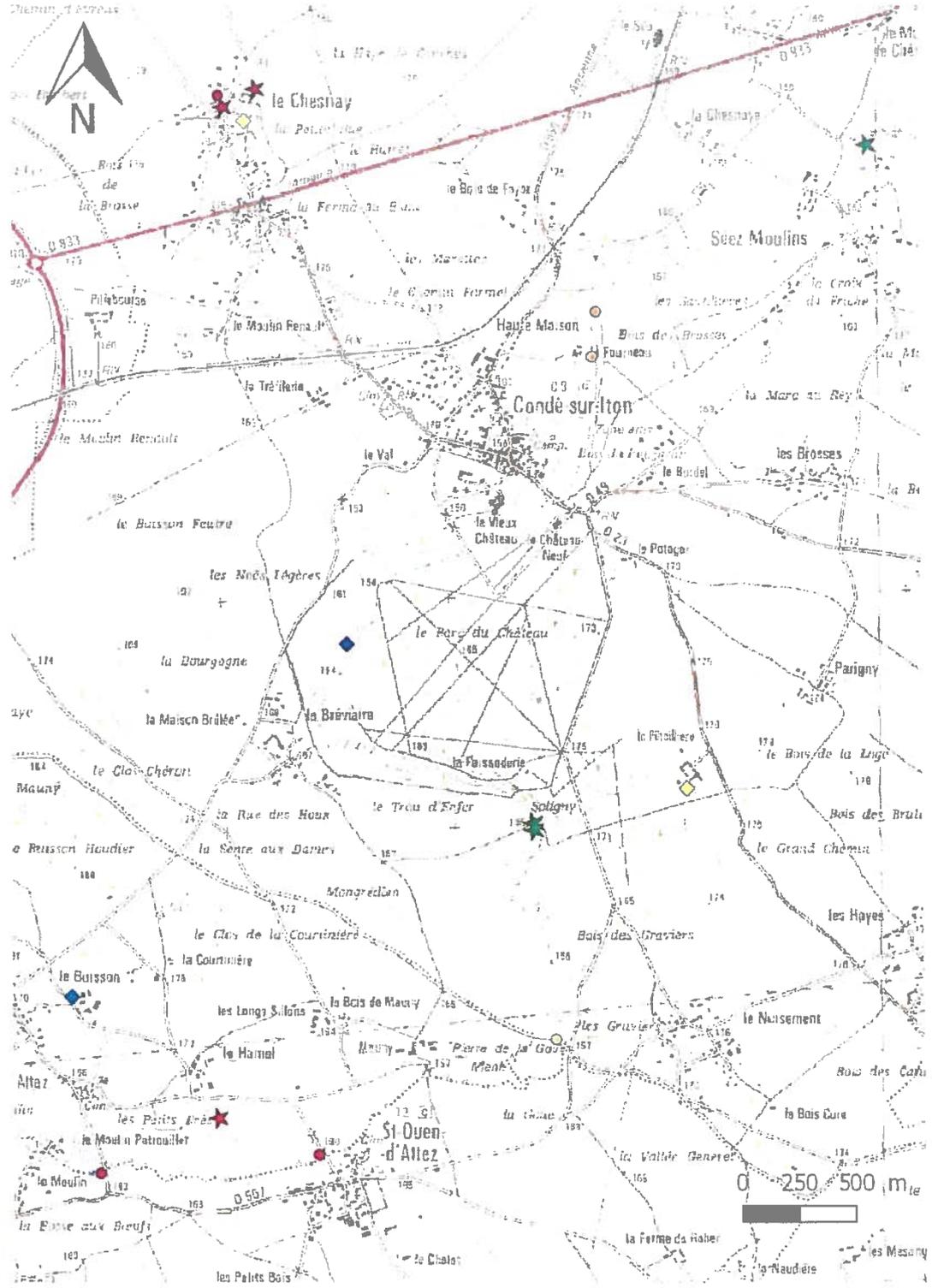


Figure 18 : Vaste mare aux berges « abimées », colonisée par le Ragondin.

Figure 19 : Une mare en lisière forestière (à gauche) située en zone de source, avec quelques retenues d'eau (à droite).

Figure 20 : Vallée de l'iton (Condé-sur-Iton, Saint-Ouen-d'Attez ; 27

VALLÉE DE L'ITON : SECTEUR CONDÉ-SUR-ITON / SAINT-OUEN-D'ATTEZ



Légende

- 1 couleu = 1 réseau de sites aquatiques éloignés à < 600 mètres
- ☆ Site favorable
- Site défavorable
- ◇ Site à vérifier



COTENTIN



COLINES NORMANDES

Vallée de l'Iton (fig. 20)

Dominé par des cultures sur le plateau, le fond de vallée de l'Iton est davantage bocager, voire forestier par endroits en raison de la présence du Château de Condé et de son parc. Le secteur dispose également d'un Espace Naturel Sensible (ENS) sur la commune de Condé-sur-Iton qui a fait l'objet de travaux en 2014-2015 (suppression de l'étang de Condé permettant à l'Iton de retrouver son lit d'origine et restauration de zones humides). Ces travaux ont été menés par le Conseil Départemental de l'Eure pour la partie située dans l'ENS (et le Syndicat intercommunal de la Haute vallée de l'Iton (SIHVI) pour la partie en amont).

A première vue, le secteur semble assez défavorable à la présence du Sonneur : mares isolées ou rebouchées, réseaux de sites aquatiques trop faible, bocage dégradé. Cependant la zone du Château de Condé peut faire l'objet d'une attention particulière. D'une part grâce à la matrice forestière qui domine. D'autre part, car des sites aquatiques favorables ont été observés à proximité de son parc : il s'agit du réseau vert (en forêt de Soligny, au sud du Château). A cet endroit, la morphologie du lit de l'Iton offre des zones peu profondes, avec peu de courant, plus ou moins ensoleillées. De plus, la présence de Sangliers permet la présence de grandes ornières partiellement ensoleillées favorables au Sonneur (fig. 21). Mais les prospections n'ont pu aller plus loin, le parc du château étant privé.

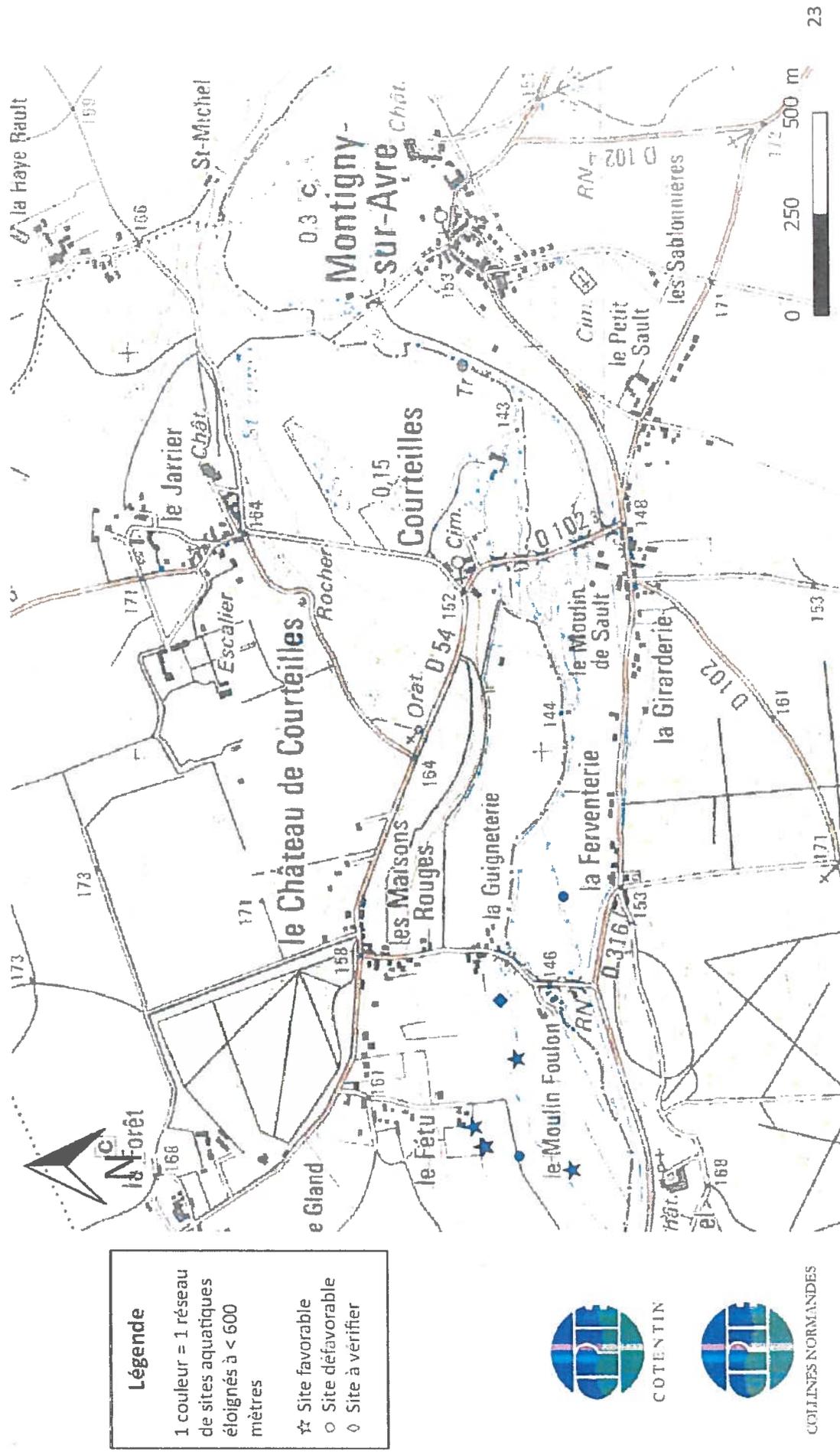


Figure 21 : Une bauge à Sanglier en rive gauche de l'Iton.

Il serait donc intéressant de contacter le propriétaire du Château de Condé-sur-Iton afin de poursuivre les prospections dans le parc. D'après l'interprétation des orthophotographies aériennes, le parc semble bénéficier d'une gestion sylvicole (favorisant la présence d'ornières) et de zones de prairies avec quelques mares n'ayant pu être visitées (dont celles représentées par un losange bleu fig. 20). Même si peu favorable au Sonneur en raison de la faible densité de sites aquatiques (les deux seules mares étant défavorables car à un stade d'évolution trop avancé), il est intéressant de noter que le biotope de l'ENS (géré par le Conseil Départemental de l'Eure) ainsi que la partie aval dispose d'une belle matrice de pâtures en fond de vallée et de forêts sur les coteaux.

Figure 22 : Vallée de l'Avre (a/ Montigny-sur-Avre ; 27)

VALLÉE DE L'AVRE : MONTIGNY-SUR-AVRE



COTENTIN



COLLINEES NORMANDES

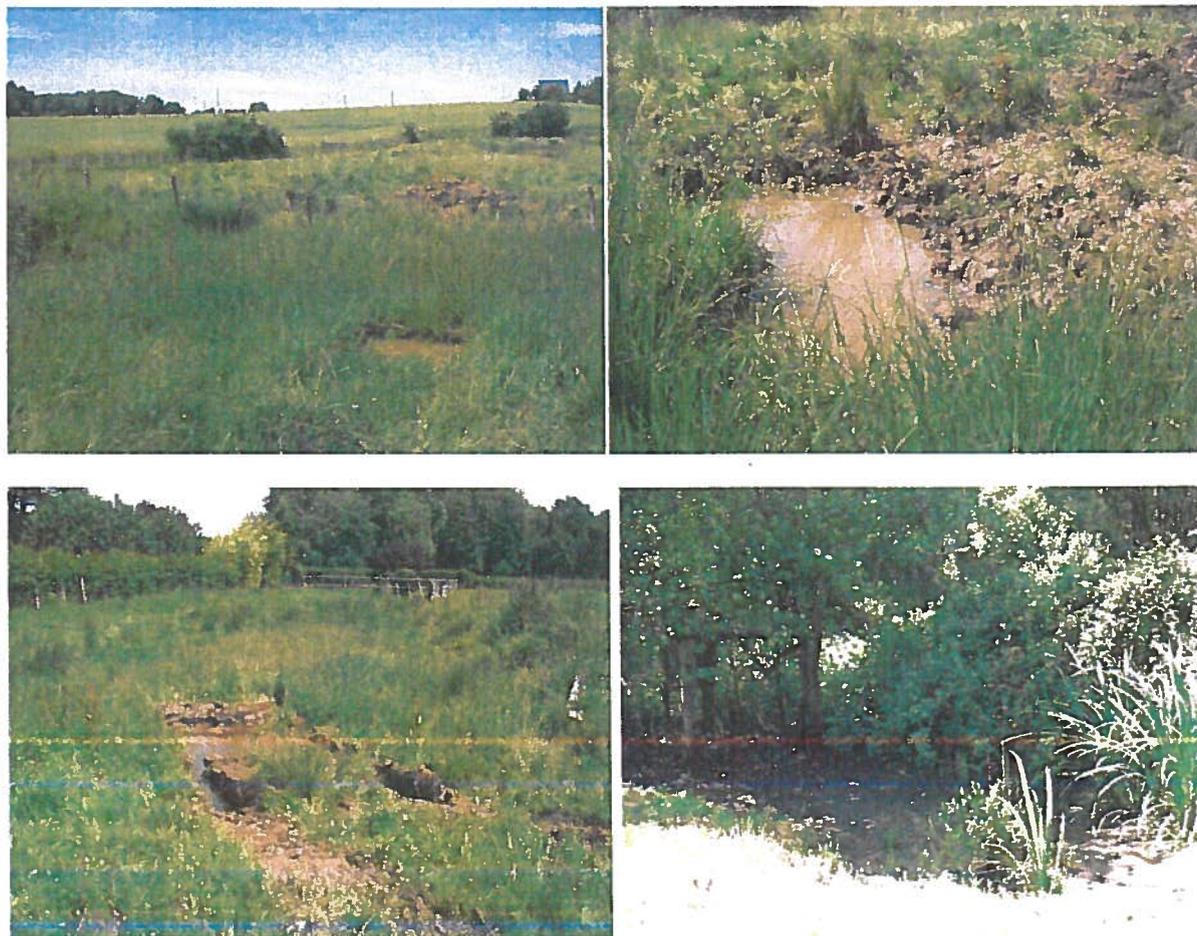
Source : SCAN 25 / IGN

Réalisation : CPIE des Collines normandes, M. SKRZYNIARZ, 2017

Vallée de l'Avre a/ (fig. 22)

Ce secteur dispose du réseau de sites aquatiques le plus favorable à la présence du Sonneur parmi ceux ayant été prospectés au cours de ces dernières années (lieu-dit « le Moulin Foulon», Courteilles). Situé en fond de vallée, le paysage est dominé par des pâtures bovines, du bocage et des forêts sourceuses (bénéficiant probablement d'une gestion cynégétique). Le réseau est composé de huit sites. Parmi eux cinq sont jugés favorables, deux défavorables (une mare asséchée partiellement comblée par des déchets verts et un cours d'eau non accessible au bétail, donc sans berges pionnières), et un site n'a pas pu être visité car situé dans un jardin privé.

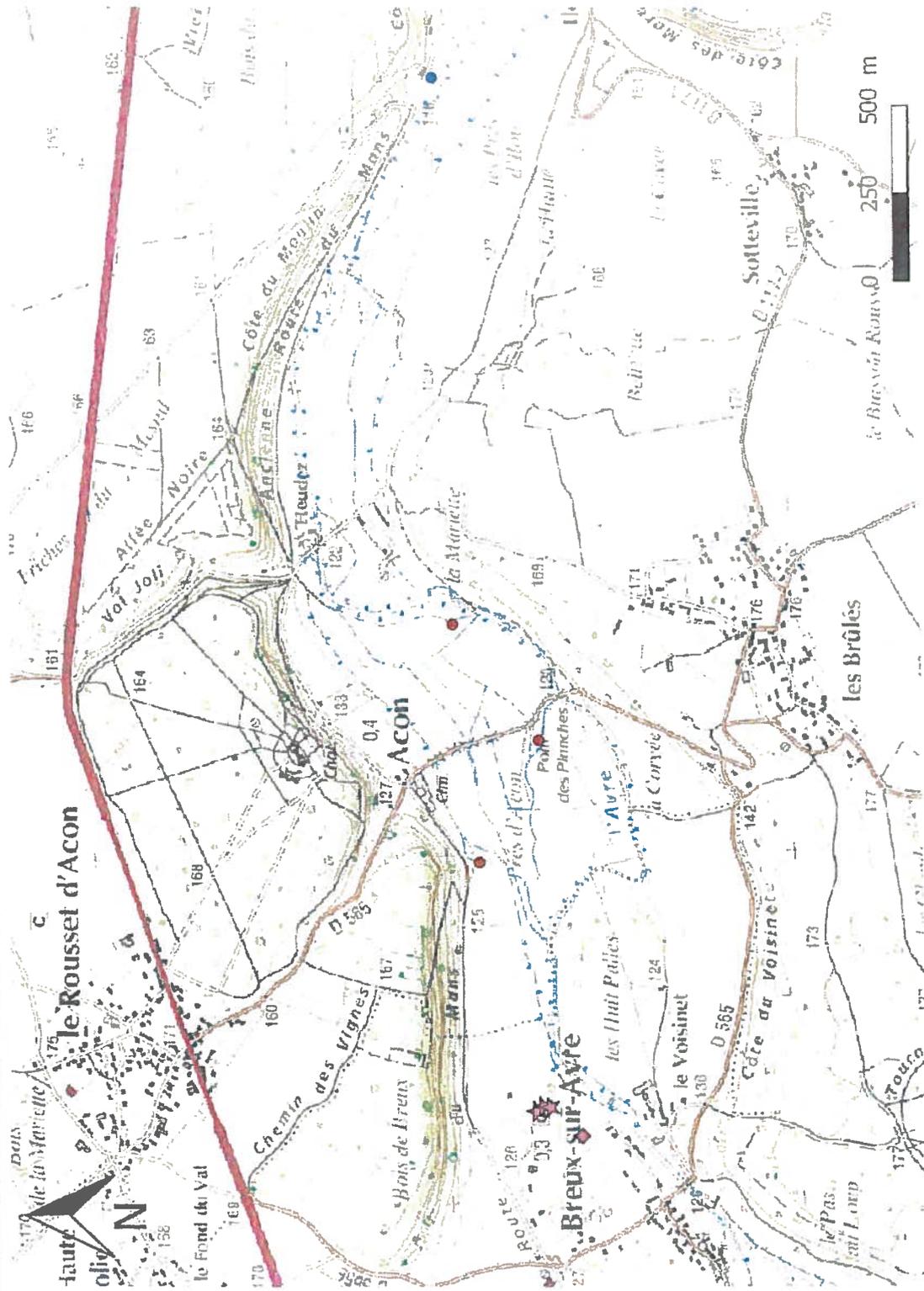
Concernant les cinq sites favorables, trois sont des mares situées en pâture bovine (fig. 23 à 25). Lors du passage, un curage avait été réalisé récemment, probablement afin de maintenir l'eau disponible pour le bétail. De plus, des têtards de Grenouilles brunes ont été observés. Ces deux observations indiquent que ces mares semblent pérennes et restent en eau malgré la sécheresse. La dernière mare est une mare de chasse, située dans la forêt adjacente (fig. 27). Malgré l'absence d'eau (certainement à sec depuis peu lors du passage au vue de l'aspect humide du fond), sa morphologie pionnière, l'environnement et son ensoleillement justifient son classement en favorable. Enfin, le dernier site est un long fossé forestier lentique, alimenté par des sources, d'une longueur d'environ 500 mètres et exposé par endroit à un ensoleillement favorable.



Figures 23 à 27 : Mares en pâture bovine (en haut et en bas à gauche) et mare de chasse en forêt alluviale (en bas à droite).

Figure 28 : Vallée de l'Avre (b/ Acon ; 27)

VALLÉE DE L'AVRE : ACON



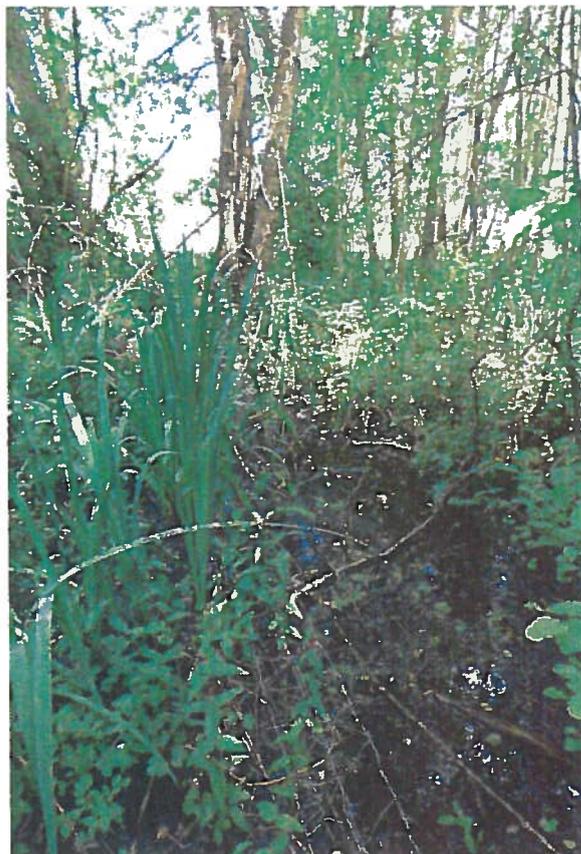
COTENTIN



COLLINES NORMANDES

Vallée de l'Avre b/ (fig. 28)

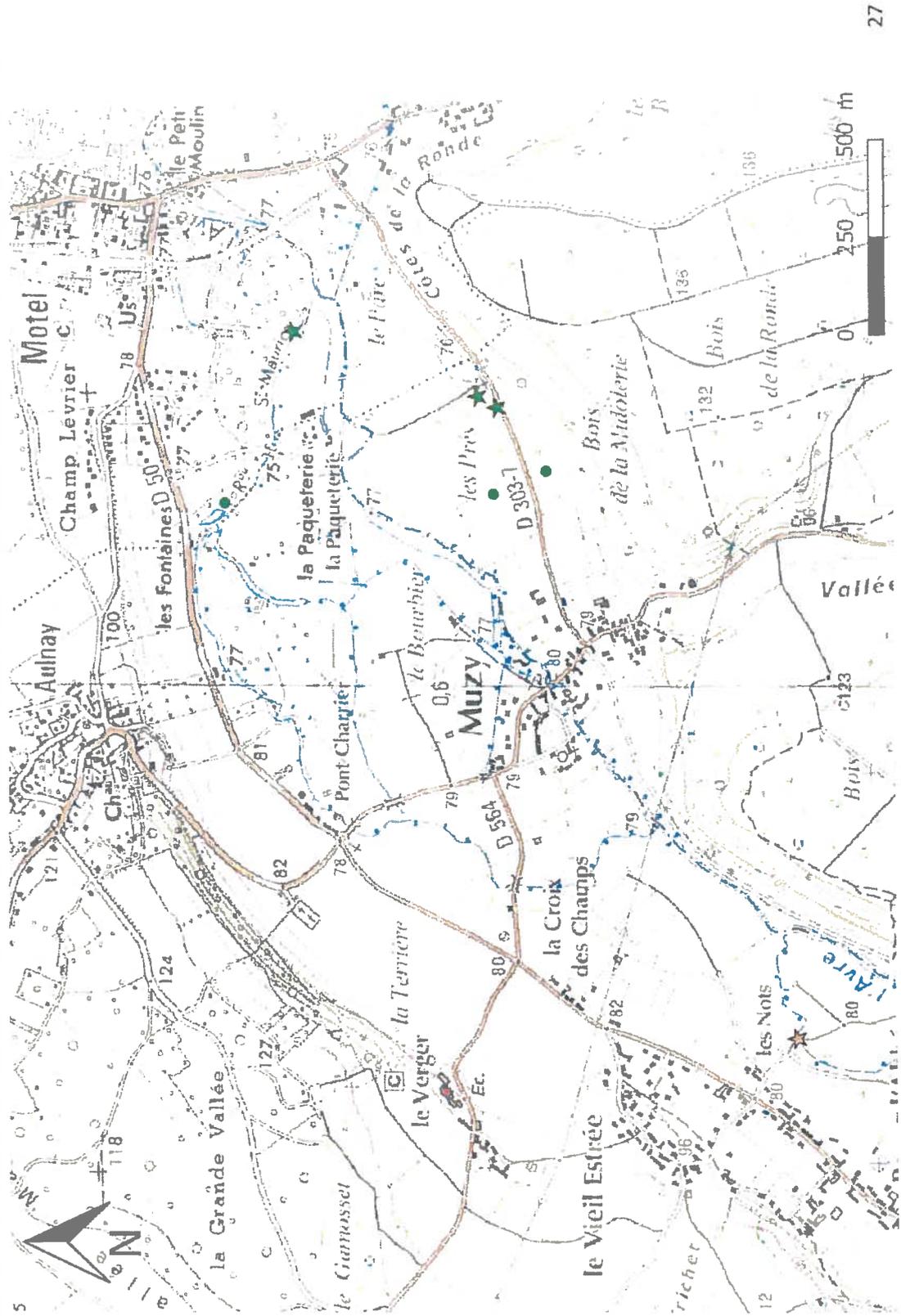
La vallée étant plus large à cet endroit, la proportion de cultures est plus importante qu'en aval et le bocage y est moins dense. Les réseaux de sites aquatiques sont également moins importants. Néanmoins, sur la commune de Breux-sur-Avre, une zone sourceuse située en contexte forestier offre des sites propices au Sonneur (fig. 29 à 31). Quant au réseau de site en orange (lieu-dit « les Prés d'Acon », Acon), il s'agit principalement d'un réseau de fossés, tous étant souvent à sec au vue de la végétation non aquatique qui s'y trouve, ainsi que d'une mare non favorable (profonde, végétalisée, empoissonnée).



Figures 29 à 31 : Zones sourceuses

Figure 32 : Vallée de l'Avre (cf/ Muzy ; 27) et de l'Eure (Saint-George-Motel, 27)

VALLÉE DE L'AVRE : MUZY



Légende

- 1 couleur = 1 réseau de sites aquatiques éloignés à < 600 mètres
- ☆ Site favorable
- Site défavorable
- ◇ Site à vérifier



COTENTIN



COLLINES NORMANDES

Vallée de l'Avre c/ (fig. 32)

De la même manière, la vallée étant plus large (confluence entre l'Avre et l'Eure) la matrice est principalement agricole et peu de mares y sont observées, hormis quelques tâches de pâtures. Parmi elles, il y a le lieu-dit « le Bourbie » (Muzy) sans aucune mare observée. Ainsi que le lieu-dit « les Nots » (Muzy) est composé de pâtures bovines et équinnes. Bien que favorable, seule une mare « source » y a été observée (fig. 33).



Figure 33 : Le chemin crée une retenue d'eau à l'endroit où une source apparaît.

Cependant, une zone de source à proximité d'un coteau boisé pourrait être plus propice à l'espèce (réseau vert, Lieu-dit « la Paqueterie », Muzy). En revanche, cette zone est fortement ombragée en raison de la présence du coteau. Un fossé en eau d'une longueur de 150 mètres environ longe une aulnaie marécageuse et la Départementale 303-7 (fig. 34). Parmi les deux autres mares à proximité (lieu-dit les Prés), aucun ne s'avère être favorable (fortement eutrophisées, à l'abandon). Enfin, plus au nord se trouve le ruisseau Saint-Maurice, dont le courant est assez faible (fig. 35). Le ruisseau présente des zones de berges abimées par la présence de chablis où le courant est nul, dont quelques-unes sont ensoleillées.

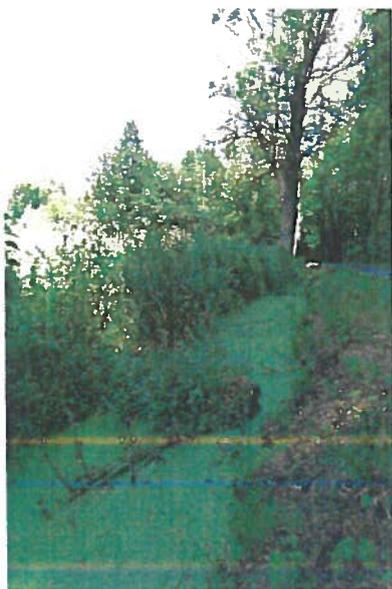


Figure 33 : Un fossé au bord de la S 3030-7 avec une aulnaie marécageuse en arrière plan (à gauche).

Figure 34 : Le ruisseau Saint-Maurice dont les berges ponctuées de chablis peuvent être favorables au Sonneur (à droite).

Concernant le secteur de Saint-George-Motel (vallée de l'Eure), aucune mare n'a été détectée, aussi bien par photo-interprétation aérienne que par observation sur le terrain. De même, aucun autre site aquatique de nature diverse susceptible de faire l'objet d'une prospection n'a été observé.

Globalement, le constat est le même que celui des prospections des années précédentes : peu de sites aquatiques sur l'ensemble des secteurs prospectés, quelques sites favorables mais isolés, des réseaux de sites trop peu denses, etc. Autant de critères qui nuisent à la présence du Sonneur à ventre jaune.

Cependant, parmi les vallées parcourues, certains secteurs ressortent positivement. Notamment dans la vallée de l'Avre qui dispose du secteur le plus favorable à la présence du Sonneur à ventre jaune : le secteur de le Montigny-sur-Avre au lieu-dit « le Moulin Foulon » (fig. 35). Avec un réseau de huit sites aquatiques (dont cinq favorables) dispatchés dans une matrice de type sources – bocage, il présente de nombreuses similitudes avec le site du Hom à la Vacherie.

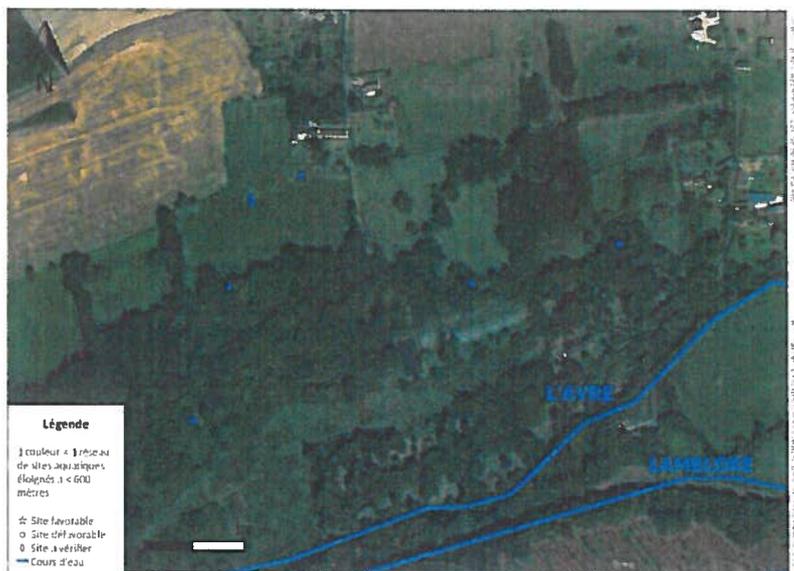


Figure 35 : Secteur de Montigny-sur-Avre au lieu-dit « le Moulin Foulon » (vallée de l'Avre, 27).

De même, dans la vallée de la Sarthe, les réseaux situés au lieu-dit « la Beillallerie » (Saint-Aquilin-de-Corbion) et « la Chéchinière » (Soligny-la-Trappe) (fig. 36) présentent une matrice similaire avec des mares favorables à la présence du Sonneur, bien que la densité des réseaux soit assez faible (respectivement deux et trois mares).



Figure 36 : Secteur en vallée de la Sarthe, Lieux-dit « la Beillallerie » (Saint-Aquilin-de-Corbion, 61) et « la Chéchinière » (Soligny-la-Trappe, 61).

Dans la vallée de l'Iton, la forêt en fond de vallée qui est préservée en grande partie par la présence du Château de Condé-sur-Iton semble aussi potentiellement favorable (bauge à Sanglier, berges déstructurées avec des zones lenticles, fig. 37).



Figure 37 : Parc du Château de Condé-sur-Iton, dans la vallée de l'Iton (27).

A l'avenir, il serait donc intéressant d'intensifier les prospections dans les secteurs de Montigny-sur-Avre (vallée de l'Avre) et de Saint-Aquilin-de-Corbion (vallée de la Sarthe) étant donnée la difficulté à détecter d'éventuelles petites populations dès le premier passage. En parallèle, il faudrait contacter le propriétaire du Château de Condé-sur-Iton (vallée de l'Iton) afin d'avoir son accord pour mener des prospections au sein du parc, si possible.

VI. Caractérisation génétique du Sonneur à ventre jaune en Normandie

Une première analyse génétique de la population de [redacted] en 2011 avait mis en évidence une richesse allélique assez faible (1,69 allèles) mais proche de celle d'une population réintroduite en 2006 dans un site de Belgique, dans la vallée de l'Ourthe (1,57 allèles), sans dépression de consanguinité mis en évidence dans les deux cas (Quennery 2011). Cependant la faiblesse de l'échantillonnage avait pu induire un biais important.

De ce fait, une deuxième analyse basée sur le prélèvement salivaire de 30 individus a été réalisée cette année (Vacher & Ursenbacher 2017). Cette étude montre que le nombre d'allèles varie de 1 à 5 pour les 30 individus analysés. La valeur moyenne de richesse allélique est de 2,86. La valeur moyenne d'hétérozygotie attendue HE est de 0,19, et la valeur moyenne d'hétérozygotie observée est de 0,15. L' HE globale est évaluée à environ 20 % dans l'Eure, alors qu'elle dépasse 50 % en Alsace (Vacher & Ursenbacher 2013) et s'échelonne entre 37 et 59 % en Allemagne (Guicking *et al.* 2017). Cette apparente faible diversité (mesurée sur seulement quatre marqueurs microsatellites) est certainement imputable à l'isolement géographique de cette population en cohérence avec la théorie (hypothèse centrale-marginale). Or la perte de diversité génétique en limite d'aire de répartition n'induit pas obligatoirement une baisse de la valeur sélective, en particulier lorsqu'une sélection directionnelle favorise une meilleure adaptation aux conditions locales.

Cependant – ce qui est plutôt bon signe – la valeur de l'indice de consanguinité est assez faible, inférieure à 10 %. Cet indice indique qu'il existe un excès d'homozygote mais ce taux est ténu. Cela indique que la population doit être suffisamment importante pour que les amplexus ne soient pas entre individus apparentés.

Ainsi, l'éventuelle perte de diversité génétique due à un potentiel *bottleneck* a probablement été endiguée suite aux travaux de gestion réalisés dans le cadre de Natura 2000, au regard du taux de recrutement constaté. Ainsi, l'introduction d'individus issus d'une autre population dans le but de provoquer des flux de gènes ne semble pas nécessaire. D'ailleurs, les programmes de renforcements sont extrêmement complexes car ils doivent notamment tenir compte d'un paramètre important : éviter tout risque de perte de facultés d'adaptation locale chez les animaux issus d'hybridations entre individus autochtones et récemment réintroduits, dans le cas où ces derniers seraient génétiquement trop différents des populations d'origine (*outbreeding*). Un tel programme nécessiterait une analyse plus poussée de généticiens.

Par ailleurs, il serait intéressant dans une future évaluation des populations de Sonneur à ventre jaune à l'échelle de la France de refaire des analyses en utilisant de nouveaux marqueurs microsatellites développés par Cayuela *et al.* (2017), voire des marqueurs SNP (*single-nucleotide polymorphism* = polymorphisme d'un seul nucléotide ; Cayuela *com. pers.* 2017) afin d'obtenir des résultats plus robustes et de permettre ainsi des comparaisons entre les différentes populations, ceci dans le but de bien évaluer la diversité génétique au sein des différentes populations.

VII. Diagnostic de trois secteurs présélectionnés pour une éventuelle réintroduction

Une analyse cartographique et orthophotographique couplée à une recherche sur le terrain a permis de présélectionner trois secteurs potentiellement favorables à l'introduction (éventuellement après travaux d'aménagement).

Secteur 1 (visité le 24 mai 2017) : à [redacted] kilomètres en aval de [redacted] (27), sur les terrains de la famille [redacted].

Ce secteur est composé de trois à cinq mares atterries et fermées de 50 m² à curer et/ou à rouvrir (fig. 38 à 41) et d'un fossé d'une vingtaine de mètres à curer exposé sud-ouest en limite d'une prairie humide fauchée jouxtant un petit bois (fig. 42).



Figures 38 et 39 : Deux anciennes mares dont l'eau affleure sous l'humus (chez [redacted]).



Figures 40 et 41 : Une mare à sec dans le petit bois (à gauche) et une mare très ombragée avec 30 cm d'eau lors de la visite (à droite, chez la sœur de [redacted]).



Figure 42 : Un ancien fossé écotone entre la prairie humide et le bois (chez la sœur de [redacted]).

Les terrains de la famille [redacted] semblent particulièrement favorables (après aménagements).

Puis dans la continuité se trouve le centre équestre des « [redacted] » avec un fossé de 90 m globalement ombragé (fig. 43) et une mare très temporaire proche de l'Itton (fig. 44). Tous ces sites aquatiques sont en réseau, c'est-à-dire que la distance entre deux sites est inférieure à 500/600 m et la matrice paysagère est satisfaisante. Signalons néanmoins la présence de la Grenouille rieuse.



Figure 43 : Le fossé du centre équestre des « [redacted] »



Figure 44 : La mare temporaire du centre équestre « [redacted] » (l'Itton est de l'autre côté du chemin).

A un kilomètre environ en aval du secteur 1 se trouve un autre secteur potentiellement favorable que nous nommerons secteur 1 bis. Il s'agit du bois des [redacted], appartenant pour partie à la Commune et dont certaines zones assez humides pourraient permettre la création de petites mares suffisamment ensoleillées (fig. 45). Cependant les travaux de bucheronnage seraient assez conséquents.

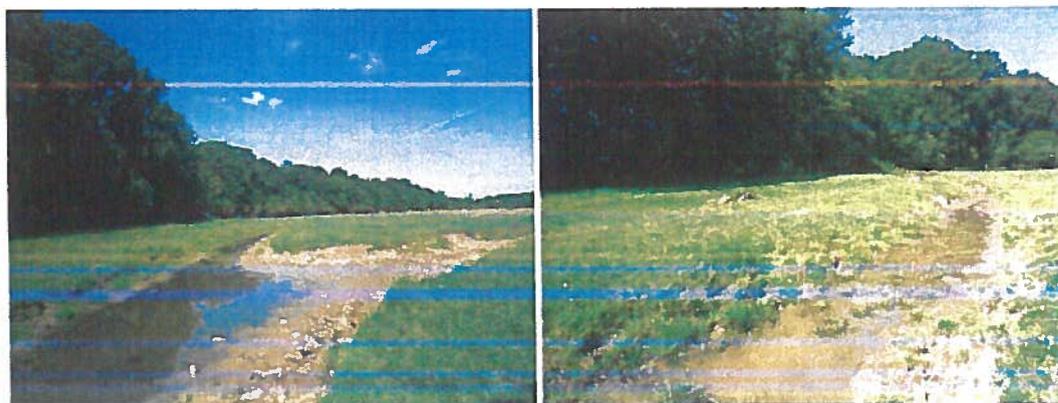
Enfin, la CASE est propriétaire de 4ha de prairies adjacentes, non visitées car signalées postérieurement (Lucy Morin com. pers. 2017).



Figure 45 : Un secteur humide des boisements communaux.

Secteur 2 (visité le 13 juin 2017) : à une trentaine de kilomètres en amont de [redacted], à Couville / [redacted] sur les rives du [redacted] de [redacted] (lycée agricole et centre équestre) appartenant à la Région Normande et sur un Espace Naturel Sensible (ENS) appartenant au Conseil Départemental.

a/ Au sein de la parcelle [redacted] (environ 65 000 m²) se trouve un drain en forme de Y connecté à l'Iton, en rive droite (fig. 46 et 47). La branche sud était encore en eau (entre 20 et 30 cm de profondeur), *a priori* sans poissons, lors de la visite sur une longueur de 150 m environ, la branche nord était à sec. Ce site aquatique semble très favorable à la reproduction du Sonneur, en l'état. Mais il conviendrait, si possible, de créer une mosaïque de petits points d'eau diversifié car cela semble être une des clés du maintien de l'espèce. Ainsi deux petites mares de 30-50 m² pourraient être creusées : l'une au bout de la branche sud du drain, l'autre au bout de la branche nord.



Figures 46 et 47 : Le drain de la parcelle [redacted] (lycée agricole)

b/ En face de cette parcelle, de l'autre côté de l'Iton (15 m de large, courant lent lors de la visite) se trouve une prairie (91 000 m² environ), [redacted] quadrillée de drains qui pourraient être favorables. Cette parcelle n'a pas été visitée car le gestionnaire n'est ni [redacted]

c/ Dans la continuité (mais séparée par une petite route sous laquelle passe l'Iton) jouxte une mégaphorbiaie, un ENS géré par le CEN (fig. 48 et 49). Cet espace se situe à 375 m de la parcelle [redacted]. Un ancien fossé, exposé au sud, en lisière d'un petit bois (35 000 m² environ) pourrait être curé, une petite mare (à sec lors de la visite) pourrait être approfondie et une autre mare pourrait être creusée à l'ouest. Deux bovins pâturent actuellement mais il serait souhaitable de doubler la pression de pâturage afin de maintenir le milieu ouvert, voire perturbé.



Figures 48 et 49 : Une mégaphorbiaie gérée par le CEN (ENS)

d/ Puis une autre prairie gérée par [redacted] jouxte cet ENS. Au sein de cette parcelle, le long de l'Iton se trouvent deux mares (une était en eau, l'autre à sec lors de la visite, fig. 50 et 51). La mare en eau (60 m² environ) pourrait être favorable à la reproduction de l'espèce même si un élagage pourrait être envisagé afin de favoriser l'ensoleillement. Cette mare se situe à 400 m de l'ENS (c). Un petit aménagement (ancien moulin) retenant une surface de 10 m² d'eau dans un bras quasiment à sec de l'Iton mériterait d'être débroussaillé car il pourrait convenir à la reproduction de l'espèce (fig. 52 et 53).



Figures 50 et 51 : La mare en eau de la parcelle de [redacted]



Figures 52 et 53 : Un petit aménagement (ancien moulin) près de la parcelle [redacted]

e/ Face à cette parcelle, de l'autre côté de l'Iton (rive droite) un deuxième ENS (40 000 m² environ) est géré par pâturage en alternance avec l'espace c/. Il s'agit d'une mégaphorbiaie, tendant fortement vers le boisement dans la moitié sud. La création d'une mosaïque de sites aquatiques serait envisagée : petites mares, fossés...

f/ Enfin signalons au sud de cet ensemble a/ à e/, un bras de l'Iton (deux ou trois mètres de large, 800 m de long, fig. 54) prolongé par l'étang du domaine de Chambrey (fig. 55).



Figure 54 : le petit bras de l'Iton connecté à l'étang de Chambrey

Figure 55 : l'étang du [redacted]

Le long d'un linéaire de 2 km environ, de part et d'autre de l'Iton, sur trouve une matrice paysagère favorable, ponctuée de drains et de mares fonctionnels pour l'espèce, à restaurer ou à créer. Ce secteur est donc très propice à l'introduction du Sonneur. Notons aussi l'absence de Grenouilles vertes et/ou rieuses dans le secteur.

Secteur 3 (visité le 15 juin 2017) : situé à soixante dix kilomètres environ en amont de [redacted] (au sein des 780 hectares de la Réserve naturelle de la clairière forestière de Brésolettes (61). Cette réserve se trouve à 2 km de l'Itonne affluent de l'Iton et à 4 km de l'Iton, au cœur de la forêt de la Trappe et du Perche.

Ce secteur ne semble pas favorable au Sonneur car les sites de reproduction sont souvent de grandes tailles et/ou poissonneux et/ou éloignés les uns et des autres. Nous ne retiendrons donc que les secteurs 1 et 2 (fig. 56 à 58).

VIII. Point sur les aspects réglementaires et techniques d'élevage

Rappelons que la phase 1 du programme d'élevage s'échelonne sur cinq ans (2019-2023) avec le double objectif de :

- Isoler un pool d'adultes de la population de la Vacherie (en cas d'atteintes létales éventuelles *in situ*) ;
- Réintroduire l'espèce dans des secteurs favorables au sein de la vallée de l'Iton afin d'essayer de restaurer un fonctionnement en métapopulation.

Une deuxième phase, nécessitant une nouvelle autorisation, pourrait être ensuite envisagée selon les résultats de la phase 1.

D'un point de vue réglementaire, les autorisations ou validations ci-dessous sont nécessaires :

- un Certificat De Capacité (CDC) nominatif qui sera passé en 2017/2018 par Jean-Loup Charpentier (titulaire d'un Master de Biologie travaillant au domaine de Beaumesnil (27), dans une association (« 1001 Légumes ») en cours de labellisation CPIE et membre de l'OBHEN/CPIE de Normandie) et par Mégane Skrzyniarz (titulaire d'un Master de Biologie et membre de l'OBHEN) : deux titulaires du CDC plutôt qu'un seul permettraient de sécuriser l'élevage ;
- une Autorisation d'Ouverture d'un Établissement (AOE) d'élevage d'animaux d'espèces non domestiques (Préfecture de l'Eure). L'organisme visé pour cette autorisation se trouve être l'association « 1001 Légumes » où travaille Jean-Loup Charpentier, à 40 km environ de la Vacherie ;
- une validation par le CSRPN de Normandie ;
- une validation par le CNPN ;
- une demande de dérogation pour la capture de vingt adultes maximum (d'abord 10 adultes en 2018 puis 10 autres en 2019) qui sera effectuée auprès de la DREAL de Normandie au titre I du livre IV du code de l'environnement, Arrêté du 19 /02/2007 fixant les conditions de demande et d'instruction de dérogation définies au 4° de l'article L.411-2 du code de l'environnement portant sur les espèces de faune protégées.

Toutes ces démarches seront lancées entre l'automne 2017 et l'hiver 2017/2018 dans le but d'obtenir toutes les autorisations pour l'été 2018.

État des étapes réglementaires le 23/11/2017

CDC	Dossier en cours ; stage réalisé par Jean-Loup Charpentier et Mégane Skrzyniarz en octobre chez Armand Jamin, capacitairé basé à Le Guéneiau (49)
AOE	Dossier en cours
CSRPN	Avis favorable (validation, le 10/10/2017)
CNPN	
Dérogation préfectorale	

D'un point de vue technique :

Nous nous sommes appuyés sur les articles publiés par nos collègues belges, néerlandais et allemands dont l'expérience en matière d'élevage de Sonneur à ventre jaune est importante (Heinemann 1989, Bushmann 1998, Laudelout 2010, Laudelout & Kinet 2013...). L'Établissement d'élevage sera constitué de cinq enclos hermétiques de 4 m² avec deux bacs de reproduction séparés d'environ 0,20 m² par enclos afin d'éviter le stress entre les deux mâles et de limiter d'éventuels problèmes de cohabitations entre les larves (Hartel 2007). En outre, une batterie de vingt petits

aquariums sera nécessaire en cas d'isolement des individus (pour des raisons sanitaires par exemple).

Nous avons d'ores et déjà étudié trois options de prélèvement dans la population source de ~~la zone~~ qui pourraient éventuellement se compléter. Afin d'éviter la stochasticité, maintenir au moins 50 adultes *in situ*, c'est-à-dire une population au moins deux fois plus importante qu'en 2013 est une condition *sine qua non*.

Option 1 : élevage *ex situ*

L'élevage *ex situ* est une option conservatoire éprouvée dans d'autres régions d'Europe comme dans le Limbourg hollandais ou en Wallonie. La captivité réduit le risque de mortalité des adultes et surtout augmente considérablement le taux de survie des larves.

La constitution d'un pool de 20 adultes captifs semble envisageable sans nuire à la population source car au moins une cinquantaine d'individus (une centaine selon les prévisions basées sur la dynamique de la population entre 2013 et 2016) resteront *in situ*. L'entretien de l'élevage et les sessions de réintroduction nécessiteront entre 20 et 25 jours de travail par an (cf. CDC).

Initialement nous avons prévu de relâcher au moins 10 % des juvéniles sur le lieu de prélèvement des adultes captifs (i.e. ~~la zone~~) afin de limiter l'impact sur la population source. Notons que certaines années, dans des populations fonctionnelles, le taux de survie des œufs et têtards n'atteint pas ce niveau, principalement à cause de l'assèchement des mares mais aussi de prédateurs... (Barandum & Reyer 1997). Cependant, le CSRPN de Normandie n'a pas validé ce point, notamment afin d'éviter d'introduire d'éventuels pathogènes présents dans le site d'élevage. Tous les juvéniles seront donc introduits dans des nouveaux sites d'accueil. D'ailleurs, après discussion, au vu de la dynamique observée depuis la découverte de la population et des effectifs d'adultes prélevés cette mesure ne semble pas nécessaire (Miaud, com. pers. 2017). Au terme de la phase 1 du programme et suivant les résultats du suivi de la population source, un renforcement pourrait être envisagé si nécessaire et si les conditions sanitaires paraissent satisfaisantes.

Pool de reproducteurs prélevés :

- Constituer un pool de 20 adultes afin d'éviter tout risque d'étranglement génétique (Quenney 2011). Cet effectif a notamment été retenu dans le cadre du programme de conservation en Belgique, avec succès. Le sex-ratio devra être équilibré ou légèrement favorable aux femelles : e. g. 8 mâles pour 12 femelles (pour la population source, la différence entre mâles et femelles n'est pas significative : 0,84 en faveur des femelles).
- Maintenir en captivité, ce pool le temps du programme (cinq ans ou dix ans, voire plus). Cette option serait techniquement plus simple qu'un renouvellement régulier du pool. Elle permettrait aussi de doubler l'espérance de vie (une dizaine d'années dans la nature / maximum 19 ans vs une vingtaine d'années en captivité / maximum 27 ans (Duguet & Melki 2003, Nöllert & Nöllert 2003) et donc d'augmenter le nombre de cohortes. Enfin, la dernière population normande étant aujourd'hui extrêmement vulnérable face aux pressions extérieures (e. g. maladies) un pool isolé en captivité pourrait assurer la préservation de ce patrimoine génétique.
- En éventuelle phase 2, prévoir la possibilité de prélever 10 adultes supplémentaires en cas de décès d'individus lors de la phase 1, à condition que les effectifs de la population source le permettent (i. e. avec des effectifs supérieurs à 50 adultes).

Option 2 : pose de bacs *in situ* (au sein de la population source)

La pose provisoire de petits bacs en plastique rectangulaires (34 cm x 52 cm) ou cylindriques (\varnothing 40 cm) d'une vingtaine de centimètres de profondeur au plus près des sites de reproduction connus (dans un rayon de 500 m maximum) permettrait de multiplier les sites de reproduction favorables et d'optimiser la reproduction en contrôlant les niveaux d'eau comme cela a été testé avec succès en Suisse, dans le canton de Genève (Jaggi 2010, Thiebaut 2011). L'objectif de ce programme helvétique était de favoriser à court terme la reproduction afin d'augmenter la taille de la population *in situ*.

Sur le site de [REDACTED], une dizaine de bacs pourraient être posés. Les têtards présents dans ces bacs pourraient être prélevés en fin de métamorphose, au stade imago, et introduits dans les sites d'accueils. Afin de ne pas affaiblir la population source le nombre d'individus transplantés ne devra pas dépasser 1 000 (c'est-à-dire l'équivalent des pontes de 10 femelles selon un scénario pessimiste car le nombre d'œufs pondu par femelle et par an est généralement compris entre 100 et 340 selon Buschmann 1998). Le contrôle des métamorphoses seraient toutefois fastidieux et la capture des imagos hasardeuses. Cette action pourrait néanmoins être mise en place pour multiplier les sites de reproduction à [REDACTED] et optimiser la reproduction à l'échelle du site. La pose de cinq bacs a été effectuée en 2017 afin de tester cet outil : le Sonneur les a fréquentés mais sans s'y reproduire ; le suivi de ces cinq bacs devrait être prolongé l'an prochain.

Si des pontes avaient lieu dans ces bacs il serait facile (contrairement aux sites actuels turbides et/ou couverts de Lentilles d'eau) de prélever des œufs et de les mettre en aquarium pour compléter l'option 1. Soulignons que l'élevage du Sonneur à ventre jaune à partir de pontes donne de bons résultats (Cayuela com. pers. 2017). Cette option permet notamment de contrôler les conditions de développement (absence de prédateurs, de compétiteurs conspécifiques et hétérospécifique, gestion de la température...). Hugo Cayuela recommande un développement embryonnaire en bac oxygéné pour chaque ponte. Puis, dès que les larves sont hétérotrophes (disparition des sacs vitellins), un transfert des têtards dans des cellules individuelles et un nourrissage *ad libitum* jusqu'à la métamorphose. Cela permet d'obtenir des jeunes dont la taille varie entre 18 à 25 mm, ce qui assure une chance de survie dans le milieu naturel.

L'option 2 sera donc testée par Lucy Morin (CASE), dans le cadre des actions Natura 2000, lors de la phase 1 mais sans prélèvement. En cas de succès, un prélèvement de pontes pourrait être envisagé lors d'une éventuelle phase 2 (2024-2028), notamment pour renforcer la diversité génétique dans les sites d'accueil.

Option 3 : aménagement des sites de reproduction dans un enclos (au sein des sites d'introduction)

Nous avons envisagé à titre expérimental de clôturer avec une barrière bâchée une zone de 100 à 200 m² comprenant une mare d'environ 50 m², six bacs, des tas de bois et/ou de pierres... et d'y introduire quatre mâles et six femelles. Si la reproduction était effective la première année, un maximum d'imagos serait prélevé et relâché hors enclos dans un rayon de 500 m dans un secteur favorable. D'autres adultes pourraient être introduits dans l'enclos en cas de succès. Puis au bout de deux ou trois ans, si des adultes étaient observés hors enclos, la bâche pourrait être enlevée.

Si la reproduction s'avérait négative, les adultes pourraient être recapturés et relâchés dans le site d'origine.

Cette option semble plus lourde que l'option 1 (capture des imagos, entretien du site...) et les risques d'échappement non négligeable. Elle ne sera donc pas testée.

Au final, l'option 1 est retenue dans un premier temps. De 500 à 1000 juvéniles devraient pouvoir être introduits dans les deux nouveaux sites chaque année, lors de la phase 1 du programme normand afin d'atteindre des effectifs similaires à ceux du programme wallon (Laudelout & Kinet

2013). En effet dans le cadre de ce dernier 2 408 têtards ont été introduits dans un site entre 2008 et 2010 et en 2011 la population comptait au moins 34 adultes et subadultes, c'est-à-dire une population *a priori* viable dans un contexte écologique favorable (toutefois d'autres têtards ont été introduits jusqu'en 2013).

Les deux nouvelles populations normandes devraient atteindre au moins une trentaine d'adultes chacune la cinquième année comme dans le site de réintroduction wallon, soit le double de la population de la Vacherie en 2013. Dans le cas contraire – et à condition que des indices de reproduction (pontes, têtards, juvéniles ou immatures) aient été constatés lors des quatre ou cinq années précédentes – des actions de renforcement devront se prolonger (pendant quatre ou cinq ans maximum). Au bout de dix ans les effectifs de la population devront être supérieurs à 50 adultes, sinon les efforts de conservation devront être portés éventuellement sur d'autres secteurs.

CALENDRIER PRÉVISIONNEL

LANCEMENT DU PROJET (2017-2018) ET PHASE 1 (2019-2023) :

- AUTOMNE 2017/ PRINTEMPS 2018 : avis officiel du CSRPN, obtention du certificat de capacité (CDC), de l'autorisation d'ouverture d'un établissement (AOE) et de la dérogation préfectorale pour la capture ;
- PRINTEMPS/ÉTÉ 2018 : installation des enclos d'élevage ;
- ÉTÉ 2018 : capture de 10 adultes ;
- AUTOMNE 2018 : travaux de restauration dans les sites de réintroduction ;
- PRINTEMPS/ÉTÉ 2019 : reproduction et réintroduction ;
- ÉTÉ 2019 : capture de 10 adultes ;
- PRINTEMPS/ÉTÉ 2020 : reproduction et réintroduction ;
- PRINTEMPS/ÉTÉ 2021 : reproduction et réintroduction ;
- PRINTEMPS/ÉTÉ 2022 : reproduction et réintroduction ;
- PRINTEMPS/ÉTÉ 2023 : reproduction et réintroduction.

Des rapports seront produits chaque année en automne et un bilan global couplé aux perspectives (phase 2) sera publié en 2023.

Résumé

Assez commun dans les grandes vallées de Normandie orientale à l'aube du XX^e siècle, le Sonneur à ventre jaune a connu, depuis, une régression extrême. La destruction des habitats pionniers caractéristiques de cette espèce, notamment en contexte alluvial, est une cause de déclin majeure. En outre, le domaine climatique de type océanique est une zone de tolérance écologique pour l'espèce dont un des facteurs limitants est clairement la fraîcheur estivale qui l'exclut des milieux forestiers trop ombragés. Ainsi les sites de substitution sont rares dans la région.

Il est aujourd'hui cantonné dans une seule commune (~~La Vasthous~~) située dans la vallée de l'Iton (Eure), dans un site Natura 2000 où la population augmente de manière significative depuis 2010. La restauration des habitats est donc un levier efficace pour la conservation du Sonneur, malgré un contexte climatique peut-être défavorable depuis le début du XX^e siècle à cause des hivers plus doux qui pourraient nuire à sa fécondité. Mais cet impact négatif resterait à prouver et les étés sensiblement plus chauds pourraient lui être, à l'inverse, favorables. En outre, il ne faudrait pas exclure une éventuelle adaptation progressive de cette population en limite d'aire de répartition, face aux changements climatiques.

Le Sonneur est aujourd'hui en danger critique d'extinction du fait de son isolement. Nos prospections intensives dans l'est de l'Eure et de l'Orne entre 2015 et 2017 (prospections classiques et *via* l'ADNe) n'ont pas permis de découvrir d'autres stations ni de secteurs optimums susceptibles d'être colonisés spontanément. De plus, des analyses génétiques réalisées cette année appuient l'hypothèse d'une absence de contacts avec la population sarthoise ; l'inverse aurait pu laisser envisager la présence de populations inconnues dans l'est de l'Orne. Néanmoins, ces analyses suggèrent aussi une absence de consanguinité au sein de la population normande. Ainsi, le renforcement de la population existante avec l'apport d'individus issus d'autres populations ne semble pas être nécessaire au regard de sa dynamique et de son profil génétique.

En revanche, la concurrence avec la Grenouille rieuse, espèce allochtone, signalée pour la première fois au début des années 1990 dans les vallées normandes et présente au sein du site Natura 2000 depuis 2013, est préoccupante.

Ainsi, la réintroduction d'individus issus de ~~La Vasthous~~ dans des habitats restaurés de la vallée de l'Iton devrait être une priorité dans le cadre des politiques de conservation du patrimoine naturel régional, voire national car sa disparition marquerait la fin d'une longue recolonisation après la dernière grande glaciation à partir du refuge des Balkans et donc d'un formidable patrimoine génétique. La mise en place d'un élevage conservatoire de vingt adultes lors d'une première phase de cinq années permettrait, d'une part, de protéger un groupe d'individus d'éventuelles menaces et, d'autre part, d'optimiser la reproduction des géniteurs afin de tenter la réintroduction dans deux sites restaurés. Plus largement, un plan de restauration des habitats - à l'échelle de la vallée de l'Iton - est envisagé pour cette espèce indicatrice de la dynamique fonctionnelle des milieux alluviaux pionniers.



Bibliographie :

- Allendorf F.W., Luikart G. 2007 – *Conservation and the genetics of populations*. Blackwell, Malden, Mass. ; Oxford
- Barrioz M., Flambard P. & Miaud C. 2013 – *Protocole pour le suivi de l'abondance du Sonneur à ventre jaune de la Vacherie (27)*. UR CPIE de Normandie-OBHEN, SHF. 3 p.
- Barrioz M. & Delaplace M. 2014 – La dernière population connue de Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) de Normandie, dans un agrosystème favorable à l'espèce. *Programme du 42^e Congrès de la Société Herpétologique de France, Amphibiens-Reptiles et Agricultures, du 9 au 11 octobre, Caen* : 17.
- Barrioz M. (coord.) 2014 - *État des populations du Sonneur à ventre jaune (Bombina variegata) en Normandie et pertinence d'un programme d'élevage et de renforcement ou de réintroduction, Constitution d'un groupe de travail et actions 2015*. UR CPIE de Normandie-OBHEN. 5 p.
- Barrioz M., Cochard P.-O., Voeltzel V. & Lecoq C. 2015 – *Amphibiens & Reptiles de Normandie*. OBHEN, UR CPIE de Basse-Normandie. 288 p.
- Baudin B. 2010 – *Amphibiens et Reptiles de Mayenne*. Mayenne Nature Environnement.
- Beebee T. J. 2005 – Conservation genetics of amphibians. *Heredity* 95 : 423-427.
- Berger L., Hyatt A.D., Speare R. & Longcore J.E. 2005 – Life cycle stages of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 68: 51-63.
- Buschmann H. 1998 – Untersuchungen zum Reproduktionspotential der Gelbbauchunke *Bombina variegata variegata* (L. 1758) in Gefangenschaft. *Salamandra* 34(2):125-136.
- Cayuela H., Besnard A. & Joly P. 2013 – Multi-event models reveal the absence of interaction between an invasive frog and native endangered amphibian. *Biol Invasions* 15:2001-2012
- Cayuela H., Besnard A., Bonnaire E., Perret H., Rivoalen J., Miaud C., Joly P. 2014 – To breed or not to breed: environmental cues and past breeding status drive current breeding decision in a long-lived amphibian. *Oecologia* 177:107-116. DOI: 10.1007/s00442-014-3003-x
- Cayuela H., Boualit L., Arsovski D., Bonnaire E., Pichenot J., Bellec A., Miaud C., Lena J.P., Joly P., Besnard A. 2016 – Does habitat unpredictability promote the evolution of a colonizer syndrome in amphibian metapopulations?. *Ecology*, 97:2658-2670. DOI: 10.1002/ecy.1489
- Cayuela H., Léna, J. Lengagne, T., Kaufmann B., Mondy N., Konecny L., Dumet A., Vienney A. & Joly P. 2017 – Relatedness predicts male mating success in a pond-breeding amphibian. *Animal Behaviour* 130:1-11.
- Cayuela H., Joly P., Schmidt B.R., Pichenot J., Bonnaire E., Priol P., Peyronel O., Laville M., Besnard A. 2017 – Life history tactics shape amphibians' demographic responses to the North Atlantic Oscillation. *Global Change Biology*, 23(11):4620-4638.
- Cayuela H., Pradel R., Joly P., Besnard A. 2017 – Analysing movement behavior and dynamic space-use strategies among habitats using multievent capture-recapture modeling. *Methods in Ecology and Evolution*, 8:1124-1132. DOI: 10.1111/2041-210X.12717.

Charpentier J.-L. & Skrzyniarz M. 2015 – *Suivi et prospections de Bombina variegata (Linnaeus, 1758) au sein de son aire historique de répartition dans la vallée de l'Iton et de l'Eure (27)*. OBHEN/CASE. 25 p.

Chemin S. 2011 – *Plan National d'Actions en faveur du Sonneur à ventre jaune Bombina variegata 2011-2015*. ECOTER. Commanditaire : Ministère de l'Ecologie. 173 p.

Cicort-Lucaciu 2011 – Feeding of two amphibian species (*Bombina variegata* and *Pelophylax ridibundus*) from artificial habitats from Pădurea Craiului Mountains (Romania). *North-Western Journal of Zoology* 7 (2): 297-303.

Dejean T., Miaud C. & Ouellet M., 2010 - La chytridiomycose : une maladie émergente des amphibiens. *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 134 : 27-46.

Dittrich C., Drakulic S., Schellenberg M. & Rödel M.-O. 2016 – Some like it hot ? Developmental differences in Yellow-bellied Toad (*Bombina variegata*) tadpoles from geographically close but different habitats. *Can. J. Zool* 94 : 69-77.

Douglas T. B., Bennet V., Thomas A. M. & Hany F. 2011 - *Wild-ID User Guide: Pattern Extraction and Matchin Software for Computer-Assisted Photographic Mark-- Recapture Analysis Version 1.0*. Dartmouth College, Hanover. 12 p.

Duguet R. & Melki F. 2003 – *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 480 p.

Evrard P. & Daum T. 1982 – La répartition des Amphibiens de Mayenne. *Alytes* 1(3) :18-30.

Frankham R. 2005 – Genetics and extinction. *Biol Conserv* 126:131-140

Gaggiotti O.E. 2003 – Genetic threats to population persistence. *Ann Zool Fenn* 40:155-168

Geniez P. & Cheylan M. 2012 – *Les Amphibiens et les Reptile du Languedoc Roussillon et régions limitrophes. Atlas biogéographique*. Biotope, Mèze ; MNHN, 448 p.

Gervais M., Hippolyte S., Michelin G., Multeau D., Fuhrmann-Bacci, Hervat M. & Hervat P. 2017 – *Amphibiens et reptiles du Loire-et-Cher. Répartition communale 2008-2015*. CDPNE, Blois. 261 p.

Hartel T., 2007 - An experimental study on density effects on tadpole growth, mortality and metamorphosis in Yellow-bellied toad *Bombina variegata*. Institut of Biology, Romanian Academy, *Biota* 8/1-2.

Heimann H. 1989 – Haltung und Zucht der Gelbbauchunke *Bombina variegata variegata* (L. 1758) und der Rotbauchunke *Bombina* (L. 1761). *Salamandra* 25 , ¾, 272-280.

IUCN/SSC 2013 - *Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. Version 1.0*. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission. 57 p.

Jacquet D. 2017 – *Impacts de la Grenouille rieuse sur le peuplement batrachologique français et sur une espèce menacée : le Sonneur à ventre jaune, Mémoire bibliographique*. Master EcoCaen ; Gestion et Valorisation agri-environnementales. Université Caen Normandie. 22 p.

Jaggi V. 2010 - Potentiel de colonisation de milieux artificiels et efficacité comparée de ces mesures pour le Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata* L. 1758), Commune de Jussy, Gy et Pressinge (GE). Thèse de Bachelor, 43 p.

Laudelout A. & Kinet T. 2013 – *Projet de sauvetage du Sonneur à ventre jaune Bombina variegata en Wallonie. Bilan 2007-2013 et perspectives pour les années 2014 et suivantes. Note à l'attention des services extérieurs du DNF.* Natagora. 14 p.

Lemonnier C. 2005 – Le Sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* (Linné 1758) redécouvert en Haute-Normandie en 2001. *Bull. Soc. Herp. Fr.* 113-114 : 85-91.

Lescure J. & Massary de J.-C. 2012 – *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France.* Biotope, Mèze/MNHN, Paris.

Matrot A. 2012 – *Recherches complémentaires sur le Sonneur à ventre jaune Bombina variegata L. dans la vallée de l'Iton entre Evreux et Acquigny (27).* Bureau d'étude Peter Stallegger. Commanditaire : DREAL de Haute-Normandie. 24 p.

Mikolas P. 2016 – Can Change of Landscape Composition Increase Interspecies Competition Among Amphibians and Thus Decrease the Body Condition of the Endangered *Bombina variegata* ? *Pol. J. Environ. Stud.*, Vol. 25, 6 :2527-2531.

Morin L. 2016 – *Bilan de la gestion patrimoniale du site du Hom et du suivi du Sonneur à ventre jaune, FR 2302010 « vallée de l'Iton au lieu-dit Le Hom ».* 7 p.

Muller Solenne 2016 – *Étude des habitats terrestres du Sonneur à ventre jaune par suivi radiotéléométrique sur le site Natura 2000 FR8303081 « Gorges de la Loire et affluents partie sud ».* CPIE du Velay. 50 p.

Nöllert A. & Nöllert C. 2003 – *Guide des Amphibiens d'Europe. Biologie, identification, répartition.* Ed. Delachaux et Niestlé. 393 p.

Parent G.-H. 1984 – Atlas des batraciens et reptiles de Belgique. *Cahiers d'Ethologie appliquée* 4, fascicule 3 : 1-198.

Pichenot J. 2008 – *Contribution à la Biologie de la Conservation du Sonneur à ventre jaune (Bombina variegata L.). Ecologie spatiale et approche multi-échelles de la sélection de son aire de répartition.* Thèse soutenue le 9 décembre 2008 à l'Université de Reims Champagne-Ardenne. 191 p.

Pichenot J. 2010 – In Stallegger P. & Cochard P.-O. – *Document d'objectifs du Site Natura 2000 N°FR2302010 : La vallée de l'Iton au lieu-dit "Le Hom", La Vacherie (27).* CASE, DREAL de Haute-Normandie. 142 p.

Quennery S. 2011 – *La génétique de conservation des populations relictuelles de Bombina variegata en Europe occidentale.* Mémoire de fin d'étude Master en Sciences biologiques, orientation biologie des organismes et écologie. Faculté des Sciences – Département des Sciences de la Vie, Laboratoire de Génétique des Microorganismes, Unité de Génétique de la Conservation. 50 p.

Roth T., Bühler C., & Amrhein V. 2016 – Estimating Effects of Species Interactions on Populations of Endangered Species, *The American Naturalist* 187 (4) : 457-467.

Shaffer M. L. 1981– Minimum Population Sizes for Species Conservation. *Bioscience* 31:131-134

Skrzyniarz M. 2015 – *Sélection d'habitat et structure de la dernière population de Sonneurs à ventre jaune (Bombina variegata) en Normandie.* Rapport de stage de Master « Biodiversité-Écologie-Environnement », Université de Rennes 1, UFR Sciences de la Vie et de l'Environnement / CASE. 15 p.

Szymura J. M. & Berton N. H.1991 – The genetic structure of the hybrid zone between *Bombina bombina* and *Bombina variegata* : comparaison between transects and between loci. *Evolution* 45:9-15.

Sordello R. 2012 – *Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Sonneur à ventre jaune (Bombina variegata (Linnaeus, 1758)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques*. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 9 p.

Sos T. 2007 – Thermoconformity even in hot small temporary water bodies: a case study in yellow-billied toad (*Bombina v. variegata*). *Herpetol. Rom.* 1:1-11.

Spitzen-van der Sluijs A., Spikmans F., Bosman W., de Zeeuw M., Van der Meij T., Edo Goverse E., Kik M., Frank Pasmans F. & Martel A. 2013 - Rapid enigmatic decline drives the fire salamander (*Salamandra salamandra*) to the edge of extinction in the Netherlands. *Amphibia-Reptilia* 34: 233-239.

Stallegger P. & Cochard P.-O. 2010 – *Document d'objectifs du Site Natura 2000 N°FR2302010 : La vallée de l'Iton au lieu-dit "Le Hom", La Vacherie (27)*. CASE, DREAL de Haute-Normandie. 142 p.

Thiébaud J. 2011 – *Plan d'action genevois pour le sonneur à ventre jaune (Bombina variegata, L. 1758), Recensement, bilan et mesures*. Département de l'Intérieur et de la Mobilité, Direction général de la nature et du paysage. 45 p.

Vacher J.-P. & Ursenbacher S. 2013 – *Structuration et caractérisation génétiques de populations de Sonneur à ventre jaune Bombina variegata en Alsace*. Rapport technique, NLU/BUFO.

Vacher J.-P. & Ursenbacher S. 2017 – *Caractérisation génétique du Sonneur à ventre jaune en Normandie (27)*. NLU. 8 p.



MINISTÈRE DE LA COHESION DES TERRITOIRES
ET DES RELATIONS AVEC LES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

**PLANIFIONS NOS TERRITOIRES ENSEMBLE
HIERARCHIE DES NORMES DES DOCUMENTS D'URBANISME**

**INVITATION A L'ATELIER CARRIERES
LUNDI 25 MARS 2019
PREFECTURE DE REGION ILE DE FRANCE
AUDITORIUM RAMBUTEAU
5 RUE LEBLANC
75015 PARIS**

La direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages / sous-direction de la qualité du cadre de vie, avec le soutien du Cerema et de la Fabrique à projets, vous convie au premier atelier thématique concernant la rationalisation de la hiérarchie des normes des documents d'urbanisme, consacré au sujet des carrières.

Inscriptions avant le jeudi 21 mars à l'adresse : qv4.dhup@developpement-durable.gouv.fr

PROGRAMME :

- 9h30** **Accueil café**
- 10h** **Ouverture de la journée**
- 10h15** **Séquence Regards croisés, avec la participation de (sous réserve) :**
Christophe ANDRES, Directeur du Syndicat de Cohérence Territoriale du Bergeracois
Olivier VIANO, Chef du service juridique, fiscal et social, Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction (UNICEM)
Elodie CONAN, Chargée de mission au service Prévention des risques industriels, climat, air, énergie, DREAL Auvergne-Rhône-Alpes
- 12h30** **Cocktail déjeunatoire**
- 14h** **Présentation des thématiques prioritaires issues des échanges de la matinée**
- 14h15** **Travail en ateliers participatifs, animés par la Fabrique à projets**
- 17h** **Restitution des ateliers**
- 17h30** **Fin de la journée**

