



INVENTAIRE DE MARES FAVORABLES AU
TRITON CRETE SUR LE TERRITOIRE DU PARC
NATUREL REGIONAL DES ARDENNES
RAPPORT D'ETUDE

Juin 2020

REgroupement des Naturalistes ARDdennais
3 grande rue, 08430 Poix-Terron
contact@renard-asso.org - 03.24.33.54.23
Association loi 1901 – n° siret : 424 892 925 000 27
Renard roux ©Kevin Georgin



Rédaction : Nicolas HARTER, directeur

Appui technique et relecture : Jérémie POTAUFEUX, Chargé d'étude

Inventaire de terrain : Lilian PONCELET-QUINTARD, Chargé d'étude, Valentin LEQUEUVRE, Chargé d'étude, Nicolas HARTER, Directeur

Pour le compte de : PNR des Ardennes
Maison du Parc - Route de Sécheval
RD140
08150 Renwez

Date : 02 juin 2020

Clauses particulières :

- Les rapports d'expertise rédigés par le ReNArd restent sa propriété jusqu'à complet règlement de l'ensemble des sommes dues par le donneur d'ordre.
- Cette étude n'est pas extrapolable pour d'autres études sur un autre site même proche géographiquement.
- Le client dispose d'un délai de trente jours après le rendu du dossier pour émettre des réclamations ou des modifications. Passé ce délai, le dossier sera considéré comme définitif.
- Enfin, l'association fera preuve d'un devoir de discrétion et de confidentialité dans le cadre de l'étude demandée.



SOMMAIRE

A. CADRE ET OBJECTIFS	4
B. PREMIERE PARTIE : ETABLISSEMENT DE MARES A ETUDIER.....	5
1. Définition du territoire d'étude.....	5
2. Méthode d'identification des mares	5
a. Photo interprétation.....	5
b. Repérage de terrain.....	6
c. Caractérisation des mares favorables au Triton crêté	6
d. Identification des propriétaires et des exploitants agricoles	7
3. Résultat de l'identification des mares à étudier	7
a. Photo interprétation.....	7
b. Repérage de terrain et caractérisation des mares pour le Triton crêté.....	9
c. Constitution d'un annuaire des propriétaires	11
d. Refus d'accès aux propriétés.....	11
4. Synthèse de la phase 1.....	11
C. PHASE 2 : INVENTAIRES DU TRITON CRETE.....	12
1. Méthode	12
a. Technique d'inventaire	12
b. Mares inventoriées.....	12
c. Dates de prospections	14
2. Résultats	14
a. Espèces observées.....	14
b. Effectifs par mare	17
D. ANALYSE DES RESULTATS – DISCUSSION	20
1. Disponibilité en sites de reproduction favorables au Triton crêté	20
2. Etat de conservation du Triton crêté sur les secteurs étudiés.....	20
3. Pistes d'action pour la conservation du Triton crêté	21
CONCLUSION	22
LISTE DES ANNEXES.....	23



Annexe 1 : Fiche de caractérisation des mares	24
Annexe 2 : Courrier envoyé aux propriétaires	25



FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : localisation des huit communes étudiées	5
Figure 2 : Localisation des mares potentielles sur le « secteur Liart ».....	8
Figure 3 : localisation des mares sur le « secteur Sormonne ».....	8
Figure 4 : exemples de mares détruites au cours des mois précédents au sein de la zone d'étude.....	9
Figure 5 : Localisation des mares favorables au Triton crêté sur le « secteur Liart »	10
Figure 6 : Localisation des mares favorables au Triton crêté sur le « secteur Sormonne ».....	10
Tableau 1 : composition des quatre groupes de mares étudiées	12
Figure 7 : Localisation des mares inventoriées sur le « secteur Liart ».....	13
Figure 8 : Localisation des mares inventoriées sur le « secteur Sormonne ».....	13
Tableau 2 : Dates de prospection pour chacun des quatre groupes de mares	14
Figure 9 : Nombre d'espèces de Triton observées par site pour le « secteur Liart ».....	15
Figure 10 : Nombre d'espèces de Triton observées par site pour le « secteur Sormonne »	15
Figure 11 : Nombre d'observations par mare du Triton crêté pour le « secteur Liart ».....	16
Figure 12 : Nombre d'observations par mare du Triton crêté pour le « secteur Sormonne ».....	16
Figure 13 : Résultats cumulés par mare et par espèce pour le « secteur Liart ».....	17
Figure 14 : Résultats cumulés par mare et par espèce pour le « secteur Sormonne ».....	18
Figure 15 : Résultats spécifiques pour le Triton crêté du « secteur Liart »	18
Figure 16 : Résultats spécifique pour le Triton crêté du « secteur Sormonne ».....	19



A. CADRE ET OBJECTIFS

Le Parc Naturel Régional des Ardennes (PNRA) décline sur son territoire une veille écologique, incluant le suivi particulier de certaines espèces ou de certains habitats naturels. Dans ce cadre, il a publié en octobre 2019 un appel d'offre pour une mission de recherche, de caractérisation et d'inventaire de mares favorables au Triton crêté sur une partie de son territoire.

Le Regroupement des Naturalistes Ardennais est une association loi 1901, basée dans les Ardennes, et spécialisée dans l'étude, la protection et la communication autour de la biodiversité. Créée en 1995, l'association dispose d'une expérience locale et d'une connaissance dans ce domaine que peu de structures peuvent revendiquer.

L'association a donc répondu à cet appel d'offre et le marché lui a été attribué. L'étude a été réalisée conformément au mémoire technique présenté par le ReNArd, le présent rapport présente le bilan de cette étude. Il rappelle les territoires ciblés et expose la méthodologie mise en place. Les résultats obtenus sont ensuite retransmis, suivis d'une analyse succincte. Enfin, des pistes d'action pour la continuité de l'étude et de conservation en faveur des amphibiens sont également évoquées.

B. PREMIERE PARTIE : ETABLISSEMENT DE MARES A ETUDIER

1. Définition du territoire d'étude

Le territoire d'étude est celui défini dans le cahier des charges du marché, à savoir huit communes du territoire du PNR des Ardennes, en deux secteurs différents :

- Communes de Liart, Logny-Bogny, Lépron-les-Vallées et Marlemont (dénommé ci-après « secteur Liart »)
- Communes de Ham-les-Moines, Sormonne, Murtin-et-Bogny et le Châtelêt-sur-Sormonne (dénommé ci-après « Secteur Sormonne »).

La figure 1 ci-dessous localise ces deux secteurs d'étude.

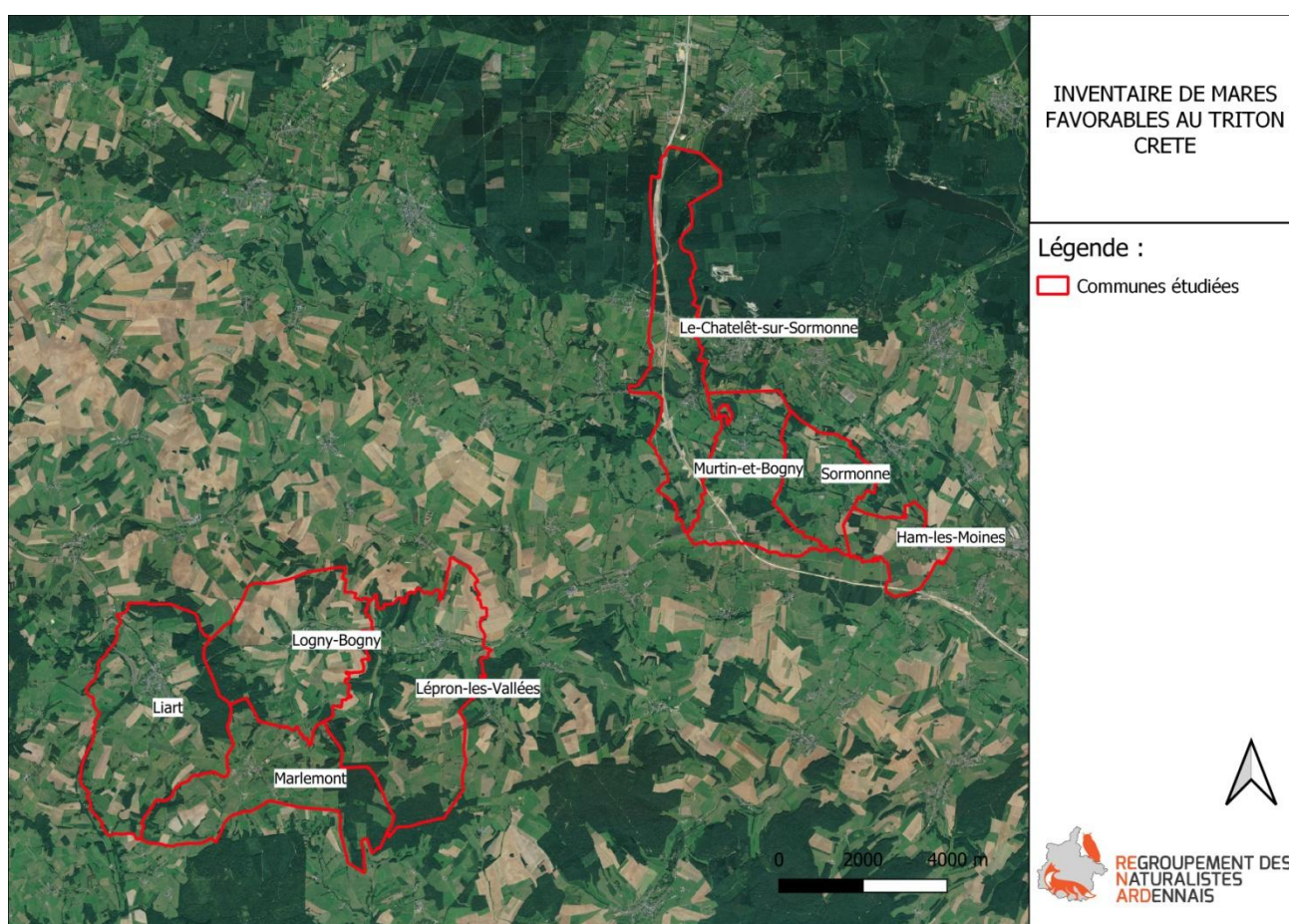


FIGURE 1 : LOCALISATION DES HUIT COMMUNES ETUDIEES

2. Méthode d'identification des mares

a. Photo interprétation

La première phase de ce travail de repérage consistait à pré-localiser les mares, par interprétation des orthophotos les plus récentes disponibles. En l'occurrence, il s'agit de l'année 2016 pour le département des Ardennes. Ces données sont disponibles en téléchargement libre sur le site de l'IGN auprès du lien suivant :



<https://geoservices.ign.fr/documentation/diffusion/telechargement-donnees-libres.html#bd-ortho-50-cm-sous-licence-ouverte>

Le repérage s'est fait visuellement, avec un traitement informatique des données à l'aide du logiciel SIG « Q-gis ».

Chaque site repéré s'est vu attribuer un identifiant unique, composé des premières lettres de la commune et d'un numéro unique. Par exemple « Lia1, Lia2, Lia3, » pour les trois premiers sites repérés sur la commune de Liart.

Cette partie de l'étude a été réalisée en février 2020.

b. Repérage de terrain

A l'issue de ce premier travail de repérage sous SIG, la cartographie des mares a nécessité un repérage de terrain. Cette dernière phase est indispensable pour plusieurs raisons :

- Confirmer ou infirmer la présence des mares identifiées. La photo interprétation n'est pas infaillible et certaines identifications sont erronées.
- A contrario, il n'est pas toujours possible de repérer les mares de manière exhaustive. Lorsque qu'une mare est située en lisière de forêt par exemple, couverte par la canopée des arbres, elle est invisible même avec une image aérienne de très bonne définition.
- Entre l'année 2016, date des orthophotos, et le printemps 2020, année de l'étude, le paysage n'est pas figé. Ainsi, des mares ont pu disparaître (comblement, destruction des prairies) ou au contraire apparaître : mare de compensation environnementale, mare à destination de l'abreuvement du bétail et nouvelles créées).
- L'étude en question porte sur une espèce en particulier, le Triton crêté. Cette espèce est exigeante d'un point de vue écologique et n'utilise qu'un certain type de mare, caractérisé par une profondeur généralement importante, une végétation aquatique développée et une eau de qualité correcte. L'ensemble de ces paramètres n'est pas identifiable sur la base d'une simple photographie aérienne.
- Enfin, cette phase de repérage de terrain permet d'identifier les accès à chaque plan d'eau en prévision de la phase de recherche du Triton crêté.

Cette phase de repérage de terrain a été réalisée à l'issue du repérage sous SIG ; elle a été menée au cours du premier trimestre 2020.

c. Caractérisation des mares favorables au Triton crêté

Cette partie de l'étude est réalisée à l'occasion du repérage de terrain. Pour chaque mare, une fiche détaillée est remplie par l'observateur sur le terrain. Cette fiche est réalisée à la fois pour les mares préalablement repérées et celles « nouvellement » identifiées par l'observateur. A contrario, en cas d'erreur manifeste lors de l'identification préalable ou de disparition avérée, aucune fiche n'est remplie.

Un exemplaire de cette fiche est présenté en annexe 1 du présent rapport.

A l'issue de cette caractérisation, les « nouvelles » mares identifiées sont intégrées dans le SIG de l'étude avec un identifiant unique et celles « disparues » ou « erronées » sont sorties du jeu de données.



La définition du caractère favorable de chaque mare est réalisée sur la base des critères relevés sur chacune des fiches de terrain, mais également sur la base du « dire d'expert » de l'observateur. Une mare peut sembler favorable à l'espèce, mais s'avérer « non adaptée » à la recherche de l'espèce lors des inventaires, car présentant une végétation trop développée ne permettant pas la détection de l'espèce.

La classification s'est faite selon trois niveaux de valeur : « favorable », « moyennement favorable » et « non favorable ».

L'objectif, *in fine*, était de dresser un état des lieux des sites à expertiser lors de la phase de l'inventaire du Triton crêté, avec une priorité donnée aux sites « favorables » mais aussi la possibilité d'expertiser une partie des sites « moyennement favorable » si le temps destiné à la phase d'inventaire le permettait ; le ReNard s'étant engagé dans sa réponse technique à réaliser des inventaires sur 40 mares au maximum.

d. Identification des propriétaires et des exploitants agricoles

Le cahier des charges du marché imposait : « *d'établir un annuaire des mares prairiales favorables* ».

Pour mener à bien cette mission la liste des sites favorables a été dressée et les informations cadastrales identifiées : Commune, Section cadastrale, numéro de parcelle.

Les mairies des communes concernées ont ensuite été contactées par le PNR des Ardennes pour recueillir l'identité des propriétaires et si possible des exploitants agricoles. Les informations ont été obtenues soit par téléphone, soit directement en mairie avec un déplacement commun ReNard/PNRA.

Une fois les informations obtenues, les PNR des Ardennes a envoyé un courrier à chaque propriétaire, les informant de l'étude à venir et leur priant de bien vouloir indiquer s'ils étaient opposés à la venue des intervenants du ReNard pour l'inventaire du Triton crêté.

Un exemple de ce courrier est présenté en annexe 2 du présent rapport.

Cette partie de la mission s'est concentrée uniquement sur les mares jugées « favorables », ces dernières s'avérant en nombre suffisant à l'issue des repérages de terrain. En raison du caractère très chronophage de cette partie de l'étude, et de la nécessité de réaliser ce travail dans un laps de temps très court, avant le début théorique des inventaires de terrain à partir de la mi-mars 2020, elle n'a pas été étendue aux sites « moyennement favorable » et « non favorable ».

3. Résultat de l'identification des mares à étudier

a. Photo interprétation

A l'issue de ce premier travail, un jeu de 218 mares potentielles a été établi sur l'ensemble du territoire d'étude. Chaque mare potentielle s'est alors vu attribuer un identifiant unique, généralement composé des premières lettres de la commune et d'un numéro.

Les figures 2 et 3 présentent ce résultat pour chacun des secteurs étudiés.

Couche SIG correspondante : Mares_repérage_orthophotos_ReNard_2020

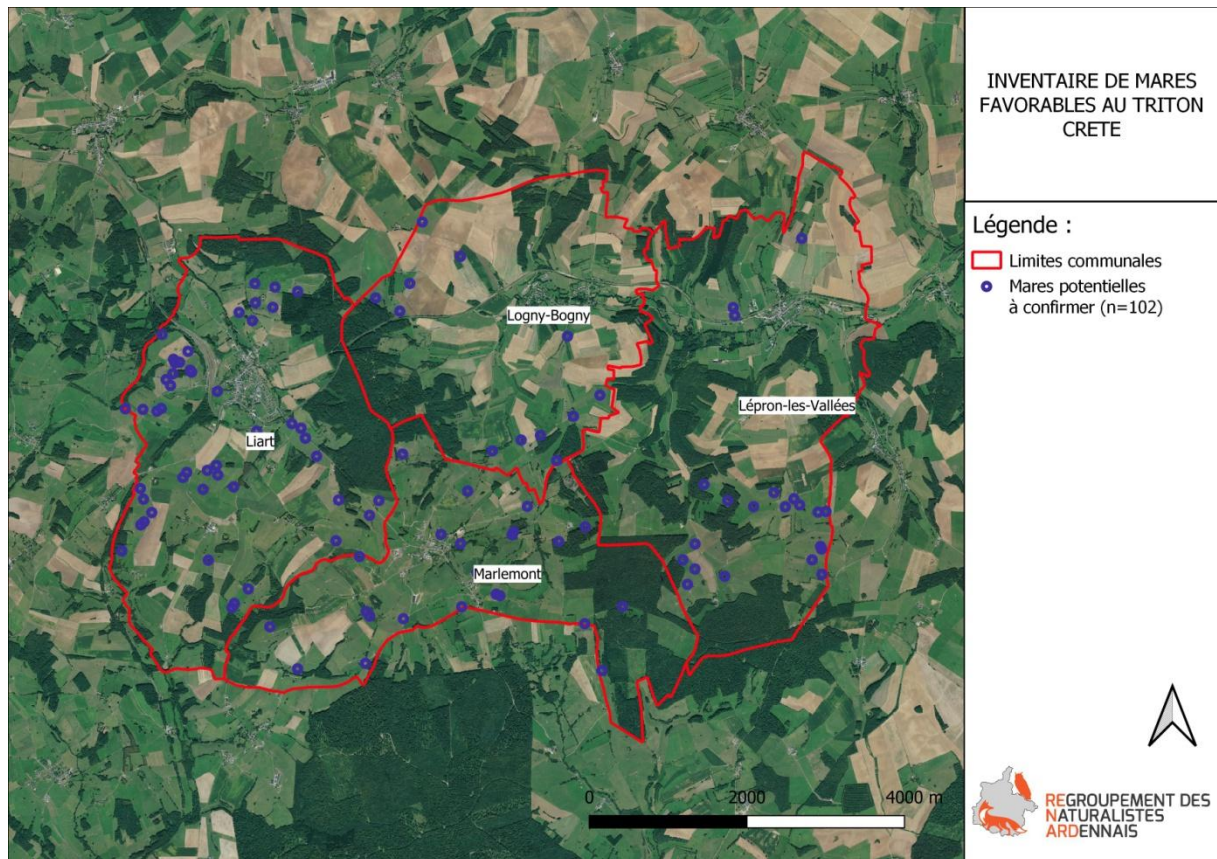


FIGURE 2 : LOCALISATION DES MARES POTENTIELLES SUR LE « SECTEUR LIART »

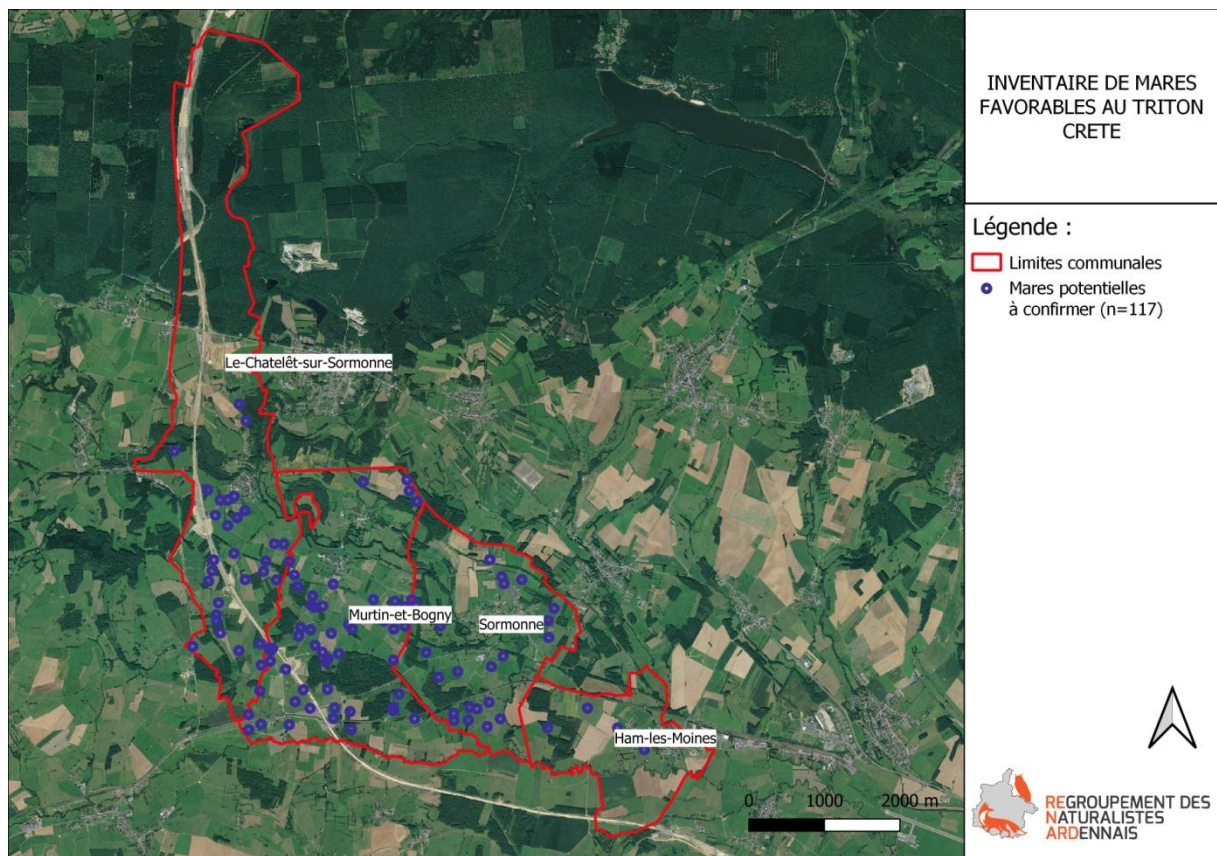


FIGURE 3 : LOCALISATION DES MARES SUR LE « SECTEUR SORMONNE »

b. Repérage de terrain et caractérisation des mares pour le Triton crêté.

Cette phase a permis de confirmer la présence de 166 des 218 mares potentielles repérées sur photo aérienne et d'identifier 21 nouvelles mares.

Parmi les mares non confirmées, on remarque quelques erreurs d'identification, mais également la destruction récentes de plusieurs d'entre elles, notamment sur les communes ayant fait l'objet d'Aménagement Foncier Agricole et Forestier en lien avec la construction de l'autoroute A304.



Mare comblée – Ham-les-Moines



*Mare comblée et nivelée – le
Châtelet-sur-Sormonne*

FIGURE 4 : EXEMPLES DE MARES DETRUITES AU COURS DES MOIS PRECEDENTS AU SEIN DE LA ZONE D'ETUDE

On obtient donc à l'issue de cette phase un jeu de 187 mares, dont 50 s'avèrent favorables au Triton crêté.

Les figures 5 et 6 pages suivantes présentent ce résultat pour chacun des secteurs étudiés.

Couche SIG correspondante : Mares_favorables_TC_ReNard_2020

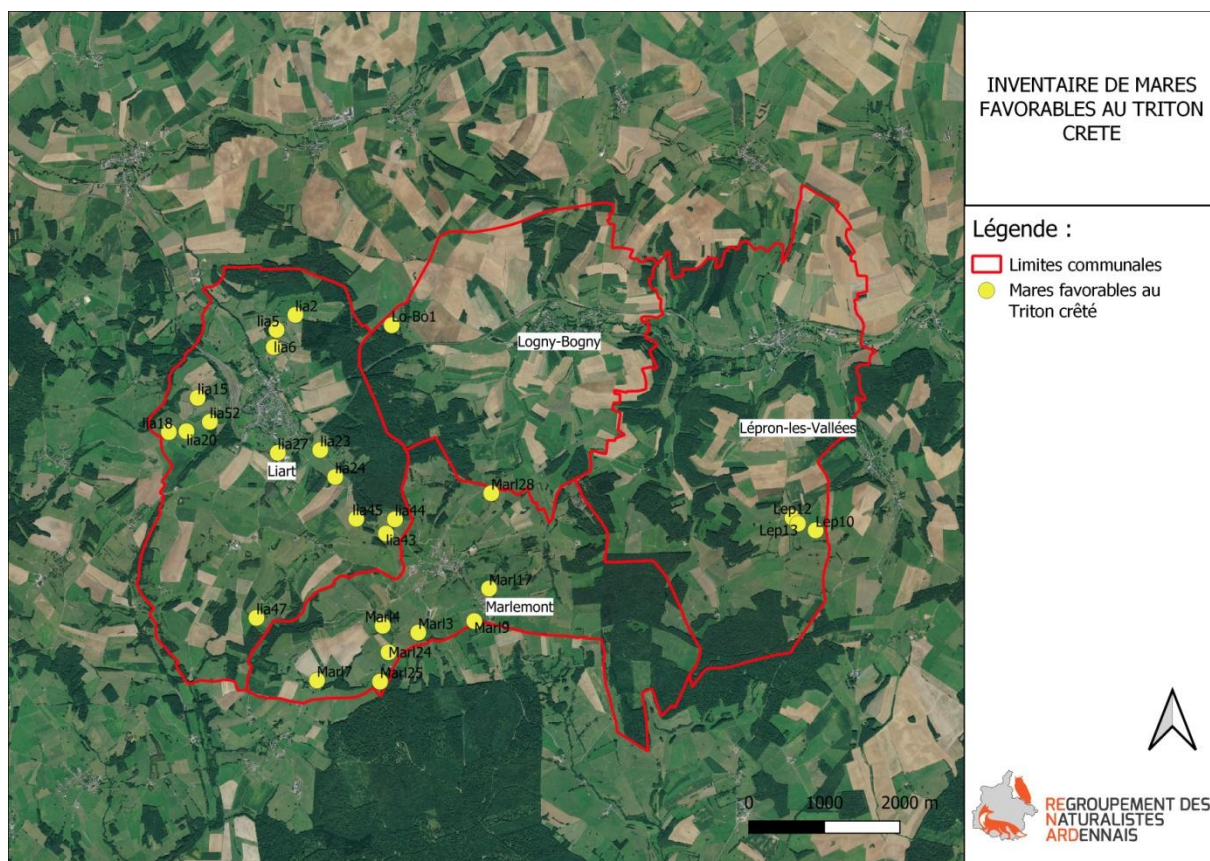


FIGURE 5 : LOCALISATION DES MARES FAVORABLES AU TRITON CRETE SUR LE « SECTEUR LIART »

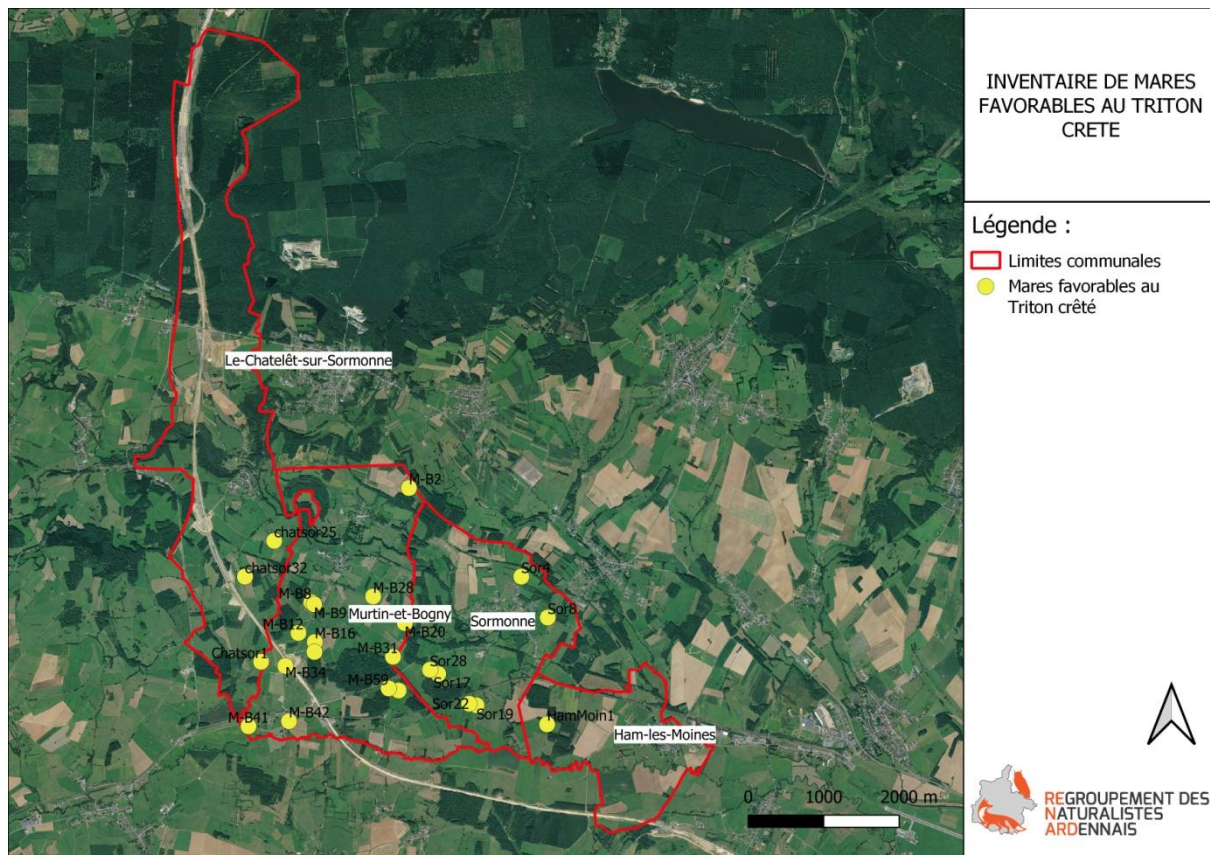


FIGURE 6 : LOCALISATION DES MARES FAVORABLES AU TRITON CRETE SUR LE « SECTEUR SORMONNE »



c. Constitution d'un annuaire des propriétaires

L'ensemble des communes contactées ont accepté de fournir les informations demandées, aboutissant à l'identification de 57 propriétaires et l'envoi d'un nombre identique de courriers d'informations.

En raison du caractère confidentiel des informations sur l'identité des propriétaires des parcelles visées, les résultats ne figurent pas dans ce rapport mais ont été fournies dans un fichier à part au PNR des Ardennes.

d. Refus d'accès aux propriétés

A l'issue de l'envoi à l'ensemble des propriétaires d'un courrier les informant de l'étude et leur indiquant de signaler, le cas échéant, leur opposition à la venue des naturalistes pour la réalisation des inventaires de terrain, le PNRA a reçu une notification de refus de deux propriétaires pour un total de trois mares, située sur la commune de Liart.

4. Synthèse de la phase 1

A l'issue de l'ensemble de cette phase de l'étude, un jeu de 47 mares favorables a donc été obtenu pour procéder à l'inventaire du Triton crêté.



C. PHASE 2 : INVENTAIRES DU TRITON CRETE

1. Méthode

a. Technique d'inventaire

Le protocole employé repose sur le protocole POPAMPHIBIEN adapté au Triton crêté. A cette fin, il s'agissait d'appliquer la déclinaison POPAMPHIBIEN « spécifique Tritons », telle que proposée par la Société Herpétologique de France ; consultable à partir du lien suivant : <http://lashf.org/wp-content/uploads/2016/06/POPAMPHIBIEN.pdf>.

Ce protocole est le suivant (résumé) :

- Définition d'une aire d'étude comprenant entre 3 et 10 mares, l'ensemble devant pouvoir être prospecté par une personne seule en une soirée ou une demi-journée. Au sein de cette aire, chaque mare fait l'objet de trois passages rapprochés, c'est-à-dire étalés sur un laps de temps de deux semaines au maximum.
- Pour chacune des mares au sein de l'aire d'étude, et lors de chaque passage, installation des nasses, dont le nombre est adapté à la taille du plan d'eau étudié ; c'est-à-dire deux nasses pour les plus petites mares (50 m²) et jusqu'à 5 nasses pour les plans d'eau supérieurs à 500 m²

b. Mares inventoriées

Dans le cadre de cette mission, les nasses utilisées étaient de type « Nasse à Poisson-chat ». Ce type de nasses dites « coulantes » (par opposition aux nasses « flottantes »), impose un temps d'immersion maximum de trois heures. Au-delà, le risque de noyade des animaux capturés devient trop important. Or, le déploiement des nasses, incluant le déplacement entre les différentes mares, ainsi que la récupération de celles-ci et l'enregistrement des résultats, s'avère très chronophage.

Le retour d'expérience de l'association montre qu'avec l'emploi de cette technique, il est possible d'inventorier entre 3 et 10 mares par nuit ; en fonction de l'accessibilité des sites et du temps de déplacement entre les mares. Les différentes mares à étudier ont donc été réparties par séries de 10 ; charge à l'intervenant de terrain d'aviser, au fur et à mesure de sa progression, s'il est en capacité d'inventorier les 10 mares en une soirée ou moins.

Le temps prévu pour la réalisation de cette phase de l'étude était de 12 soirées, soit 3 séries de relevés pour chacun des 4 groupes de mares. Cette contrainte avait été anticipée par l'association ReNard dans son mémoire technique, avec une estimation maximum de 40 mares inventoriées.

Au final, ce sont 35 mares qui ont pu être étudiées ; c'est-à-dire un résultat très satisfaisant par rapport à la possibilité maximale théorique. Les figures 7 et 8 page suivante présentent la localisation des mares étudiées. Le tableau 1 ci-dessous détaille la composition des quatre groupes.

Couche SIG correspondante : Mares_inventoriées_ReNard_2020

TABLEAU 1 : COMPOSITION DES QUATRE GROUPES DE MARES ETUDIEES

Groupe	Composition
Groupe 1	HamMoin1, MB31, MB48, MB59, Sor4, Sor8, Sor17, Sor19, Sor22, Sor28
Groupe 2	ChatSor32, MB8, MB9, MB12, MB16, MB20, MB28, MB34, MB42, MB58
Groupe 3	Lia2, Lia5, Lia6, Lia23, Lia24, Lia43, Lia44, Lia45
Groupe 4	Lia47, Mar3, Mar4, Mar, Mar17, Mar24, Mar25

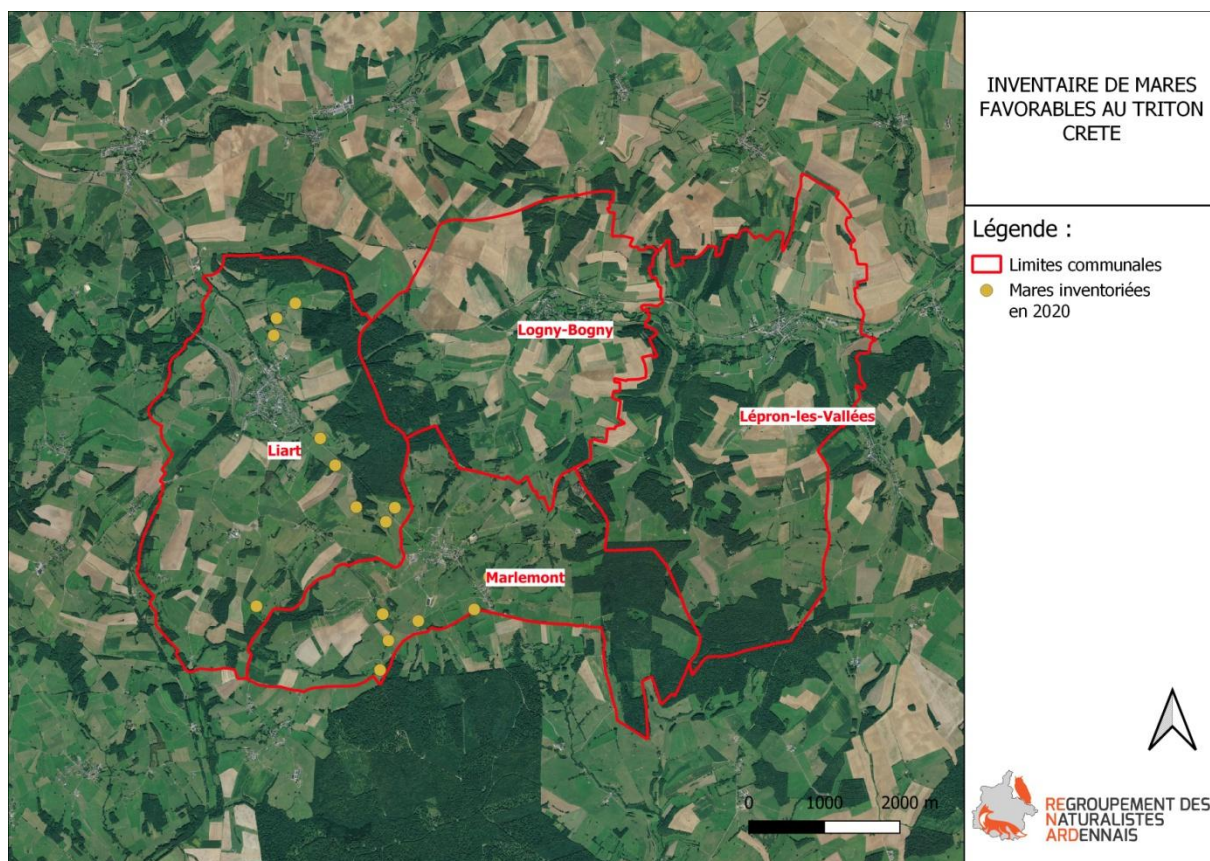


FIGURE 7 : LOCALISATION DES MARES INVENTORIEES SUR LE « SECTEUR LIART »

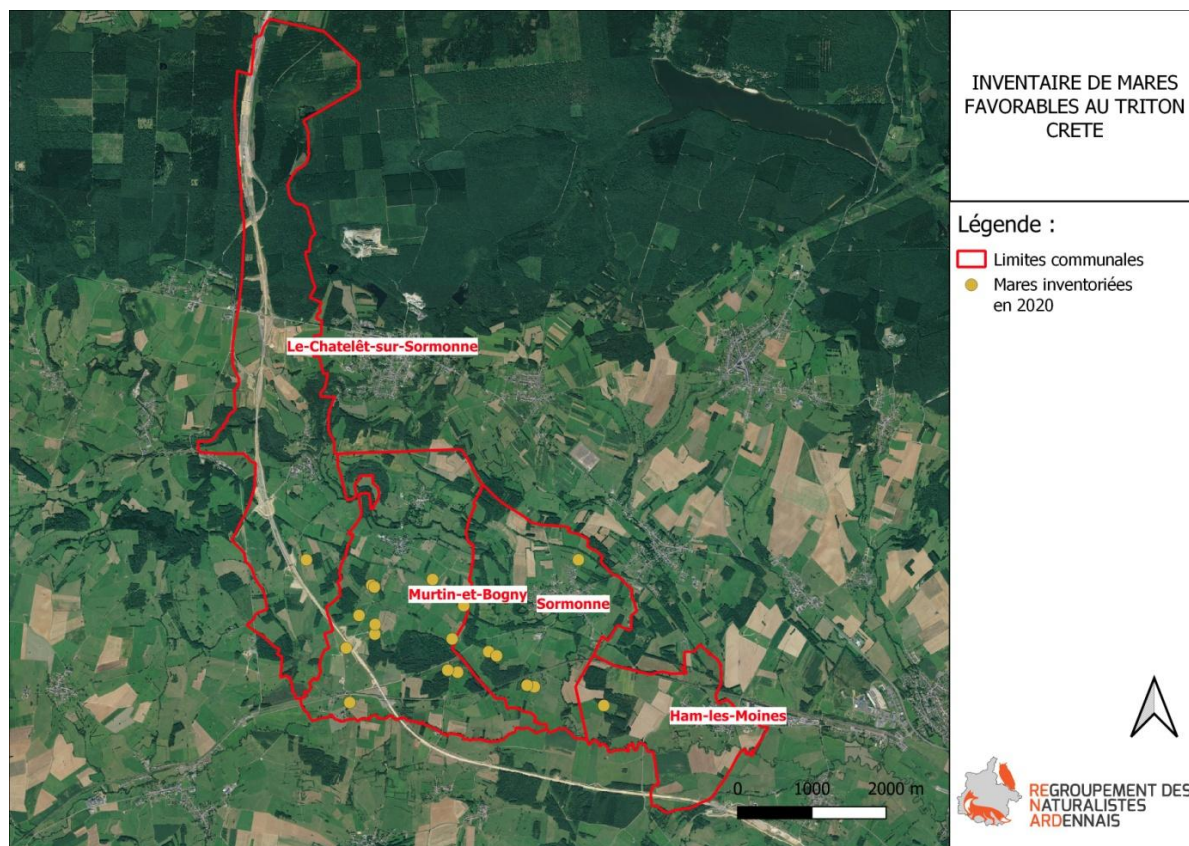


FIGURE 8 : LOCALISATION DES MARES INVENTORIEES SUR LE « SECTEUR SORMONNE »



c. Dates de prospections

Pour chacun des quatre groupes de mares, les dates de prospection sont présentées dans le tableau 2 ci-après.

TABLEAU 2 : DATES DE PROSPECTION POUR CHACUN DES QUATRE GROUPES DE MARES

Groupe	Date 1 ^{er} passage	Date 2 ^{ème} passage	Date 3 ^{ème} passage
1 (Secteur Sormonne)	30/04/2020	01/04/2020	06/04/2020
2 (Secteur Sormonne)	20/04/2020	22/04/2020	24/04/2020
3 (Secteur Liart)	31/03/2020	02/04/2020	07/04/2020
4 (Secteur Liart)	09/04/2020	16/04/2020	22/04/2020

2. Résultats

a. Espèces observées

L'étude a été déployée au travers d'un protocole spécialement adapté à l'étude des Tritons. En raison des contraintes temporelles imposées par le protocole et la nécessité d'étudier un maximum de mares dans le temps imparti, il n'a pas été procédé à la recherche d'autres espèces d'amphibiens (anoures, salamandre...).

Au cours de l'ensemble des sessions d'inventaires, les quatre espèces de Tritons observables dans les Ardennes ont été contactées. Cependant, les résultats sont très disparates en fonction des mares :

- Sur cinq mares, aucune observation n'a été réalisée ;
- Une mare avec une seule espèce observée ;
- Sur six mares, deux espèces ont été observées ;
- Sur douze mares, trois espèces ont été observées ;
- Sur onze mares, quatre espèces ont été observées.

Les figures 9 et 10 page suivante illustrent les résultats en termes de diversité spécifique pour chaque mare.

Fichier SIG correspondant : « Table_attributaire_résultat_TC_PNRA_2020_espèce ».

Concernant le Triton crêté spécifiquement, objet de l'étude, il a été observé au moins une fois sur 14 des 35 mares étudiées, soit 40 % environ. Cependant, ces résultats sont là encore contrastés en fonction des mares. Si l'on considère le nombre d'observations par passage (de 1 à 3) ; on s'aperçoit que l'espèce :

- a été contactée 0 fois sur 21 mares ;
- a été contacté 1 fois seulement sur 5 mares ;
- a été contacté 2 fois sur 3 mares ;
- a été contacté 3 fois sur 6 mares ;

Les figures 11 et 12 page 15 illustrent les résultats en termes de diversité spécifique pour chaque mare.

Fichier SIG correspondant : « Table_attributaire_présence_TC_par_passage ».

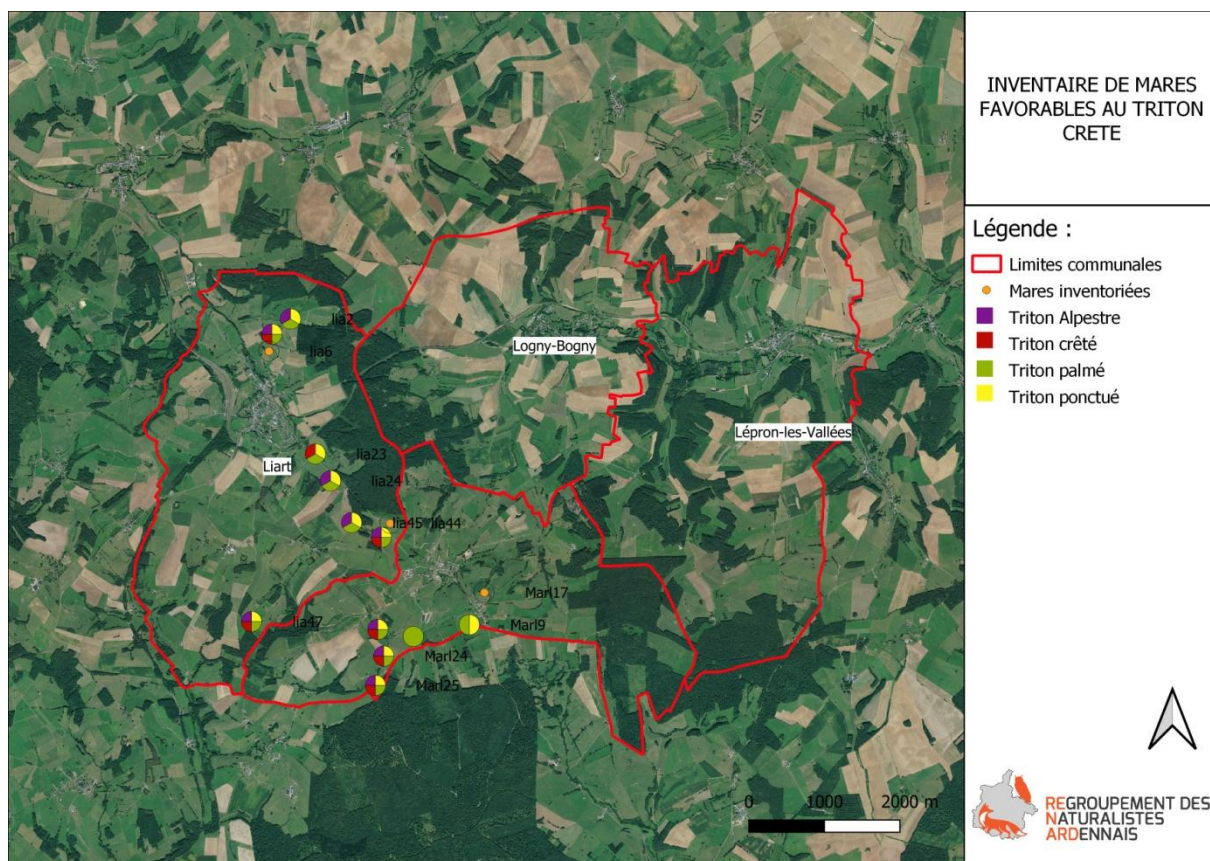


FIGURE 9 : NOMBRE D'ESPECES DE TRITON OBSERVEES PAR SITE POUR LE « SECTEUR LIART »

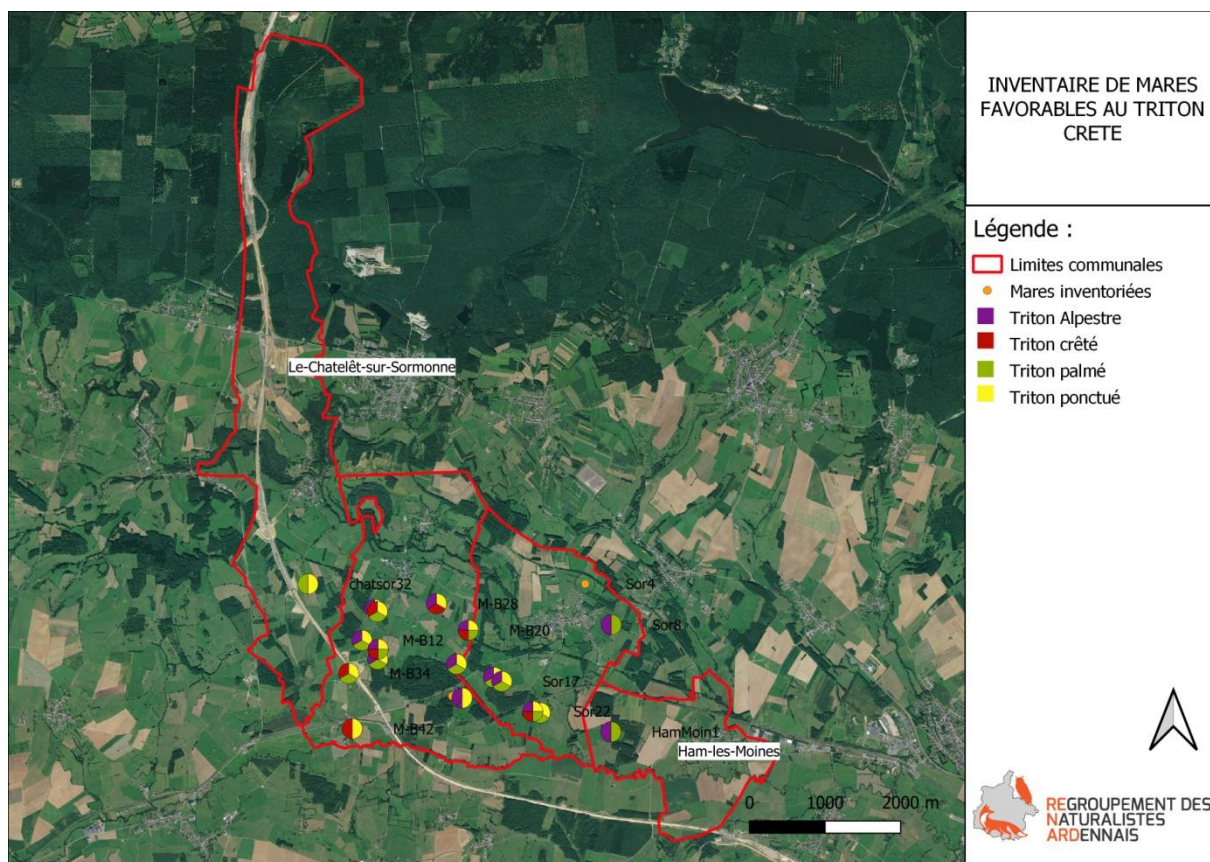


FIGURE 10 : NOMBRE D'ESPECES DE TRITON OBSERVEES PAR SITE POUR LE « SECTEUR SORMONNE »

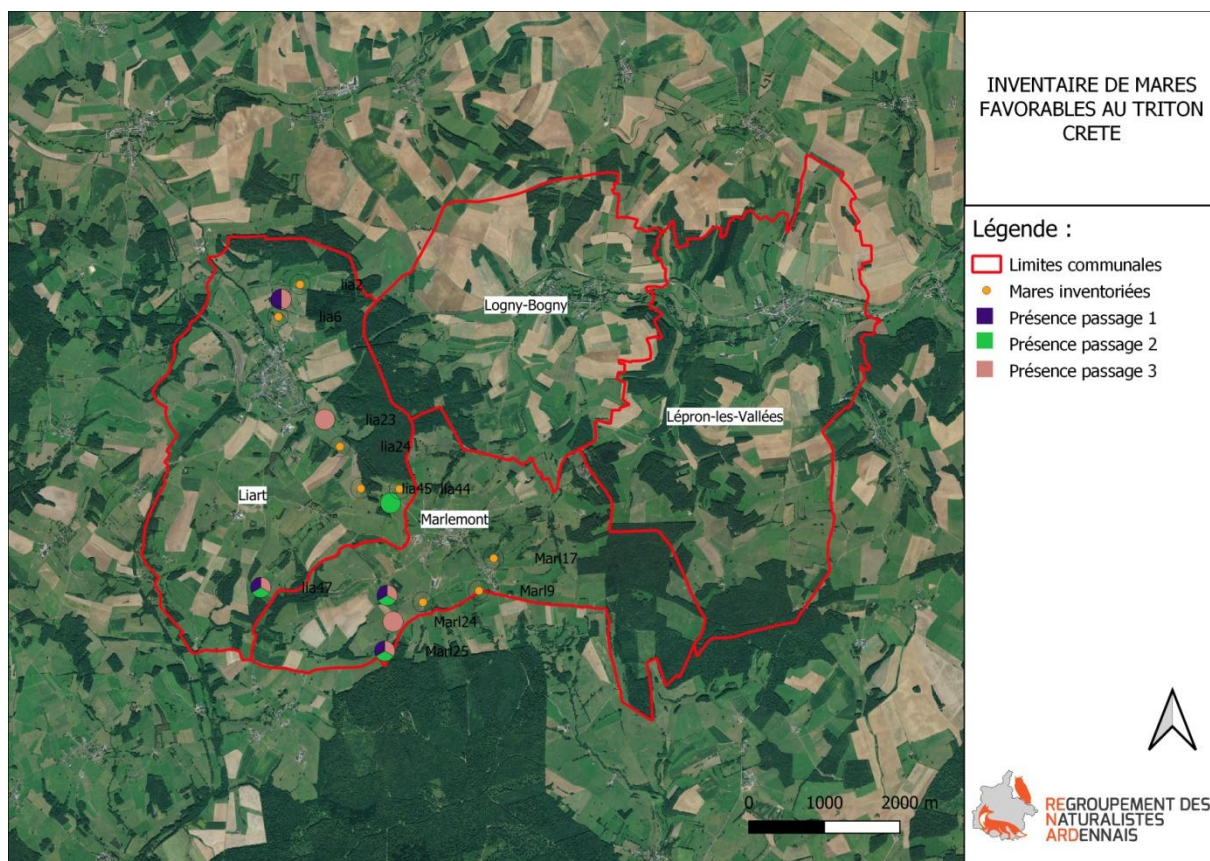


FIGURE 11 : NOMBRE D'OBSERVATIONS PAR MARE DU TRITON CRETE POUR LE « SECTEUR LIART »

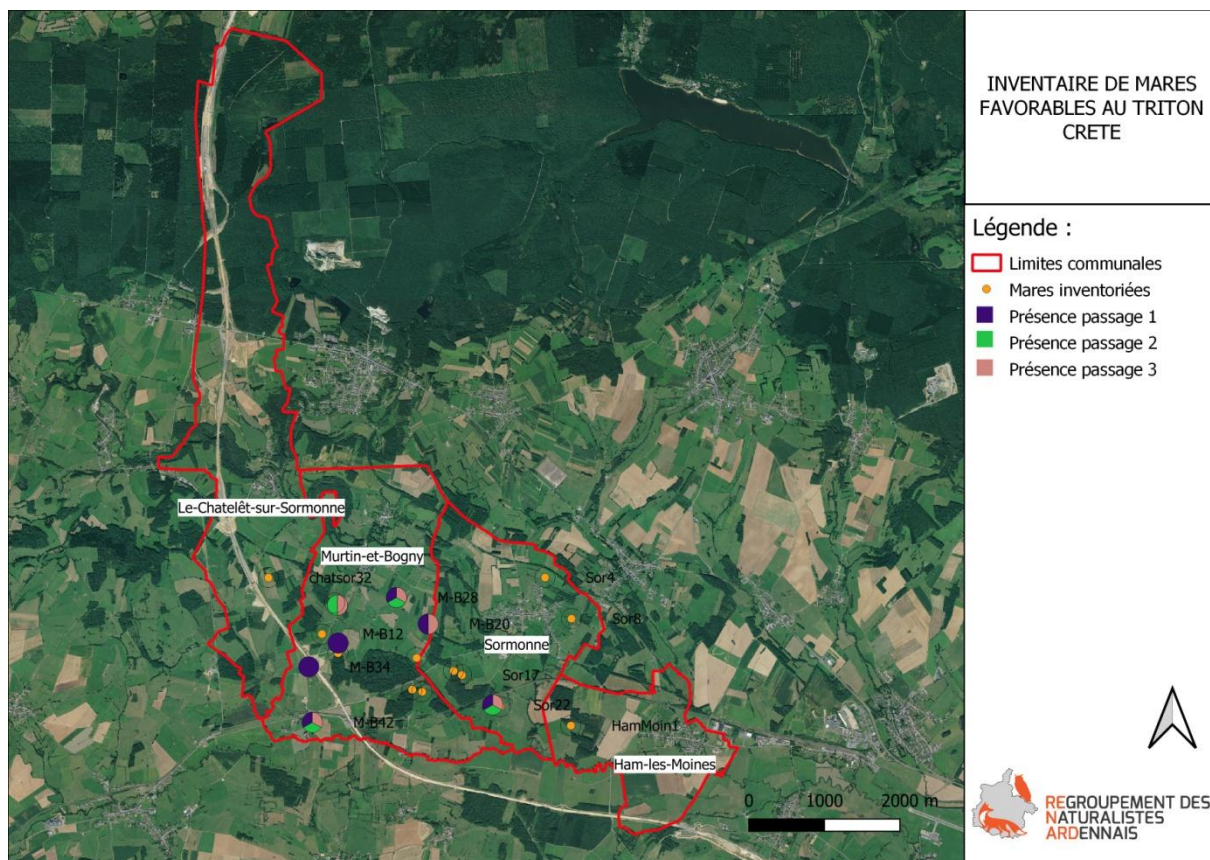


FIGURE 12 : NOMBRE D'OBSERVATIONS PAR MARE DU TRITON CRETE POUR LE « SECTEUR SORMONNE »

b. Effectifs par mare

Au-delà de l'occurrence des espèces, la méthode employée permet également de faire apparaître des effectifs pour les espèces observées.

Cette notion doit cependant être considérée avec prudence. En effet, la capture par nasse n'est pas empirique et ne garantit pas le recensement de l'ensemble des individus présents lors d'une séance d'inventaire. Enfin, avec trois séances consécutives, les effectifs indiqués dans ce rapport représentent le cumul des effectifs capturés sur l'ensemble des trois sessions réalisées pour chaque mare. Il est donc envisageable que plusieurs individus aient été capturés à plusieurs reprises.

Néanmoins, cette notion d'effectif peut fournir un indicateur intéressant dans l'optique d'une étude à long terme des amphibiens. En effet, une diminution ou une augmentation progressive des résultats permettrait d'illustrer une tendance de population, en complément de l'occurrence par site.

Les figures 13 et 14 ci-dessous et page suivante illustrent les effectifs capturés pour chaque espèce et pour chaque site.

Concernant le Triton crêté spécifiquement, objet de l'étude, les figures 15 et 16 illustrent les effectifs capturés pour chaque espèce et pour chaque site. Ceux-ci sont variables également, mais nettement plus mesurés que pour les trois autres espèces, avec un maximum de 15 individus cumulés en trois captures.

Fichier SIG correspondant : Table_attributaire_résultat_TC_PNRA_2020_avec_effectif » pour la réalisation des figures 13 à 16.

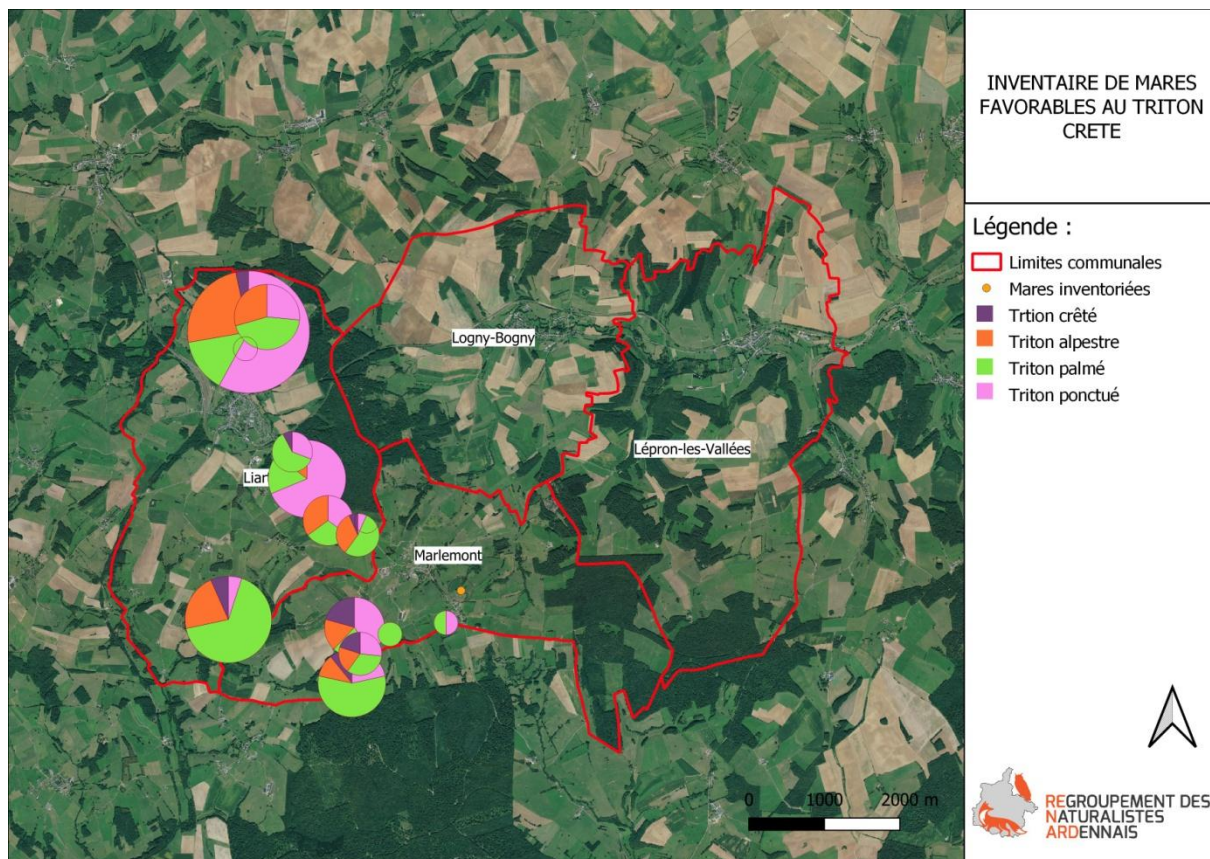


FIGURE 13 : RESULTATS CUMULES PAR MARE ET PAR ESPECE POUR LE « SECTEUR LIART »

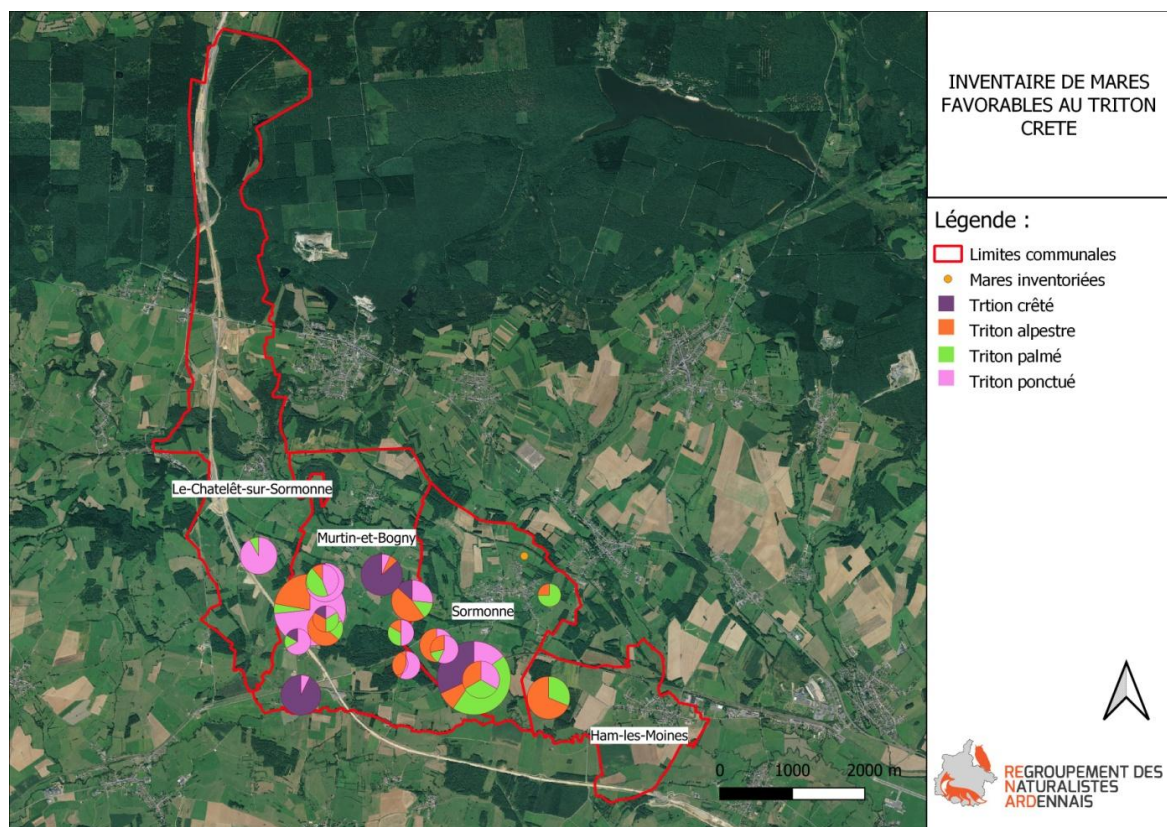


FIGURE 14 : RESULTATS CUMULES PAR MARE ET PAR ESPECE POUR LE « SECTEUR SORMONNE »

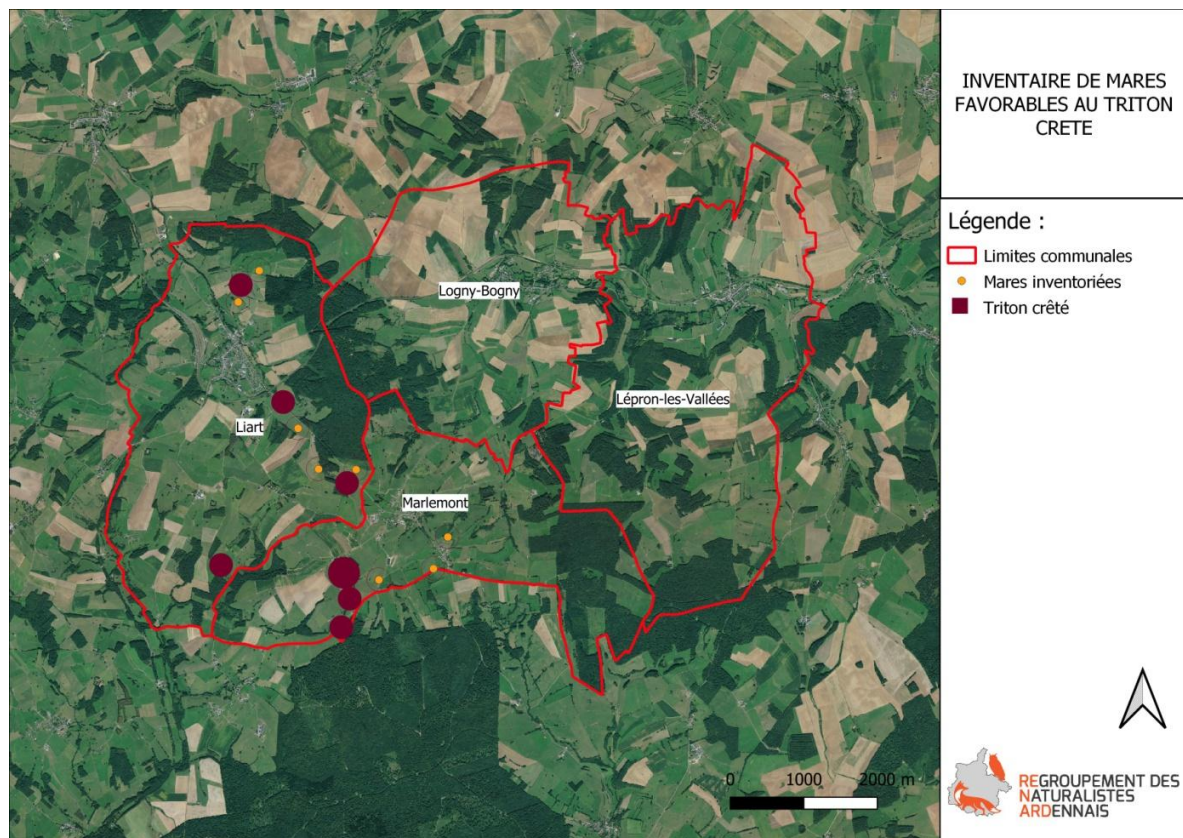


FIGURE 15 : RESULTATS SPECIFIQUES POUR LE TRITON CRETE DU « SECTEUR LIART »

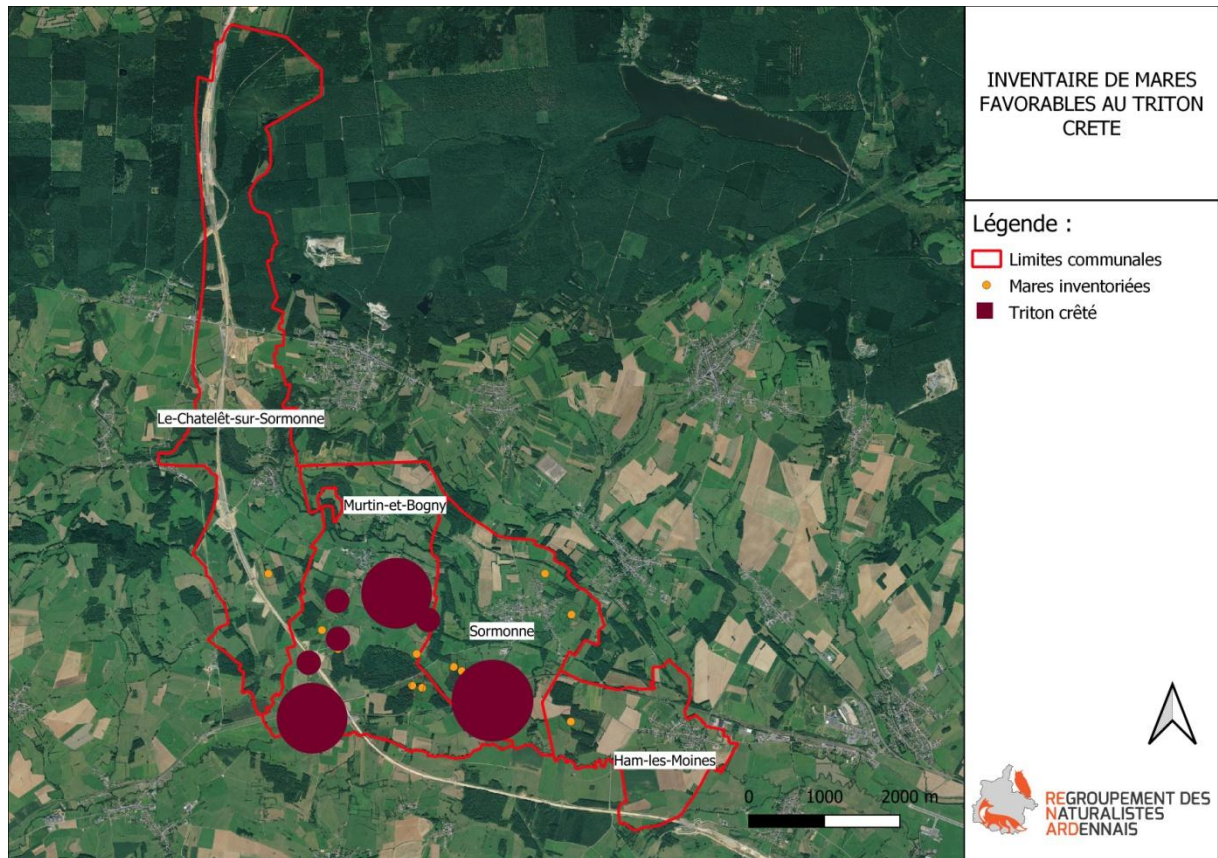


FIGURE 16 : RESULTATS SPECIFIQUE POUR LE TRITON CRETE DU « SECTEUR SORMONNE »



D. ANALYSE DES RESULTATS – DISCUSSION

1. Disponibilité en sites de reproduction favorables au Triton crêté

Cette étude du Triton crêté constitue la plus importante étude menée sur l'espèce sur le territoire du PNR des Ardennes. En effet, si ce territoire a déjà été concerné par la recherche de cet amphibien, il s'est toujours agit de surfaces assez limitées : une commune (Murtin-et-Bogny) ; un carré échantillon ou un périmètre d'étude d'impact.

En ciblant un territoire de 8 communes en une seule étude, le périmètre géographique est important et les résultats de l'étude apportent quelques enseignements.

Le premier enseignement porte sur le nombre total de mares disponibles sur le territoire étudié. Avec près de 200 points d'eau, un important réseau existe pour les amphibiens (et le reste de la faune). Néanmoins, l'étude réalisée met en évidence un abandon progressif des très nombreuses mares, qui sont alors colonisées par les ligneux et/ou s'atterrissent graduellement. Elles deviennent alors progressivement défavorables aux amphibiens et en particulier au Triton crêté qui possède des exigences écologiques assez strictes.

Enfin le travail de repérage et de cartographie a mis en évidence la destruction volontaire de plusieurs mares, mais également la création récente de quelques autres. Le solde reste cependant négatif.

L'ensemble de ces éléments semble indiquer que la disponibilité en site de reproduction pour cette espèce régresse ; risquant, à terme, d'isoler en différents noyaux la population de cet amphibien, la rendant ainsi vulnérable.

2. Etat de conservation du Triton crêté sur les secteurs étudiés

Cette étude est une première et les éléments de comparaison manquent pour obtenir une tendance d'évolution et un état de conservation du Triton crêté au sein du territoire étudié. Cependant, une étude est disponible sur le territoire de la commune de Murtin-et-Bogny (Genesseaux V., Lorich T. ; 2010) et en partie sur le territoire de la commune voisine du Châtelet-sur-Sormonne. En 2010, les auteurs ont étudiés 45 mares et mentionnent la présence du Triton crêté dans 11 d'entre elles. Le territoire visé est jugé très favorable (vaste ensemble de prairies bocagères avec de nombreuses mares). Si cette étude diverge dans sa méthodologie, elle permet de disposer d'une base de comparaison.

Le ReNard a couvert le même territoire. Le premier constat indique que le nombre de mares s'est réduit, certaines ayant été notamment détruites par la construction de l'autoroute A304, d'autres semblant avoir été comblées. Enfin, certaines se sont fortement atterries faute d'entretien. Par ailleurs, l'étude réalisée en 2020 ne met en évidence que la présence de 11 mares favorables au Triton crêté sur ce même territoire et n'aboutit à l'observation de l'espèce que dans 5 d'entre elles.

Aussi, et même si la base de comparaison reste perfectible en l'absence de méthodologie d'étude identique, il semble indéniable que le Triton crêté a régressé entre 2010 et 2020 sur le territoire communal de Murtin-et-Bogny, malgré des habitats pouvant apparaître comme favorables à première vue.



La commune voisine du Châtelet-sur-Sormonne apporte également des éléments marquant. Sur cette seule commune, près d'une trentaine de mares ont été repérées ; mais seulement trois d'entre elles, soit à peine 10 %, ont été identifiées comme favorables au Triton crêté. Trop isolée des autres mares favorables, seule une d'entre elle a pu être couverte lors des inventaires et l'espèce n'y a pas été observée.

Le constat est similaire pour les autres communes étudiées.

Le ReNArd conclut donc que le Triton crêté fait l'objet d'un état de conservation défavorable au sein du territoire étudié, constat résultant probablement de la combinaison de plusieurs facteurs ; notamment la disparition progressive des sites de reproduction favorables à l'espèce et la dégradation des habitats terrestres.

3. Pistes d'action pour la conservation du Triton crêté

Malgré le constat peu encourageant dressé par cette étude, la possibilité d'inverser la tendance et de garantir la conservation à long terme des populations du Triton crêté apparaît comme atteignable : l'espèce dispose encore d'une aire de répartition assez vaste et les habitats potentiellement favorables sont également encore répandus.

Les pistes d'actions proposées par le ReNArd sont les suivantes :

- Informer les propriétaires et les exploitants agricoles des mares au sein desquels la présence du Triton crêté a été établie. Cette action devrait être réalisée en lien avec l'OFB au regard du statut de protection de l'espèce.
- Proposer aux propriétaires et exploitants agricoles possédant des mares sur leur exploitation, y compris (et surtout) lorsque celles-ci ne sont pas favorables au Triton crêté, des actions de restauration de celles-ci ; et/ou la création de nouvelles mares. A titre d'exemple, au cours de repérage de terrain, un intervenant de l'association a été en contact avec un exploitant agricole sur le territoire communal de Murtin-et-Bogny qui s'est montré intéressé pour la restauration de mares sur ses parcelles.
- Proposer également des actions de reconnexion et de restauration des habitats terrestres ; à travers la préservation des prairies et la densification des réseaux bocagers qui font l'identité des zones ouvertes du PNR des Ardennes.

A noter que :

- Ces actions ne seront pas favorables qu'à cette espèce, mais à l'ensemble de la faune et de la flore de ces biotopes.
- Le ReNArd mène déjà des programmes correspondant au sein du territoire du département des Ardennes et se tient donc à la disposition du PNR des Ardennes pour un travail de partenariat à ce sujet.

Enfin, au-delà des actions de conservation, le ReNArd suggère de recommencer cette opération de suivi du Triton crêté à l'identique d'ici 3 à 4 ans ; afin de pouvoir d'obtenir des indicateurs fiables de l'évolution des populations de Triton crêté au sein du territoire du PNR des Ardennes.



CONCLUSION

Cette première année de veille écologique dédiée au Triton crêté a permis de cartographier près de 190 mares, qui constituent autant de sites de reproduction potentiels ou avérés pour les amphibiens. Un regard plus précis montre cependant que seulement une cinquantaine d'entre elles sont favorables à l'espèce ciblée. Trente-cinq ont pu être expertisées et le Triton crêté n'a été observé que sur quatorze d'entre elles. Par ailleurs, les effectifs n'ont jamais été importants.

La catégorisation des mares a, en outre, mis en évidence que la plupart d'entre elles sont à l'abandon et ou en voie d'atterrissement. Pire, l'important travail de repérage de terrain a mis en évidence la destruction récente ou ancienne de plusieurs points d'eau, faiblement compensée par la création récente de quelques uns.

Enfin, même si les habitats terrestres n'ont pas été étudiés ni cartographiés avec précision, les observations réalisées sur le terrain mettent en évidence une disparition progressive des prairies et du bocage associé.

L'ensemble de ces éléments amène l'association à considérer que le Triton crêté présente un état de conservation défavorable au sein du territoire étudié et, probablement, sur l'ensemble des milieux ouverts du PNR des Ardennes.

Cependant, ce constat ne semble pas irrémédiable pour plusieurs raisons et le ReNArd propose dans ce rapport plusieurs pistes d'actions pour conserver et restaurer des habitats favorables à l'espèce. Sans la mise en place d'actions volontaristes, associant profession agricole, gestionnaires et aménagistes, il semble cependant certain que l'espèce continuera à régresser et pourrait, à termes, s'éteindre de nombreux secteurs.



LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de caractérisation des mares	24
Annexe 2 : Exemple de courrier envoyé aux propriétaires	26
Annexe 3 : Bibliographie	27



Annexe 1 : Fiche de caractérisation des mares

Fiche de terrain – Programme Pop Tritons

Site :	
Commune :	Lieu dit :
N° Point d'eau :	
Coord X (Lambert 93) :	Coord Y (Lambert 93) :

Description de l'habitat :

Type point d'eau : ☐ mare ☐ étang ☐ queue étang ☐ fossé ☐ gravière ☐ ballastière
☐ sablière ☐ marais ☐ Autre

Surface point d'eau : ☐ <50m² ☐ De 50 à 100m² ☐ De 100 à 150m² ☐ De 150 à 500m²
☐ De 500 à 1000m² ☐ >1000m²

Assèchement estival : ☐ : oui ☐ : non ☐ : Ne sait pas

Turbidité : ☐ : Limpide ☐ : Trouble ☐ : Très trouble

Profondeur : ☐ : < 30cm ☐ : 31 à 60cm ☐ : 61 à 100cm ☐ : >100cm

Surface végétation favorable : ☐ : RAS ☐ : 1 à 5% ☐ : 6 à 50% ☐ : 51 à 100%

	Callitriches	Véroniques	Potamots	Renoncules	Glycéries	Autres
Nature végétation 1 :	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nature végétation 2 :	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nature végétation 3 :	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Degré de fermeture ligneux : ☐ : RAS ☐ : 1 à 5% ☐ : 6 à 25% ☐ : 26 à 50% ☐ : 51 à 75% ☐ : 76 à 100%

Degré de fermeture herbacées : ☐ : RAS ☐ : 1 à 5% ☐ : 6 à 25% ☐ : 26 à 50% ☐ : 51 à 75% ☐ : 76 à 100%

Ensoleillement : ☐ : oui ☐ : non

Pente douce berges : ☐ : 1/4 ☐ : 1/2 ☐ : 3/4 ☐ : Totalité

Roselière : ☐ : Présence ☐ : Absence

	Caricaie	Typhaie	Phragmitaie	Jonchaie	Scirpaie	Cladiaie	Glycérie	Autre
Type roselière :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Connexion aquatique avec un autre point d'eau : ☐ : Présence ☐ : Absence

Algues filamenteuses : ☐ : Présence ☐ : Absence

% d'algues : ☐ : RAS ☐ : 1 à 5% ☐ : 6 à 25% ☐ : 26 à 50% ☐ : 51 à 75% ☐ : 76 à 100%

Disponibilité en site de fraye :
☐ : Complexe de petits points d'eau (n>10) ou plan d'eau unique > 1 ha
☐ : Complexe de petits points d'eau (3<n<10) ou plan d'eau unique de 0.01 à 1 ha
☐ : Moins de 3 points d'eau ou point d'eau unique isolé < 0.01 ha

Distance avec autres points d'eau où l'espèce est présente :
☐ : <1000m ☐ : 1000 à 2000m ☐ : >2000m

Distance avec autres points d'eau favorables (habitat favorable mais espèce non retrouvée) :
☐ : <1000m ☐ : 1000 à 2000m ☐ : >2000m

Poissons : ☐ : Absence ☐ : Visible mais faible ☐ : Intensif ☐ : Ne sait pas

Polluants : ☐ : Pas d'effet perceptible ☐ : Suspicion ☐ : Effets perceptibles

Piétinement bovins : ☐ : oui ☐ : non

Exclos : ☐ : oui ☐ : non ☐ : partielle

Envasement : ☐ : oui ☐ : non

Embarcades : ☐ : oui ☐ : non

Déchets : ☐ : oui ☐ : non

Gestion pratiquée sur le site de fraye : ☐ : extensif approprié ☐ : extensif inapproprié ☐ : intensif

Effet barrière (1000m autour) : ☐ : pas d'effet barrière ☐ : effet limité mais éloigné ☐ : Nombreux effets barrière

Vent : **0 Beaufort** (La fumée des cheminées monte droit) ; **1 Beaufort** (très légère brise. La fumée des cheminées indique la direction du vent. 1 à 5 km/h) ; **2 Beaufort** (Légère brise. On sent le vent sur le visage, les feuilles bougent. 6 à 11 km/h) ; **3 Beaufort** (Petite brise. Les drapeaux flottent, les feuilles sont sans cesse en mouvement. 12 à 19 km/h) ; **4 Beaufort** (Jolie brise. Les poussières s'envolent et les petites branches ne cessent de bouger. 20 à 28 km/h) ; **5 Beaufort** (Bonne brise. Les petits arbres balancent, les sommets des arbres s'agitent. 29 à 38 km/h)

Température (°C)	13-15	16-20	21-25	26-30	31-35	>35
Ensoleillement (% de nuages)	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%		
Vent	0 Beaufort	1 Beaufort	2 Beaufort	3 Beaufort	4 Beaufort	5 Beaufort

[illegible]

Annexe 2 : Exemple de courrier envoyé aux propriétaires



Une autre vie s'invente ici

Renwez, le 28 février 2020

Madame LEDOUBLE Andrée
Adresse

Objet : Inventaire de mares favorables au Triton crêté sur le territoire du Parc naturel régional des Ardennes
Affaire suivie par : Valentin Fourdrain

Madame,

Dans le cadre de l'application de sa Charte, le Parc naturel régional des Ardennes (PNRA) a pour objectif de réaliser des actions de suivis écologiques de certaines des espèces à enjeux, comme le Triton crêté.

Le territoire de la commune de Liart est connu pour abriter cette espèce emblématique du milieu prairial et bocager. Le Parc souhaite ainsi améliorer les connaissances sur la localisation de l'espèce par des inventaires et une description des milieux.

Pour cela, le Parc naturel régional des Ardennes a missionné l'association Regroupement des Naturalistes Ardennais (ReNard) pour effectuer un inventaire détaillé des mares favorables à l'espèce. Ainsi, des prospections, de mi-mars à début juillet 2020, seront réalisées et consisteront à poser des nasses afin d'identifier les espèces de tritons présentes.

En tant que propriétaire sur la commune de Liart, nous sollicitons votre accord pour permettre au personnel du PNRA et du ReNard d'accéder à certaines de vos parcelles (*Liste des parcelles*).

N'hésitez pas à contacter Monsieur Valentin Fourdrain, Chargé de mission Environnement au Parc (par mail à environnement@parc-naturel-ardennes.fr ou au 03 24 42 90 57) pour tout renseignement complémentaire.

Restant à votre disposition, je vous prie d'agréer, Madame, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

**Le Président,
Guillaume Marechal**

Maison du Parc naturel régional des Ardennes • Route Sécheval - RD140 - 08150 RENWEZ
Tél: 03.24.42.90.57 • www.parc-naturel-ardennes.fr

[illegible]



Annexe 3 : Bibliographie

BELLENOUE S., 2016 - Programme d'actions en faveur des amphibiens de Champagne-Ardenne, programme 2013-2015 – rapport final – Partie 1. Centre permanent d'initiatives pour l'environnement du Pays de Soulaïnes. 46 p.

BELLENOUE S., 2016 - Programme d'actions en faveur des amphibiens de Champagne-Ardenne, programme 2013-2015 – Rapport final – Partie 2. Centre permanent d'initiatives pour l'environnement du Pays de Soulaïnes. 42 p.

CPIE DU PAYS DE SOULAINES (2018). Etude sur le Triton crêté en Champagne-Ardenne – Tome 1, DREAL Grand-Est, 52 p.

CPIE DU PAYS DE SOULAINES (2018). Etude sur le Triton crêté en Champagne-Ardenne – Tome 2, DREAL Grand-Est, 406 p.

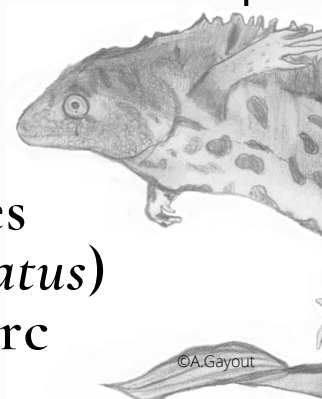
DUPERON A., 2010 - Inventaire des amphibiens dans les mars et sources d'eau en forêt domaniale de Signy-l'Abbaye. ReNArd, 22 p.

GENESSEAU V., LORICH T., (2010). « Les mares », Murtin-et-Bogny (08), Plan de gestion, Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne, 63 p. + annexes

RAPPORT DE STAGE

Soutenance orale le 14 septembre 2023

Evaluation de l'état de conservation des populations de Triton crêté (*Triturus cristatus*) et de ses habitats sur le territoire du Parc Naturel Régional des Ardennes



**AUORE
GAYOUT**

MAITRE DE
STAGE

VALENTIN
FOURDRAIN

RÉFÉRENT
PÉDAGOGIQUE

LAURENT
PELOZUELO

RAPPORTEUR
ALEXANDRE
RIBERON

TUTRICE
ADELINE
LOYAU

aurore.gayout@gmail.com

MASTER GBI - 2022/2023

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie mon professeur référent, Laurent Pelozuelo, pour m'avoir acceptée en formation GBI et conseillée pendant ces deux années d'étude à l'Université Paul Sabatier de Toulouse.

Je tiens aussi à adresser ma reconnaissance à mon tuteur de stage, Valentin Fourdrain, qui m'a fait confiance durant ce stage de six mois. J'ai ainsi eu la chance de découvrir un territoire inconnu au travers d'une thématique particulièrement enrichissante en termes d'espèces, d'habitats et de relations humaines. Merci Valentin pour ta patience et ta disponibilité !

Je remercie particulièrement Adeline Loyau, ma tutrice, qui a su se rendre très disponible pour répondre à mes interrogations et m'orienter durant l'entièreté de mon stage.

Je remercie l'ensemble des salariés du Parc, pour leur écoute, leurs conseils et leur disponibilité.

A mes collègues et amies du Parc pour leur gentillesse, leur bienveillance et leur humour, merci. J'adresse un clin d'œil particulier à Romane Tromont, qui a dû partager son bureau avec moi durant ces six mois, et qui a continué à m'accompagner sur le terrain malgré quelques mésaventures telles qu'une blessure à la main suite à un dérapage sur un barbelé ardent ! Mais je remercie également grandement Coralie Thuiller et Julie Bauduin qui ont su m'épauler dans cette belle aventure en situation professionnelle ! Merci à Nathan Juilliart d'avoir partagé sans réticence ses bons spots d'observation castor !!

Je remercie l'ensemble des personnes ayant participé à cette étude, en particulier les éleveurs pour m'avoir ouvert leur porte et avoir répondu à mes questions lors des interviews. Mes remerciements également aux salariés de l'association naturaliste locale, le Regroupement des Naturalistes Ardennais, pour avoir pris le temps d'échanger avec moi sur la précédente étude, et pour avoir partagé leurs connaissances avec générosité.

Mes études à Toulouse arrivent à leur terme et je tenais à saluer sincèrement mon binôme de terrain préféré, Emma Quénéhervé, avec qui j'ai fait mes débuts dans le monde naturaliste. Mais aussi toutes mes amies de Master sans qui les deux années universitaires à Toulouse n'auraient pas été les mêmes, et avec qui j'ai pu découvrir de nombreux salons de thés toulousains : Audrey Boiardi, Manon Assié, Lise Gaüzère, Juliette Bonnet-Millé, Jeanie Soula et Alyssa Guiheneuf.

Je remercie Clémence Brosse et Marie Abel, qui ont su me transmettre le goût du terrain, les valeurs du naturaliste, et la passion du vivant. Merci aussi pour leur gentillesse et leur aide lors de mes nombreuses interrogations sur des identifications, des protocoles, mais aussi sur mon parcours professionnel.

Enfin, merci à mes proches pour leur amour, leurs encouragements et leur soutien dans tous mes projets. Merci à mes parents qui ont grandement orienté leur destination de vacances en conséquence de mon lieu de stage. Et merci à mon compagnon d'avoir parcouru à plusieurs reprises les quelques 900 kilomètres qui nous séparaient ainsi que pour l'intérêt qu'il porte à ma passion pour le vivant.

SOMMAIRE

Contexte	1
I. Introduction.....	2
II. Matériels et Méthodes	5
1. Site d'étude	5
2. Espèce étudiée : Triton crêté.....	8
3. Protocole d'inventaire appliqué.....	8
a. Calendrier de passage	9
b. Technique de capture utilisée	9
c. Mise en place des pièges.....	9
d. Déroulement des relevés	10
5. Caractérisation des mares	10
6. Analyses des données.....	13
a. Comparaison des résultats de 2020-2023	14
b. Analyse des données de CMR.....	14
c. Analyse des données obtenues lors de la caractérisation des mares	14
d. Influence des facteurs environnementaux.....	14
III. Résultats	16
1. Comparaison des résultats 2020-2023	16
2. Analyse des résultats issus de la CMR	17
3. Reproduction du T. crêté.....	18
4. Caractérisation des mares	18
a. Synthèse des données issues de la caractérisation des mares	18
b. Notation de l'état de conservation des mares	21
5. Influence des variables environnementales sur la présence du T. crêté	21
a. Effet des variables sur l'occurrence des adultes de T. crêté	22
b. Effet des variables sur la reproduction du T. crêté	24
IV. Discussion	25
1. Comparaison 2020/2023	25
2. CMR	26
3. Influence des variables environnementales.....	27
4. Mesures de gestion et de conservation	29
V. Conclusion et perspectives.....	30
Bibliographie.....	31
Annexes de l'étude.....	40
Annexe 1 : Présentation du Parc Naturel Régional des Ardennes (PNRA).....	41
Annexe 2 : Première page de la dérogation aux interdictions de capture.....	43
Annexe 3 : Calendrier des passages – étude 2023	44
Annexe 4 : Amphicapt (©A. GAYOUT)	44
Annexe 5 : Nombre d'amphicapt utilisés pour chacune des mares (2023).....	44

Annexe 6 : Règles générales de désinfection pour lutter contre la chytridiomycose (Dejean <i>et al.</i> , 2010) .	45
Annexe 7 : Fiche de terrain utilisée lors des relevés des Amphicapt (2023)	46
Annexe 8 : Tableau de notation de l'état de conservation des mares (Maillet <i>et al.</i> , 2017)	47
Annexe 9 : Fiche de terrain utilisée lors de la caractérisation des mares (2023).....	48
Annexe 10 : Extraits du tableau format SINP pour un site (Lo-Bo1)	49
Annexe 11 : Extraits du tableau de caractérisation des mares (2023).....	50
Annexe 12 : Occurrence (présence d'adultes) du Triton crêté dans les mares inventoriées en 2020 et 2023	51
Annexe 13 : Extrait du tableau de synthèse utilisé pour les analyses sous R - occurrence	52
Annexe 14 : Extrait du tableau utilisé pour l'ACM – occurrence	52
Annexe 15 : Extrait du tableau de synthèse utilisé pour les analyses sous R - reproduction	53
Annexe 16 : Extrait du tableau utilisé pour l'ACM – reproduction	53
Annexe 17 : effectifs des tritons adultes au sein de chaque site selon leur sexe	54
Annexe 18 : Occurrence et reproduction du Triton crêté dans les mares inventoriées en 2023	55
Annexe 19 : Liste non exhaustive des espèces végétales retrouvées lors de la caractérisation des mares.	56
Annexe 20 : Questionnaire utilisé lors des interviews	57
Annexe 21 : Fiches actions réalisées pour la future gestion des mares inventoriées (©A. GAYOUT)	58
Autres annexes	65
Annexe 1' : Cahier des charges.....	66
Annexe 2' : « Pie chart » présentant les missions réalisées et leur proportion relative.....	69
Annexe 3' : Diagramme de GANT présentant les activités réalisées au cours du stage, leur proportion relative et leur chronologie	70
Annexe 4' : Bilan personnel du stage	71

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Table des figures :

Figure 1 : Zone d'étude.....	5
Figure 2 : Mares inventoriées en 2023 dans le secteur Murtin-Bogny/Sormonne (Mares ajoutées : mares semblant favorables lors du premier passage de 2023 et rajoutées à l'étude ; Mares favorables : mares décrites comme favorables en 2020, non inventoriées en 2020 mais inventoriées en 2023 ; Mares inventoriées : mares inventoriées en 2020 et en 2023). (©A. GAYOUT).....	7
Figure 3 : Mares inventoriées en 2023 dans le secteur Liart/Marlemont (©A. GAYOUT).....	7
Figure 4 : Femelle de Triton crêté (©A. GAYOUT).....	8
Figure 5 : Mâle de Triton crêté (©A. GAYOUT)	8
Figure 6 : Manipulation d'un individu lors de la photographie de la face ventrale (©A. GAYOUT)	10
Figure 7 : Proportions des mares selon l'occurrence du T. crêté entre 2020 et 2023	17
Figure 8 : Effectifs des individus de T. crêtés capturés par mare	17
Figure 9 : Carte de chaleur de la densité de TC (©A. GAYOUT)	18
Figure 10 : Espèces d'urodèles contactées lors des inventaires (2023).....	19
Figure 11 : Proportion des mares inventoriées selon leur état de conservation	21
Figure 12 : Relation significative entre la distance à la pièce d'eau la plus proche et l'occurrence du TC	23
Figure 13 : Relations significatives entre l'occurrence du T. crêté et deux variables explicatives.....	23
Figure 14 : Relation entre l'occurrence du T. crêté et la richesse spécifique en amphibiens au sein de la mare	24

Table des tableaux :

Tableau 1 : Répertoire des mares inventoriées par groupe et glossaire associé	6
Tableau 2 : Notation de l'état de conservation	21

Répertoire des abréviations :

- IECMA : Indicateur d'Etat de Conservation des Mares à Amphibiens
- PAC : Politique Agricole Commune
- PNR : Parc Naturel Régional
- PNRA : Parc Naturel Régional des Ardennes
- PRAM : Programme Régional d'Actions en faveur des Mares
- ReNArd : Regroupement des Naturalistes Ardennais
- SHF : Société Herpétologique de France
- SINP : Système d'Information de l'inventaire du Patrimoine Naturel
- T. crêté (ou TC) : Triton crêté (*Triturus cristatus*).
- TVB : Trame Verte et Bleue
- UICN : Union International pour la Conservation de la Nature

CONTEXTE

Le Parc Naturel Régional des Ardennes (PNRA) est un territoire labellisé depuis 2011 pour la qualité de ses espaces naturels remarquables et de son identité culturelle forte. Les missions du Parc sont définies dans une charte établie pour une durée de 15 ans et sont basées sur trois grands axes principaux : (1) Diversifier l'activité économique en valorisant durablement les ressources du territoire ; (2) Révéler et préserver la richesse des patrimoines naturel et paysager ; accompagner les changements environnementaux ; (3) Agir en faveur de l'identité et de la qualité de vie des Ardennes en impulsant des partenaires solidaires (Annexe 1).

Dans le cadre de son projet de veille écologique, le PNRA décline sur son territoire le suivi de certaines espèces ou de certains habitats naturels. L'objectif de ce travail est de mettre en avant ces espèces ou habitats remarquables, qui, par leurs caractéristiques particulières, permettent de connaître et suivre l'état environnemental du territoire. En effet, compte-tenu des moyens humains disponibles et de la complexité des écosystèmes naturels, le recours à la faune et à la flore permet d'identifier des espèces ou groupes d'espèces bio-indicatrices. Ces bio-indicateurs complètent les indicateurs « classiques » utilisés en forêt ou en zone humide, et peuvent résumer l'état de santé, le bon fonctionnement et le stade d'évolution des milieux qu'ils caractérisent.

Ainsi, pour caractériser les zones humides en milieux bocagers, le PNRA a décidé de choisir le Triton crêté (*Triturus cristatus*) comme bio-indicateur de ces habitats.

En 2019, le PNRA a lancé un appel d'offre pour une mission de recherche, de caractérisation et d'inventaire de mares favorables au Triton crêté sur une partie de son territoire. Ce dernier a été attribué à l'association naturaliste locale : le Regroupement des Naturalistes Ardennais (ReNard).

Dès 2020, le ReNard a mis en place un protocole d'identification des mares favorables au Triton crêté, pièces d'eau identifiées par ortho-photo puis validées lors d'une phase de terrain. Dans cette étude, une cinquantaine de mares favorables à l'espèce cible ont été identifiées parmi lesquelles trente-cinq ont été inventoriées. Autrement, cette étude a permis de mettre en évidence un abandon important des mares qui sont souvent en voie d'atterrissement, voire une destruction de ces points d'eau.

Ainsi, cette première phase de veille écologique du triton a révélé un état de conservation défavorable de l'espèce au sein du territoire étudié.

C'est dans la continuité de cette étude et de cette veille écologique menée par le PNRA que le stage de fin d'études s'inscrit. En effet, l'étude portant sur le Triton crêté est renouvelée tous les 3 ans.

Les missions principales réalisées au cours de ce stage portent sur l'inventaire du même réseau de mares qu'en 2020, ainsi qu'une caractérisation de ces pièces d'eau. L'objectif est d'étudier l'évolution des populations de T. crêté ardennaises présentes sur le territoire du PNRA, et de proposer des mesures de gestion et de conservation adaptées aux besoins écologiques de l'espèce et aux attentes des acteurs du territoire.

Ce travail s'inscrit dans une étroite collaboration avec les autres chargées de missions du PNRA. En effet, les mesures proposées à la suite de cette étude seront prises en compte dans le programme de maintien et de restauration de la Trame Verte et Bleue (TVB) mené au sein du Parc.

I. Introduction

Le taux actuel d'extinction des espèces dans le monde est supérieur à la moyenne des dix derniers millions d'années, et ce taux s'accélère (IPBES, 2019). C'est ainsi que l'estimation du nombre d'espèces menacées d'extinction s'élève à près d'un million (IPBES, 2019). Considéré comme la sixième grande extinction de masse, le déclin de la biodiversité observé aujourd'hui concerne l'entière des taxons (Avisé *et al.*, 2008).

Parmi les taxons les plus touchés par le déclin global de la biodiversité, sont retrouvés les amphibiens (UICN *et al.*, 2015) avec plus de 40 % des espèces d'amphibiens menacées à l'échelle mondiale (IPBES, 2019). En effet, leurs exigences écologiques et leur sensibilité aux pressions environnementales les exposent davantage au risque d'extinction.

Dès la fin du 20^{ème} siècle, le déclin mondial des amphibiens est observé, avec comme cause majeure : la destruction de leurs habitats terrestre et aquatique (Wyman, 1990). Actuellement ce sont huit espèces d'amphibiens sur trente-cinq qui sont menacées en France métropolitaine (UICN *et al.*, 2015).

Outre le problème de destruction des habitats, de nombreuses autres pressions pèsent sur les amphibiens telles que le changement climatique, le rayonnement ultra-violet, la pollution, les maladies ou encore l'introduction d'espèces exotiques (Becker *et al.*, 2007). L'association et les interactions entre ces différents facteurs de déclin sont susceptibles d'affecter le développement, la survie, et la reproduction des amphibiens (Beebee & Griffiths, 2005).

Cependant, l'altération et la fragmentation des habitats restent les menaces les plus impactantes pour ces espèces (Cushman, 2006). En effet, les changements de l'aménagement du territoire et de l'utilisation des sols, marqués par l'urbanisation, le développement des infrastructures de transport et l'intensification des pratiques agricoles, conduisent à la dégradation des espaces naturels (Becker *et al.*, 2007). Parmi ces espaces, les zones humides, indispensables à la reproduction des amphibiens, ou les habitats terrestres tels que les zones boisées ou de bocages, nécessaires lors de leur période d'hivernage, sont fortement concernés.

L'intensification de l'agriculture a exercé une forte influence sur la structure des paysages, notamment via les nombreux remembrements agricoles qui ont eu lieu ces dernières décennies. Depuis le milieu du 20^{ème} siècle, ces actions de réorganisation ont entraîné des conséquences considérables sur les activités et les paysages agricoles ruraux : uniformisation des paysages agricoles, destruction de plus de 835 000 kilomètres de haies en une quarantaine d'années (Philippe & Polombo, 2009), ainsi qu'une érosion de la biodiversité dans les territoires ruraux (Donald *et al.*, 2001 ; Kleijn *et al.*, 2009 ; Newbold *et al.*, 2015). Par ces processus de remembrements agricoles, de nombreux milieux bocagers ont été détruits.

Le bocage est un habitat semi-naturel qui est lié aux systèmes agricoles, principalement aux systèmes d'élevage créés par l'homme depuis le Moyen-Age (Watteaux, 2005). En effet, étant composé notamment d'une alternance de prairies, de cultures et de bosquets entre lesquels un important linéaire de haies s'imbrique, cet agencement paysagé est caractéristique des zones de production animale. Les nombreuses prairies composant les milieux bocagers sont avant tout destinées au pâturage du bétail ainsi qu'à la production de fourrage. En complément, les haies jouent le rôle de clôture naturelle, d'apport d'ombrage à la saison estivale, ou encore de délimitation parcellaire voire de complément fourrager pour le bétail.

Parmi cette mosaïque paysagère, sont aussi retrouvées les mares. Ces dernières étaient utilisées par les agriculteurs pour de multiples fonctions. La principale était la fonction d'abreuvoir pour le bétail mais elles

pouvaient également servir à l'irrigation de certaines cultures par exemple. Ainsi, historiquement, les pratiques agricoles étaient favorables aux amphibiens (Arntzen & Teunis, 1993).

Cependant, avec le recul de l'élevage récent, et surtout les remembrements passés, cet éco-complexe initialement façonné par l'Homme se voit complètement déstructuré et dégradé.

C'est ainsi que, par des techniques modernes d'abreuvement et d'alimentation en eau des prairies mais aussi par l'installation de l'eau courante, l'utilisation des mares s'est vue grandement diminuer. Abandonnées, certaines se sont comblées naturellement, d'autres ont été remblayées, ou ont été dégradées par le surpâturage du bétail ou même transformées en étangs de pêche (Graitson *et al.*, 2009). Une étude concernant les mares bocagères, dans le Nord-Pas-de-Calais, révèle que 53 % des mares ont disparu entre 1975 et 2006 dans cette région, sous l'effet du passage des prairies en parcelle de grande culture (Curado *et al.*, 2011). Une autre étude montre que dans les Deux-Sèvres, entre 2002 et 2008, 72 % des comblements de mares étaient liés à un changement d'usage des terres et à une mise en culture des parcelles autrefois à vocation prairiale (Boissinot & Vaudelet, 2011). Ainsi, il est estimé une perte de 87% des zones humides présentes au 18^{ème} siècle (IPBES, 2019).

Or, la perte de nombreuses mares vient rompre les réseaux de pièces d'eau qui étaient disponibles auparavant. Cette rupture conduit, entre autres, à des changements de la dynamique des populations d'amphibiens (Baguette *et al.*, 2013). En effet, la plupart des amphibiens ont une dynamique en métapopulation, c'est-à-dire un ensemble de sous-populations locales spatialement subdivisées (Hanski & Gaggiotti, 2004). La connexion entre les différentes sous-populations locales se fait grâce à la dispersion des individus (Rothermel, 2004). Cependant, la distance entre les différents sites aquatiques étant de plus en plus importante en raison de l'altération du paysage, la probabilité de dispersion des individus entre les sites est réduite (Marsh & Trenham, 2001 ; Werner *et al.*, 2007). Ainsi, la probabilité d'extinction des sous-populations augmente en conséquence d'un isolement de celles-ci (Griffiths, 2004 ; Heard *et al.* 2012). De ce fait, si la fréquence de colonisation de nouveaux patchs ne permet pas d'équilibrer celles des extinctions locales, la persistance globale de la métapopulation sera remise en cause (Guerin, 2017).

Le Triton crêté (*Triturus cristatus*) fait partie des amphibiens ayant une dynamique en métapopulation. Or, c'est un urodèle associé aux milieux bocagers. Il est donc un des amphibiens les plus concernés par la fragmentation des milieux et par la destruction de ses habitats aquatiques et terrestres. En effet, la perte des pièces d'eau a un impact sur le succès de la reproduction du T. crêté (Triton crêté), car les adultes sont philopatriques¹, et sont incapables de migrer sur de longues distances (>1,6 kilomètres) vers de nouvelles pièces d'eau (Langton *et al.*, 2001 ; Haubrock & Altrichter, 2016). Cette perte d'habitat impacte donc fortement les populations de T. crêté, expliquant qu'il soit l'une des rares espèces d'amphibiens, outre le Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) à figurer au niveau des annexes II et IV de la directive européenne Habitats-Faune-Flore.

Ainsi, de nombreuses dispositions de protection et de conservation de l'espèce sont mises en place dans toute l'Europe. Un plan d'action Triton crêté a par exemple été élaboré à l'échelle du Luxembourg, où la restauration d'habitats et la création de nouveaux sites de reproduction étaient les actions principales (Proess & Schneider, 2018). Un autre plan d'action a aussi été mis en place à une échelle transfrontalière dans le cadre du projet Interreg V « Tous Eco-Citoyens ! » avec le soutien des fonds européens de développement régional (Dochy, 2018). Dans ce second projet, l'objectif est d'associer les habitants à la sauvegarde et l'accroissement de la biodiversité dans la région transfrontalière Franco-Belge. Un travail sur le maintien et la restauration du bocage a également été fait dans le cadre de ce programme (Delbecque *et al.*, 2018).

¹philopatrique : Tendance de certains individus à rester ou à revenir à l'endroit où ils sont nés, pour se reproduire.

Autrement, le T. crêté bénéficie d'une protection sur le territoire métropolitain comme la plupart des espèces d'amphibiens, via l'arrêté ministériel du 8 janvier 2021 (Légifrance, consulté en mars 2023).

Ce déclin général de l'espèce a entraîné son classement sur la liste rouge nationale comme espèce quasi-menacée (UICN, 2015). Cette tendance nationale semble se généraliser à l'ensemble des régions françaises (Heuacker & Michel, 2014 ; Ugnon-Coussioz, 2017), et notamment à la région Grand-est où la liste rouge régionale classe également le Triton crêté comme une espèce quasi-menacée (Odonat Grand Est, consulté en août 2023). Cependant, la tendance des populations à une échelle plus locale, comme à l'échelle des populations ardennaises, est peu étudiée.

Le département des Ardennes, occupé au tiers de sa superficie par le territoire du Parc Naturel Régional des Ardennes (PNRA), est largement exploité au vu des pratiques sylvicoles et agricoles, qu'elles soient céréalières ou d'élevage (PNRA, consulté en mars 2023). L'agriculture occupe aujourd'hui 58% du territoire ardennais représentant 304 000 hectares de surface agricole, soit environ deux fois plus que la surface forestière (154 000 hectares). Parmi ces 304 000 hectares, 41 % sont consacrés aux herbages, reflétant l'importante présence de l'élevage sur le territoire (APCA, consulté en juillet 2023).

Comme la plupart des territoires agricoles, le territoire ardennais est impacté par l'évolution des techniques agricoles, par les changements dans l'occupation du sol et dans l'utilisation de parcelles de plus en plus large. Ainsi, ce dernier se voit de plus en plus déstructuré, avec un remembrement important des parcelles et donc un agrandissement important des exploitations, passant d'une vingtaine d'hectares par exploitation dans les années 70 (Berenguer, 1978), à une centaine d'hectares actuellement (DRAAF, consulté en mars 2023). Cette industrialisation de l'agriculture se retrouve au niveau économique avec une monopolisation des grandes exploitations qui sont les seules à voir leur effectif s'accroître (+ 12 %), tandis que le nombre d'exploitations de taille plus réduite est en déclin (- 22 %) (DRAAF, consulté en mars 2023). En outre, un radical changement de pratiques agricoles est visible et se reflète dans la diminution du nombre d'exploitations spécialisées dans l'élevage (- 26 % entre 2010 et 2020), contrairement à celui des exploitations à spécialisation végétale (en particulier les grandes cultures) qui a augmenté de 10 %. Cette déstructuration du paysage ardennais, qui reste malgré tout bien préservé comparé à d'autres régions agricoles, a un impact sur les populations de la faune locale (ReNard, consulté le 2 août 2023). Il est donc fortement probable que cela induise l'état de conservation des populations de T. crêté au sein du territoire.

Une précédente étude menée en 2020 par le Regroupement des Naturalistes Ardennais (ReNard) (Harter, 2020) a permis de faire un premier état des lieux concernant les populations du triton sur le territoire du PNRA, où l'état de conservation de l'espèce a été défini comme défavorable. Dans la continuité de celle-ci, l'étude présente a pour objectifs d'approfondir les connaissances sur l'espèce et de définir au mieux les exigences du T. crêté sur ce territoire.

Afin d'étudier l'état des populations du T. crêté et leur évolution, il est nécessaire de connaître plus précisément les paramètres écologiques qui influencent la présence de l'espèce. En effet, ce type d'information est indispensable dans l'établissement de stratégies de conservation et notamment pour l'élaboration de méthodes de gestion (Lebreton *et al.*, 1992). Ces données concernant la biologie et l'écologie de l'espèce ciblée sont étudiées depuis plusieurs années dans différentes régions de l'aire de répartition de l'espèce (Besnard *et al.*, 2002 ; Gustafson *et al.*, 2011 ; Zrak, 2014). Cependant, il existe des différences entre les populations selon les régions qui dépendent notamment des habitats disponibles localement (Harper *et al.*, 2019). Il est donc important de connaître les exigences de cette espèce à l'échelle du territoire ardennais, ici réduit au territoire du PNRA, afin de proposer des mesures de gestion les plus adaptées au contexte territorial ardennais.

Ainsi, la problématique suivante se pose : Quel est l'état de conservation des populations de Triton crêté au sein du territoire du Parc Naturel Régional des Ardennes et quels sont les facteurs écologiques et anthropiques susceptibles de l'expliquer ?

Dans le but de définir les meilleures propositions de gestion pour améliorer la conservation des populations ardennaises de Triton crêté, cette étude s'intéresse à l'influence du contexte paysager et de la qualité des habitats de reproduction sur l'occurrence du Triton crêté. Pour cela, plusieurs objectifs ont été définis au cours de cette étude. Tout d'abord, (i) évaluer l'évolution des populations ardennaises étudiées lors de l'étude menée en 2020 ; (ii) estimer la taille de plusieurs populations situées dans la Thiérache ardennaise en utilisant une technique de capture-marquage-recapture ; (iii) déterminer les facteurs écologiques, biotiques ou abiotiques, pouvant régir l'abondance de cette espèce via la caractérisation des mares ; et ainsi (iv) établir des recommandations pour la conservation de l'espèce et élaborer des propositions de gestion des sites concernés. Ce dernier point est mis en relation avec les missions et actions menées pour le maintien et la restauration de la Trame Verte et Bleue (TVB) au sein du territoire du PNRA.

II. Matériels et Méthodes

1. Site d'étude

L'étude s'est déroulée sur le territoire du PNRA et plus particulièrement sur les communautés de communes Ardennes Thiérache ainsi que Vallées et Plateau d'Ardenne. Les pièces d'eau étudiées se situent sur un ensemble de huit communes : Liart, Marlemont, Lépron-les-Vallées, Murtin-Bogny, Logny-Bogny, Sormonne, Le Châtelet-sur-Sormonne et Ham-les-Moines (Figure 1).

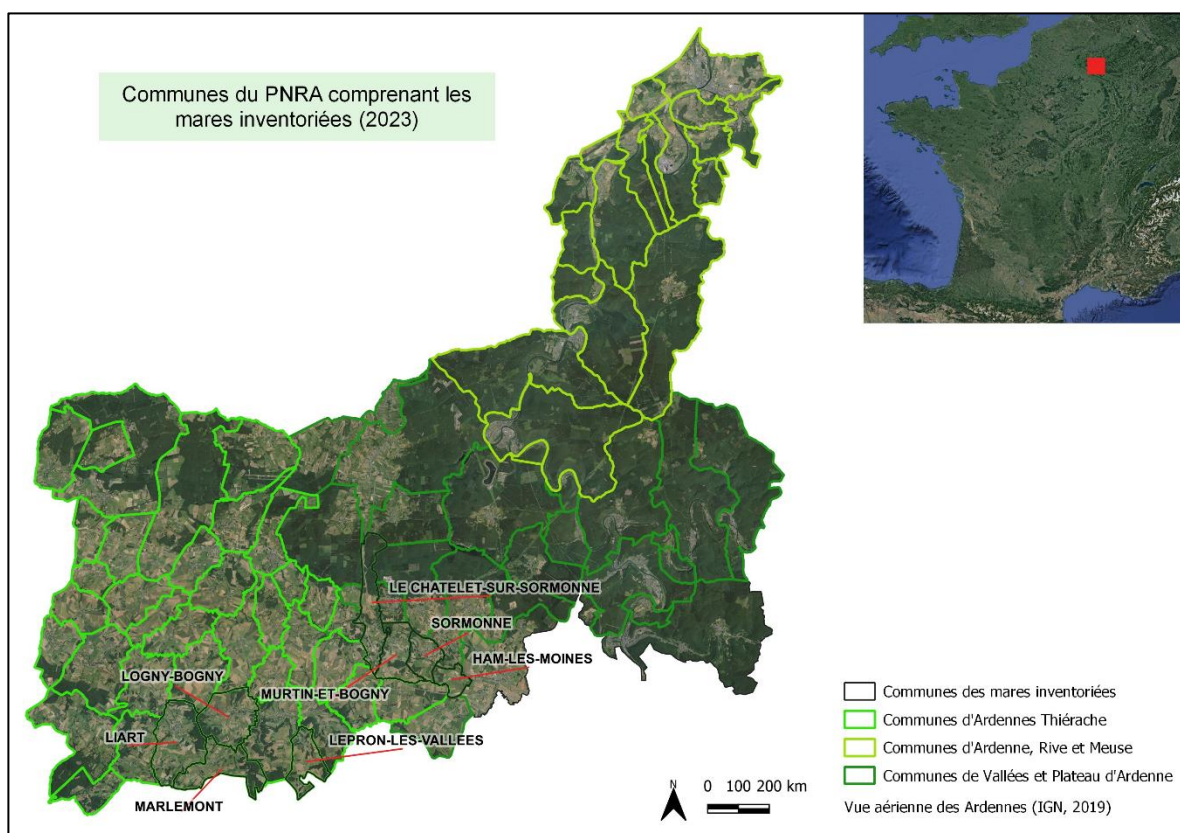


Figure 1 : Zone d'étude

Le choix de ces huit communes avait été réalisé en amont de l'étude de 2020. Ainsi, dans l'objectif d'assurer un suivi des populations du T. crêté sur le territoire, elles ont été conservées pour cette étude de 2023.

Cette partie du territoire du Parc a été priorisée au vu de ses caractéristiques. En effet, la Thiérache ardennaise correspond à un territoire vallonné où le bocage est présent sur les pentes et en fond de vallées, tandis que les forêts couvrent le sommet des coteaux. Un effort du maintien de la vocation d'élevage sur cette partie ouest du Parc permet une certaine préservation du patrimoine paysager, ainsi que la conservation du système bocager (PNRA, consulté le 20 juin 2023). Ces caractéristiques paysagères reflètent parfaitement les exigences écologiques de l'espèce étudiée.

De plus, des données récentes et historiques mentionnant la présence de populations de T. crêté étaient connues sur ces secteurs.

Les mares inventoriées en 2023 ont été définies selon le travail réalisé par le ReNard en 2020 :

- Lors de l'étude de 2020, 50 mares ont été décrites comme favorables mais seules 35 d'entre-elles ont été inventoriées par l'association.
- Parmi les 35 mares suivies en 2020, 31 ont été inventoriées au cours de cette étude de 2023. Les quatre mares manquantes ont été éliminées du suivi de 2023 pour cause de comblement volontaire (Chatsor 32), fermeture par la végétation (M-B12), destruction des berges (M-B58) ou problème d'accessibilité (Lia6).
- Les 15 mares définies comme favorables en 2020 mais non inventoriées lors de cette précédente étude, ont été étudiées en 2023. Cependant, pour trois d'entre elles, les propriétaires ont refusé leur accès, les éliminant de l'étude, deux autres mares étaient quasiment refermées (naturellement) et une autre s'est révélée difficile d'accès, les retirant également toutes trois de l'étude.

Finalement, sur les 50 mares définies comme favorables en 2020 : 31 mares ont été suivies à la fois en 2020 et en 2023 et 9 mares ont été inventoriées uniquement en 2023.

En outre, 5 mares apparaissant comme favorables lors de la première phase de terrain en 2023, ont été rajoutées à l'étude (Figures 2 et 3).

Au total, **45 mares** ont été suivies au cours de cette étude sur deux grands secteurs, à savoir le secteur de Murtin-Bogny/Sormonne (secteur 1) et celui de Liart/Marlemont (secteur 2) (Figures 2 et 3).

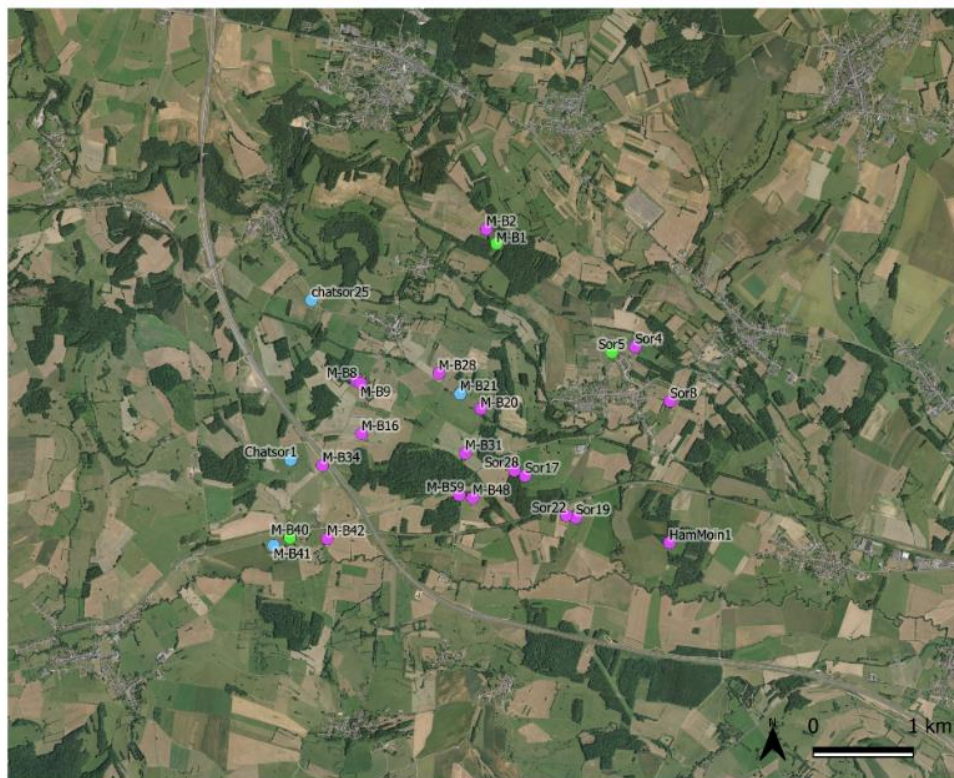
Ainsi, dans le secteur 1, 25 mares sont suivies ; quant au secteur 2, 20 mares y sont inventoriées.

Le retour d'expérience du ReNard ainsi que l'accessibilité des sites, du temps de déplacement entre les mares, et de leur superficie limitant la disponibilité du matériel de capture, ont permis d'estimer le nombre de mares pouvant être inventoriées par session. Ainsi, dix groupes ont été définis, regroupant entre 3 et 6 mares par session (Tableau 1).

Tableau 1 : Répertoire des mares inventoriées par groupe et glossaire associé

	Nom des mares	Glossaire noms des mares	
Groupe 1	M-B8 ; M-B9 ; M-B16 ; M-B34 ; ChatSor1	M-B	correspond à la commune de Murtin-Bogny
Groupe 2	M-B40 ; M-B41 ; M-B42 ; ChatSor25	ChatSor	correspond à la commune du Châtelet-sur-Sormonne
Groupe 3	M-B20 ; M-B21 ; M-B28 ; Sor19 ; Sor22	Sor	correspond à la commune de Sormonne
Groupe 4	M-B31 ; M-B48 ; M-B59 ; Sor17 ; Sor28	Lia	correspond à la commune de Liart
Groupe 5	Lep10 ; Lep12 ; Lep13	Lep	correspond à la commune de Lepron-les-vallées
Groupe 6	Lia2 ; Lia5 ; Lia27 ; Lo-Bo1	Lo-Bo	correspond à la commune de Logny-Bogny
Groupe 7	Lia47 ; Marl4 ; Marl9 ; Marl 17	Marl	correspond à la commune de Marlemont
Groupe 8	Lia23 ; Lia24 ; Lia43 ; Lia44 ; Lia45	Les nombres placés à la suite des abréviations des communes permettent d'identifier chacune des mares définies en 2020.	
Groupe 9	Marl3 ; Marl23 ; Marl24 ; Marl25		
Groupe 10	MB1 ; MB2 ; HamMoin1 ; Sor4 ; Sor5 ; Sor8		

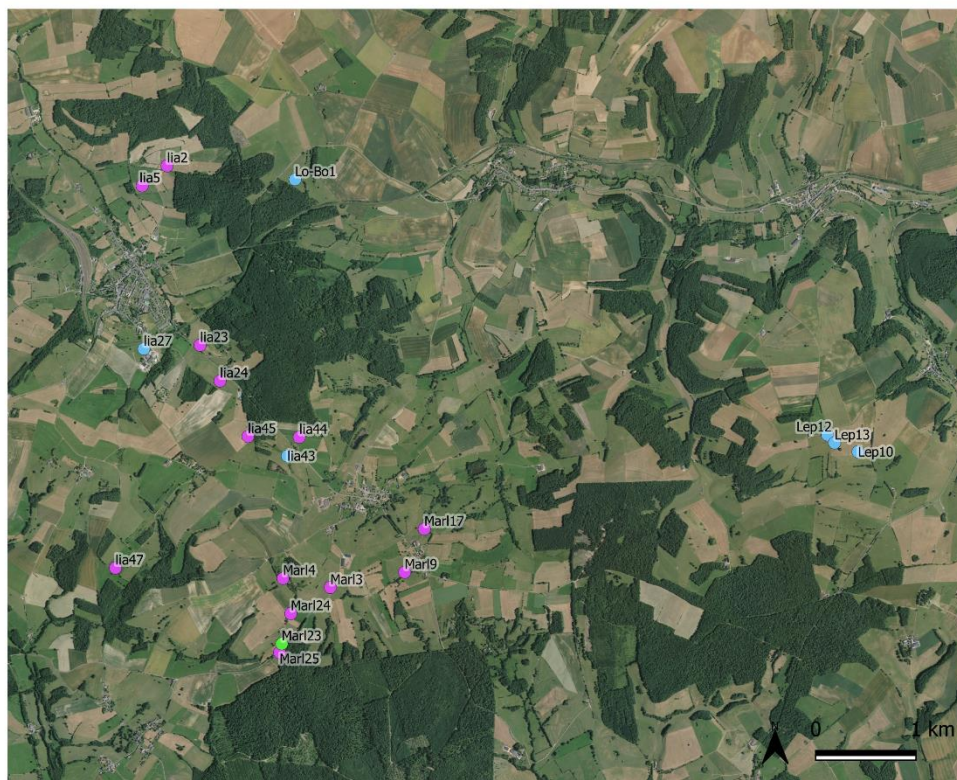
Mares inventoriées dans le secteur de Martin-Bogny/Sormonne durant l'étude réalisée en 2023



Mares inventoriées étude 2023
 ● Mares ajoutées (2023)
 ● Mares favorables (2020)
 ● Mares inventoriées (2020)
 Vue aérienne des Ardennes (IGN, 2019)

Figure 2 : Mares inventoriées en 2023 dans le secteur Martin-Bogny/Sormonne (Mares ajoutées : mares semblant favorables lors du premier passage de 2023 et rajoutées à l'étude ; Mares favorables : mares décrites comme favorables en 2020, non inventoriées en 2020 mais inventoriées en 2023 ; Mares inventoriées : mares inventoriées en 2020 et en 2023). (©A. GAYOUT)

Mares inventoriées dans le secteur de Liart/Marlemont durant l'étude réalisée en 2023



Mares inventoriées étude 2023
 ● Mares ajoutées (2023)
 ● Mares favorables (2020)
 ● Mares inventoriées (2020)
 Vue aérienne des Ardennes (IGN, 2019)

Figure 3 : Mares inventoriées en 2023 dans le secteur Liart/Marlemont (©A. GAYOUT)

2. Espèce étudiée : Triton crêté

Le Triton crêté (*Triturus cristatus*) est un urodèle singularisé par sa face ventrale jaune vif ponctuée de noir. Contrairement à la femelle (Figure 4), le mâle est caractérisé par une ligne latérale caudale argentée et par une grande crête dentelée dorso-caudale, qu'il arbore pendant la phase de reproduction (Figure 5) (Speybroeck *et al.*, 2018). Ce dimorphisme sexuel est aussi marqué par la taille, avec des femelles souvent plus grandes (jusqu'à 17cm) que les mâles (jusqu'à 15 cm), comme chez la plupart des amphibiens (Langton *et al.*, 2001).



Figure 4 : Femelle de Triton crêté (©A. GAYOUT)



Figure 5 : Mâle de Triton crêté (©A. GAYOUT)

Cet urodèle est défini comme une espèce de plaine appréciant fortement les milieux bocagers (Speybroeck *et al.*, 2018) avec des vieux éléments paysagers tels que des haies ou des boisements à proximité de mares (Dochy, 2018). Comme la plupart des amphibiens, il possède un cycle de vie biphasique composé d'une phase aquatique au moment de la période de reproduction et d'une phase terrestre correspondant principalement à la phase d'hivernage (Speybroeck *et al.*, 2018).

La migration post-hivernale vers les sites de reproduction a lieu entre février et avril selon les régions, lorsque la température de l'air atteint les 4-5°C la nuit (Langton *et al.*, 2001). Cette espèce philopatrique est dite fidèle à ses sites de reproduction, ainsi les adultes matures reviennent tous les ans au niveau de la même pièce d'eau pour se reproduire (Langton *et al.*, 2001). Le pic de la période de reproduction se situe entre mai et juin (Langton *et al.*, 2001). Durant cette phase, les femelles pondent des centaines d'œufs qu'elles déposent un à un, enroulés dans des feuilles immergées de végétation aquatique (Speybroeck *et al.*, 2018). La phase d'émergence des juvéniles a ensuite lieu dès la fin de l'été jusqu'en octobre, au moment de la période des pluies. Les tritons adultes et juvéniles rejoignent alors leur site d'hivernage tels que des terriers de micromammifères, des souches, des blocs rocheux, où ils passent l'hiver (Duguet *et al.*, 2003).

En France, l'aire de répartition du T. crêté correspond à la moitié nord du territoire, à l'exception d'un isolat méditerranéen (Duguet *et al.*, 2003). Il est donc largement retrouvé dans la région Grand-Est, à l'exception du Nord des Ardennes françaises composé majoritairement de massifs forestiers (Vacher & Clément, 2022).

3. Protocole d'inventaire appliqué

Pour réaliser cette étude, un protocole standardisé à l'échelle nationale a été utilisé. Il s'agit du protocole POPAmphibien et plus spécifiquement de la déclinaison « Triton » du protocole, élaborée par la Société herpétologique de France (SHF) et ses collaborateurs (Barrioz & Miaud, 2016).

Ce protocole mettant en pratique de la capture d'individus d'espèces protégées, il a été nécessaire d'obtenir une dérogation spécifique pour la capture de spécimens d'espèces animales protégées (Annexe 2).

a. Calendrier de passage

Le protocole établi par la SHF propose de réaliser trois passages au cours de la saison de reproduction des tritons, à savoir entre avril et mai.

Dans le cadre de cette étude, quatre passages ont été réalisés entre début avril et début-juillet, avec comme objectif pour ce dernier passage d'étudier le succès de reproduction des tritons (Annexe 3). Un pas de temps maximum de trois semaines a été respecté entre chaque passage pour limiter l'effet de l'abondance décroissante au cours de la saison (Vacher & Clément, 2022).

b. Technique de capture utilisée

Ce protocole consiste en un comptage de tritons par capture des individus à l'aide de nasses. Plusieurs types de nasses sont proposées dans le protocole de la SHF, à savoir les nasses « Ortmann », les nasses à « vairons » et les nasses de type « Amphicapt ».

Si en 2020 des nasses à « vairons » avaient été déployées, dans cette étude, ce sont les nasses de type « Amphicapt » qui ont été utilisées (Annexe 4). En effet, l'efficacité de ces différents types de pièges étant similaire (Barrioz & Miaud, 2016), pour des moyens financiers et humains, ce sont les nasses de type « Amphicapt » qui ont été privilégiées. Ces nasses ont été fabriquées en amont de la phase de terrain.

En complément, un comptage à vue de nuit à l'aide d'une lampe torche a été réalisé sur les mares où la présence de T. crêté n'était pas avérée à la fin du deuxième passage (les 15 et 16 mai 2023) afin de limiter le biais de non-détection.

Pour le quatrième passage destiné à la recherche de larves, la technique du filet troubleau est privilégiée. Plusieurs coups de filets sont effectués au niveau de la végétation aquatique jusqu'à ce qu'une larve de T. crêté soit détectée ou que l'ensemble de la mare ait été parcouru.

En effet, l'utilisation d'amphicapt favorise la prédation des larves et augmente ainsi le risque de mortalité de l'espèce étudiée (Thirion *et al.*, 2019 ; Vacher & Clément, 2022).

c. Mise en place des pièges

Le nombre de nasses utilisées a été défini pour chaque mare en fonction de sa superficie et de sa typologie (Annexe 5) selon les ordres de grandeur suivant : pour des pièces d'eau inférieures à 10m², seule une nasse est nécessaire ; pour les mares dont la superficie est entre 10 et 100m², trois nasses sont disposées ; pour des pièces d'eau ayant une superficie supérieure à 100m², 3 nasses sont disposées par segments de 100m². Un maximum de 10 amphicapt/mare a été posé.

Pour optimiser la productivité des pièges, il est important de les poser à proximité d'habitats favorables tels que les herbiers qui constituent des abris pour cette faune (Langton *et al.*, 2001). De plus, les nasses ont été placées au bord des pièces d'eau, de manière à être immergées au ¾ dans l'eau. Le quart émergé permet aux individus de venir respirer durant la période de captivité.

Pour chacun des trois passages réalisés, les amphicapt sont déposés en début de soirée et relevés le lendemain matin, en veillant à respecter un maximum de pose de 14h pour éviter une mortalité des individus.

Il est important de noter qu'un protocole sanitaire de désinfection a été appliqué après chaque session de capture, afin d'éviter la propagation de maladies infectieuses (Dejean *et al.*, 2010) (Annexe 6).

d. Déroulement des relevés

Lors du relevé des nasses, chaque individu capturé est identifié et sexé selon le protocole POPTritons.

De plus, dans cette étude, les individus de T. crêté sont mesurés à l'aide d'un pied à coulisse du bout de la queue au bout du museau. Ils sont également photographiés en face ventrale. La mesure et le numéro des photos de chaque individu ont été reportés sur la fiche de terrain (Annexe 7).

4. Capture-Marquage-Recapture (CMR)

Afin de réaliser une étude des populations par capture-marquage-recapture, chacun des individus de T. crêté est photographié lors des relevés des nasses.

Chaque individu de T. crêté possède un patron de taches ventrales unique et permanent, ce qui permet une identification individuelle et un suivi temporel non-vulnérant par capture/recapture (Amiard & Van Den Brink., 2016 ; Mettouris *et al.*, 2016). Ainsi, une photographie de la face ventrale de chaque individu a pour but de conduire à un marquage photographique (Figure 6).

Il est donc possible de constituer une base de données *in fine* des individus contactés à chacun des passages.



Figure 6 : Manipulation d'un individu lors de la photographie de la face ventrale
(©A. GAYOUT)

Les photos prises doivent être homogènes pour optimiser l'analyse photographique. La position de l'animal doit donc être la plus similaire possible. Pour cela, l'individu a été disposé au sein d'une boîte transparente et une éponge humide a été utilisée pour le maintenir sur une surface plane (Figure 6).

Il a également été nécessaire d'être attentif à éliminer les saletés qui peuvent influencer la reconnaissance des individus par la suite (Matthé *et al.*, 2017).

De plus, pour éviter des erreurs d'identification lors de l'analyse photographique finale, les photographies ont été prises sans flash, en évitant tout reflet et en essayant de garder le même angle à chaque fois.

Enfin, les mesures concernant la longueur du corps ont permis de confirmer la capture d'un même individu, en cas de doute avec la comparaison photographique.

5. Caractérisation des mares

Pour améliorer les connaissances sur les exigences écologiques du triton et plus particulièrement dans la région ardennaise, les mares ont été caractérisées grâce à un Indicateur d'Etat de Conservation des Mares à Amphibiens (IECMA) (Maillet *et al.*, 2017). Ce dernier permet de définir l'état de conservation des différentes mares, ainsi que leur capacité à accueillir ou non les amphibiens en attribuant une notation. Il a été établi pour l'ensemble des amphibiens mais en se basant essentiellement sur les besoins écologiques du Triton crêté, espèce exigeante par rapport aux autres urodèles.

Cet indicateur a été établi selon divers critères répondant aux besoins écologiques du T. crêté, critères élaborés selon la bibliographie existante. Pour chacun des critères, trois classes sont définies selon si les modalités décrites sont très favorables au triton (5 points), favorables au triton (2 points), ou défavorables au triton (0 points) (Annexe 8).

Ainsi, une notation sur 100 a été obtenue pour chacune des mares en prenant en compte un ensemble de 20 critères :

- **Le contexte immédiat de la mare** : un contexte immédiat composé de prairies permanentes, de zones humides et/ou de boisements de feuillus, est considéré comme très favorable pour le triton (Langton *et al.*, 2001). En revanche la présence de jardins, de bois résineux à proximité de la mare est considérée comme favorable et un contexte urbain comme défavorable.
Le contexte immédiat a été défini directement sur le terrain en réalisant une lecture de paysage.
- **La superficie de la mare** : une superficie de la mare supérieure à 50m² est définie comme très favorable, entre 10 et 50m² comme favorable, et en-dessous de 10m² comme défavorable. (Langton *et al.*, 2001 ; Jarvis, 2012 ; Dochy, 2018).
La superficie a été définie via l'orthophotographie faite à partir de la vue aérienne des Ardennes de 2019 (IGN, 2019) suite à un travail de cartographie numérique à l'aide du logiciel QGIS (QGIS Development Team, 2009).
- **La profondeur de la mare** : une profondeur maximale de la mare comprise entre 1m et 1,50m est considéré comme très favorable, entre 0,5m et 1m comme favorable, et au-dessus de 1,5m ou en-dessous de 0,5m comme défavorable (Jacob & Gathoye, 2006).
La profondeur a été estimée à l'aide d'un bâton graduée et a été donnée en classes (< 0,5m ; 0,5-1m ; 1-1,5m et > 1,5m).
- **La turbidité de l'eau de la mare** : une eau limpide est estimée comme très favorable, une eau trouble comme favorable, et une eau très trouble comme défavorable (Dochy, 2018).
Elle a été estimée visuellement sur le terrain et a été classée selon les trois modalités citées précédemment.
- **La nature du fond de la mare** : un fond « naturel » est défini comme très favorable, en béton ou pierre comme favorable, et en plastique comme défavorable.
Elle a été décrite directement sur le terrain.
- **Les berges de la mare** : si les berges en pente douce constituent au moins la moitié du périmètre de la mare, cela est considéré comme très favorable, moins de la moitié du périmètre, favorable, et enfin s'il n'y a aucune berge en pente douce, cela est considérée comme défavorable (Grossi, 2010).
La proportion des berges en pente douce a été estimée visuellement directement sur le terrain.
- **Le recouvrement en plantes aquatiques** : une végétation abondante (supérieure à la moitié de la superficie de la mare) est très favorable, clairsemée (au moins un quart de la superficie de la mare), favorable et une absence de végétation ou en très faible proportion, défavorable (Langton *et al.*, 2001).
Le recouvrement a été estimé visuellement et discrimine deux types de végétation : les hélophytes et les hydrophytes. Il a été défini selon des classes de recouvrement (0-25% ; 26-50% ; 51-75% ; 76-100%).
La végétation évoluant au fil du temps, les espèces présentes ainsi que le recouvrement a été mis à jour à chacun des passages d'inventaire.
- **La richesse spécifique en amphibiens au sein du site** : la présence de 4 espèces ou plus au sein de la mare est considérée comme très favorable, de 1 à 3 espèces comme favorable, d'aucune espèce comme défavorable (El Hamoumi & Himmi, 2010).
Elle a été définie à la fin de l'étude, une fois que tous les passages ont été réalisés.

- **La distance avec un peuplement source** : une distance inférieure à un peuplement source inférieure à 500m est considérée comme très favorable, entre 500 et 1000m, favorable, et supérieure à 1000m, défavorable (Langton *et al.*, 2001 ; McKinnell *et al.*, 2015).
Elle a été mesurée sur cartographie aérienne à la fin de l'étude, une fois que tous les inventaires étaient réalisés afin de prendre en compte l'ensemble des mares où la présence de T. crêté a été détectée.
- **La distance avec la pièce d'eau la plus proche** : une distance inférieure à 250m est considérée comme très favorable, entre 250m et 500m, comme favorable, et supérieure à 500m comme défavorable (Langton *et al.*, 2001 ; McKinnell *et al.*, 2015).
Elle a été mesurée à partir de la vue aérienne des Ardennes de 2019 avec le logiciel QGIS.
- **Le nombre de pièces d'eau à moins de 500m** : un nombre de mares supérieur à 2 est considéré comme très favorable, une seule mare dans un rayon de 500m comme favorable, et aucune mare comme défavorable (McKinnell *et al.*, 2015).
Le nombre de mares a été calculé en réalisant une zone tampon de 500m autour de chacune des pièces d'eau. Ce travail a été exercé sur QGIS à partir de la vue aérienne des Ardennes de 2019.
- **La distance avec un site hivernal** : une distance au site hivernal comprise entre 100 et 250m est très favorable, entre 250m et 500m, favorable, et supérieure à 500m, défavorable (Langton *et al.*, 2001 ; Jacob & Denoël, 2007).
Elle a été mesurée à partir de la vue aérienne des Ardennes de 2019. La plus courte distance entre la mare et une potentielle zone d'hivernage a été retenue en tenant compte d'un minimum de 100m.
- **Les corridors écologiques** : la présence d'un corridor fonctionnel à proximité direct de la mare (~5m) est considérée comme très favorable, si ce dernier est altéré², cela est donc considéré comme favorable, et s'il y a absence de corridor comme défavorable (Maillet *et al.*, 2017).
La présence et l'état d'un corridor écologique à proximité de la mare est déterminé visuellement directement sur le terrain.
- **Les axes routiers** : un chemin ou une absence de zone d'écrasement sont considérés comme très favorables, la présence d'une route bitumée comme favorable, et la présence d'une autoroute, une route départementale ou une voie ferrée comme défavorable (Dochy, 2018).
Une zone tampon de 250m a été établie pour chacune des mares sur le logiciel QGIS à partir de la vue aérienne des Ardennes de 2019. L'objectif était de regarder s'il y avait un axe routier présent dans cette zone délimitée, et de quel type il était.
- **La richesse en amphibiens à proximité** : la présence de plus de 6 espèces à proximité de la mare (dans un rayon de 500m) est considéré comme très favorable, s'il y a entre 3 et 5 espèces comme favorable, et enfin s'il y a 2 espèces ou moins comme défavorable.
La richesse spécifique en amphibiens à proximité a été définie en réalisant une zone tampon de 500m autour de chaque mare et en couplant les données obtenues lors des inventaires. Les données naturalistes sur des bases de données telles que Faune-France (LPO France, consulté en juin 2023) ont aussi été exploitées.
- **La présence de poissons** : la présence de poissons dans la mare est considérée comme défavorable, au contraire l'absence d'empoisonnement est considérée comme favorable (Jacob & Denoël, 2007).
La présence de poissons a été détectée de manière opportune, par capture accidentelle avec les amphicaps ou via le filet troubleau, mais aussi par dire des éleveurs.

²corridor altéré : corridor écologique fractionné ou ne permettant plus un déplacement de la faune optimal

- **La présence de déchets** : la présence de détritiques en quantité importante au niveau de la mare est considérée comme défavorable, si ceux-ci sont en faible quantité, comme favorable, s'il y a absence de déchet, cela est très favorable (Maillet *et al.*, 2017).
Elle a été établie visuellement lors des phases de terrain.
- **La présence de polluants** : la présence de pollution chimique ou organique dans la mare est considérée comme défavorable, contrairement à une absence de pollution considérée comme favorable (Jacob & Denoël, 2007).
Aucune mesure de qualité de l'eau n'a été réalisée. Seule une détection à vue d'une pollution a été notée (telle qu'une tache d'huile par exemple).
- **Les mesures de protection** : si une convention ou une mesure de protection réglementaire concerne la mare, cela est très favorable, si le propriétaire est réceptif à la mise en place d'une mesure de protection, cela est favorable, en revanche si aucune mesure de protection n'est mise en place, cela est défavorable (Maillet *et al.*, 2017).
Les arrêtés de protection sont consultés sur Géoportail (IGN, consulté en mars 2023), quant aux conventions, aucune concernant les mares inventoriées n'est connue à l'échelle du PNRA. Cependant, lors de la rencontre avec certains exploitants, la question a été abordée.

En plus des critères définis pour cet indicateur, quatre autres variables environnementales qui semblent influencer la présence du triton sont rajoutées : la présence de piétinement (présence/absence) ; la temporalité de la mare (temporaire/permanente) ; le pourcentage de recouvrement d'algues (0-25% ; 26-50% ; 51-75% ; 76-100%) ainsi que le degré de fermeture de la mare par les ligneux (0-25% ; 26-50% ; 51-75% ; 76-100%) (Langton *et al.*, 2001). Ces quatre variables ont été estimées visuellement, directement sur le terrain.

Cette caractérisation des mares a été réalisée essentiellement lors d'une première phase de terrain en amont des inventaires (Annexe 9). Cette dernière a également permis de repérer les différents points d'eau à inventorier et ainsi de mettre à jour la liste des mares à suivre lors de cette étude, puisqu'en trois ans (2020-2023), des changements considérables ont été mis en évidence (fermeture, comblement, etc...).

6. Analyses des données

Un premier tableau a été réalisé selon le format du système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) (Annexe 10). Ce dernier permet de recenser, pour chacun des sites suivis, toutes les espèces d'amphibiens observées lors des différents passages, ainsi que leur effectif. Des informations sur les individus observés telles que le sexe, le stade de vie, mais aussi des informations sur les sites comme les coordonnées géographiques ou la commune dans laquelle ils se trouvent, sont aussi renseignées. Il est également fait mention des renseignements sur l'observateur, de la date et des conditions d'observation.

Ce format SINP permet de structurer et d'homogénéiser les données naturalistes réalisées par les différentes structures à une échelle nationale ainsi que de mettre ces connaissances à disposition de tous (MNHN & OFB, consulté en juillet 2023).

Un second tableau a été créé pour synthétiser toutes les données concernant la caractérisation de chacun des sites (Annexe 11).

Ces différents tableaux sont ensuite utilisés pour les analyses statistiques, réalisées avec le logiciel R studio (version : 2023.06.1+524) (R Core Team, 2023) ou avec Excel (Microsoft Corporation, 2018).

a. Comparaison des résultats de 2020-2023

La comparaison des résultats obtenus entre 2020 et 2023 a été faite de manière exploratoire et descriptive. L'objectif est d'observer l'évolution des populations de T. crêté entre 2020 et 2023 sur les mares communément suivies. Dans cette analyse de résultats, seules les 31 mares communes aux deux études sont comparées entre elles (Annexe 12).

b. Analyse des données de CMR

• **Analyse photographique**

La comparaison photographique peut être effectuée soit manuellement, soit à l'aide de logiciel informatique (Mettouris *et al.*, 2016 ; Sannolo *et al.*, 2016). Pour une question de facilité et de gain de temps, les analyses photographiques ont été faites par le logiciel I3S Pattern⁺ (version 4.1) dans le cadre de cette étude.

• **Estimation de la taille réelle des populations**

Une fois l'analyse photographique réalisée, le nombre de tritons capturés à chaque session et le nombre de tritons recapturés ont été définis. Ainsi, il a été possible d'estimer la taille réelle des sous-populations de T. crêté dans chacune des mares. Cette estimation peut être calculée à l'aide de l'équation de dilution suivante (ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, 2020) :

$$N = (n \times R)/r$$

Où le nombre total de tritons estimé dans la mare (N) est égal au nombre de tritons capturés et identifiés la première fois (R) multiplié par le nombre de tritons capturés la seconde fois (n), le tout divisé par le nombre de tritons recapturés (r).

• **Analyse des résultats**

Les analyses des résultats de la CMR permettent d'étudier plus finement les populations ardennaises sur les secteurs étudiés. Elles ont par exemple permis de mettre en évidence d'éventuelles différences entre les deux secteurs étudiés (secteur Murtin-Bogny/Sormonne et secteur Liart/Marlemont), notamment en termes de taille moyenne des populations ou de densité. Le sex-ratio a été déterminé et testé statistiquement.

Des productions cartographiques ont été réalisées, notamment une carte de chaleur pour visualiser la densité des populations étudiées. Cette étape a été effectuée avec le logiciel QGIS.

c. Analyse des données obtenues lors de la caractérisation des mares

L'analyse des résultats issus de la caractérisation des mares se fait également de manière exploratoire et descriptive.

A partir du tableau de caractérisation des mares (Annexe 11), il est possible de comparer les différents sites entre eux de manière descriptive, ainsi que de dégager des grandes tendances pour l'ensemble des mares étudiées. Pour cela des statistiques de base sont effectuées, telles que le calcul de moyenne, d'écart-type, mais aussi l'identification des valeurs minimale et maximale des variables.

Enfin, pour estimer l'état de conservation des mares étudiées, une note est attribuée à chacune d'entre elles avec le tableau de notation réalisé pour l'IECMA (Annexe 8).

d. Influence des facteurs environnementaux

Pour l'ensemble des analyses statistiques suivantes, un seuil de significativité de 5% est pris en compte.

- **Influence sur l'occurrence du T. crêté**

Un nouveau tableau de synthèse a été réalisé pour cette partie réalisée sous Rstudio (Annexe 13). Ce tableau regroupe à la fois les caractéristiques de chacun des sites et les informations sur l'occurrence du T. crêté, représentée par l'effectif total de tritons crêtés au sein de chaque site. Certaines variables environnementales peuvent ne pas être conservées pour la suite de l'analyse si les modalités de celles-ci sont identiques pour chacune des mares, autrement dit s'il y a une modalité unique.

Pour avoir un premier aperçu des relations existantes entre la variable réponse (« occurrence ») et les variables explicatives, correspondant aux critères de caractérisation des mares, une analyse des correspondances multiples (ACM) est réalisée. C'est une méthode statistique d'analyse des données qui est avant tout une technique descriptive. Cette dernière vise à résumer l'information contenue dans un grand nombre de variables qualitatives afin de faciliter l'interprétation des relations existantes entre ces différentes variables.

Ainsi, il est possible de visualiser rapidement quelle(s) variable(s) explicative(s) influence(nt) le plus la présence/absence du T. crêté dans les mares.

Pour cela il est nécessaire de transformer toutes les variables en données qualitatives (Annexe 14). Les packages «ade4 » (Dray & Dufour, 2007), «factoextra» (Kassambara & Mundt, 2020), «FactoMineR» (Le *et al.*, 2008), «explor» (Barnier, 2023) sont utilisés pour traiter les données et réaliser l'ACM.

Pour confirmer l'existence des relations visualisées dans l'ACM, un modèle linéaire généralisé (GLM) avec une distribution de loi de Poisson peut être réalisé. En effet, l'objectif est de déterminer si la présence de l'espèce est influencée par différentes variables environnementales. Or, la variable « occurrence » correspond aux effectifs de tritons adultes ; ainsi les valeurs sont bornées en 0 et ne comportent que des valeurs entières positives. Elle peut alors être définie comme une variable de comptage. Le modèle GLM de base pour modéliser une variable de comptage est le modèle de Poisson (Apparicio & Gelb, 2022).

Pour le GLM, les données utilisées correspondent au tableau de l'Annexe 13 (avec des données qualitatives et des données quantitatives).

La première étape dans la construction du modèle GLM est le calcul des valeurs du facteur d'inflation de variance (VIF) pour s'assurer de l'absence de multicolinéarité trop forte entre les variables explicatives.

L'ensemble des valeurs de VIF doivent être inférieures à 5, indiquant l'absence de multicolinéarité excessive dans le modèle (Apparicio & Gelb, 2022). Le package « car » (Fox & Weisberg, 2019) est utilisé pour cette étape.

Une fois cette étape réalisée, il est nécessaire de trouver le meilleur modèle, c'est-à-dire, de sélectionner le modèle avec le plus petit critère d'information d'Akaike (AIC) (Akaike, 1973). Si un modèle est inférieur de plus de 2 unités AIC à un autre, alors il est considéré comme significativement meilleur que ce modèle. Ainsi, en sélectionnant le modèle avec le plus faible AIC, il est assuré un bon compromis entre ajustement aux données et nombre de paramètres du modèle (Anderson *et al.*, 1998). Pour cela, un algorithme pas à pas est utilisé, ce qui permet d'avoir une procédure de sélection automatiquement effectuée par des packages statistiques. Le package « MASS » (Venables & Ripley, 2002) est utilisé pour cette étape.

Enfin, il est important de vérifier qu'il n'y ait pas une sur-dispersion des résidus du modèle avec la fonction « dispersiontest » du package AER. Dans le cas d'une sur-dispersion, il est nécessaire de refaire tourner le modèle en utilisant une distribution de quasi-poisson, permettant d'intégrer spécifiquement un paramètre de dispersion.

Un premier modèle a ainsi été réalisé en prenant en compte uniquement les variables pouvant être traitées dans la gestion des mares futures. Il s'agit des 12 variables explicatives suivantes : la présence et l'état des corridors écologiques à proximité de la mare ; le pourcentage de recouvrement d'algues ; la proportion des berges en pente douce ; le pourcentage de fermeture par les ligneux ; le pourcentage de recouvrement des hélophytes et celui des hydrophytes, le nombre de mares présentes dans un rayon de 500m ; la distance à la pièce d'eau la plus proche ; la présence de piétinement des berges ; la présence de poissons ; la profondeur ainsi que la superficie de la mare.

Les autres variables ont été testées dans d'autres modèles par la suite.

• **Influence sur la reproduction du T. crêté**

Un autre tableau de synthèse similaire au précédent est réalisé (Annexe 15). Cependant les données d'occurrence sont remplacées par les données de reproduction de l'espèce pour chacun des sites.

Là encore, après une transformation des données en variables qualitatives (Annexe 16), une ACM est réalisée pour visualiser graphiquement quelle(s) variable(s) explicative(s) conditionne(nt) la reproduction du T. crêté dans les mares.

Pour confirmer l'existence des relations visualisées dans l'ACM, un GLM avec une distribution binomiale peut être réalisé. En effet, les variables binaires sont fréquentes en écologie, ici la reproduction de l'espèce est une variable binaire (reproduction/pas de reproduction). L'objectif est de déterminer si la reproduction de l'espèce est influencée par différentes variables environnementales.

Ainsi, comme expliqué précédemment plusieurs modèles sont modélisés puis comparés et sélectionnés selon leur AIC. Concernant la sur-dispersion des résidus du modèle, la variable « reproduction » étant exactement binaire (chaque expérience est indépendante et n'est composée que d'un seul tirage), le modèle utilise donc une distribution de Bernoulli. D'après Hilbe (2009), il existe une sur-dispersion implicite pour le modèle de Bernoulli et donc il est plus prudent de toujours ajuster les erreurs standards des modèles utilisant des distributions de Bernoulli. Un modèle avec une distribution quasi-binomiale est donc utilisé.

L'entièreté des variables explicatives n'a pas été prise en compte ; seules les variables qui influencent directement la reproduction ont été testées : *le pourcentage de recouvrement d'algues, d'hydrophytes et d'hélophytes ; le pourcentage de fermeture par les ligneux ; la richesse spécifique en amphibiens au sein de la mare ; la présence de piétinement ; la présence de poissons ; la profondeur et la superficie de la mare ; ainsi que la turbidité de l'eau.*

III. Résultats

1. Comparaison des résultats 2020-2023

L'occurrence de l'espèce cible est comparée entre les deux études de 2020 et 2023.

Ici, l'occurrence de l'espèce ne considère que la présence d'adultes, l'étude de 2020 ayant été réalisée au mois d'avril, période où les larves ne sont pas encore présentes dans les sites aquatiques.

Ainsi, sur les 31 mares inventoriées (Figure 7) :

- pour 5 mares (16%), la détection de T. crêté n'a eu lieu qu'en 2020, étant décréte absent en 2023 ;
- pour 4 mares (13%), la détection de T. crêté n'a eu lieu qu'en 2023, étant décréte absent en 2020 ;
- pour 9 mares (29%), la détection de T. crêté a eu lieu en 2020 et en 2023.
- pour le reste des mares (42%), aucune détection n'a été faite ni en 2020, ni en 2023.

Comparaison de l'occurrence du T. crêté entre 2020 et 2023

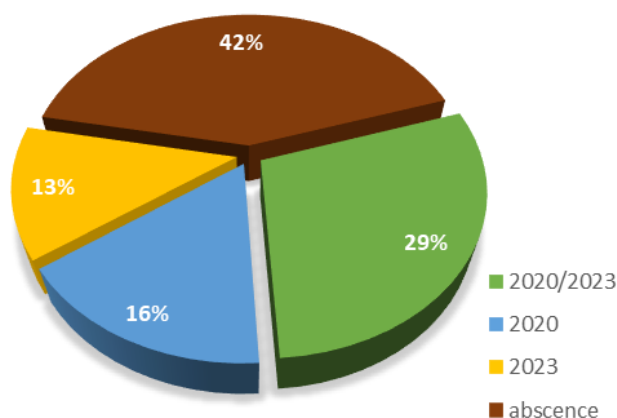


Figure 7 : Proportions des mares selon l'occurrence du T. crêté entre 2020 et 2023

Finalement, pour 29% des mares inventoriées une différence d'occurrence du triton est trouvée entre 2020 et 2023. Ainsi, si les effectifs ne peuvent pas être comparés au vu des différences d'effort de prospection, il est possible de voir que la tendance globale ne semble pas avoir changé en 3 ans. Effectivement, il y a environ autant de mares avec une perte d'individus (16%) que de mares avec un gain d'individus (13%) sur la période des 3 ans.

2. Analyse des résultats issus de la CMR

Sur l'ensemble de l'échantillonnage réalisé en 2023, 175 individus ont été capturés. Parmi ceux-ci, seulement un individu (une femelle) a été recapturé au niveau d'une mare à Marlemont (Mar125). Ainsi, cette étude a permis de détecter **174 individus différents** sur l'ensemble des 45 mares inventoriées.

Ces 174 individus sont représentés par un total de 103 mâles et 71 femelles (Annexe 17). Le sex-ratio ne diffère pas significativement de 1:1 (test de Student : $t = 0.5081$, $df = 79.575$, $p\text{-value} = 0.6128$). Il est de **1,68 mâles pour 1 femelle**.

Concernant l'estimation de la taille des populations, étant donnée le faible nombre de recapture, l'estimation par l'équation de dilution n'est pas réalisable. Il est alors possible de considérer que la taille réelle des populations estimée est environ égale à l'effectif total des individus capturés dans chaque mare (Figure 8).

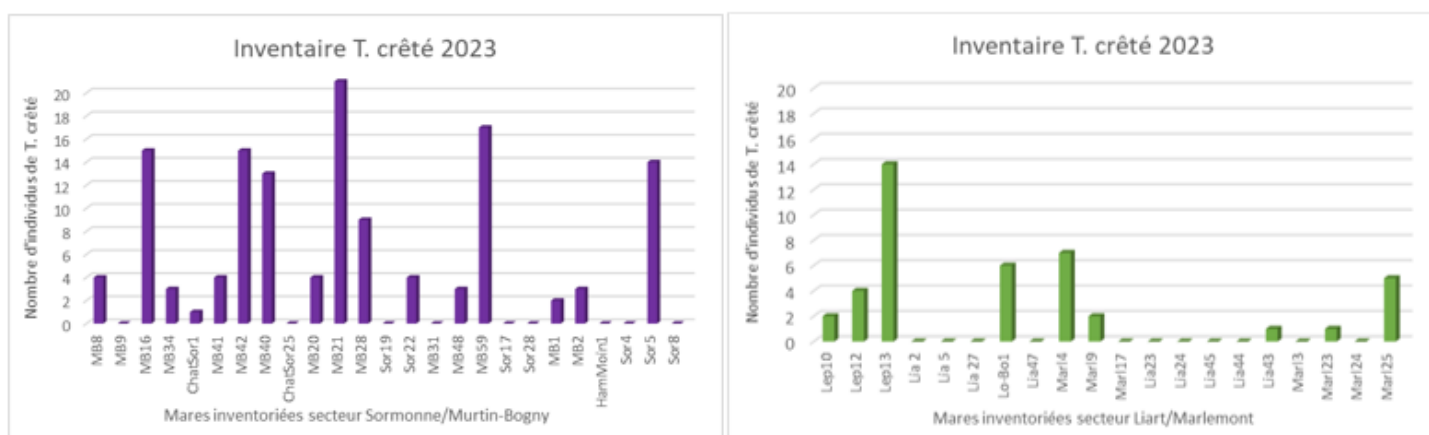


Figure 8 : Effectifs des individus de T. crêtés capturés par mare

D'après la figure 8, il semblerait que les populations du secteur de Sormonne/Murtin-Bogny soient plus importantes en termes de taille que celles du secteur Liart/Marlemont, avec pour la plus grande

« population » un total de 21 individus. De plus, pour 64% des mares du secteur Sormonne/Murtin-Bogny inventoriées le T. crêté a été détecté, comparé à 45% des mares du second secteur.

Les résultats décrits précédemment sont aussi visibles au niveau de la densité moyenne des populations de T. crêté puisqu'elle est de **0,09 triton/m²** pour le secteur de Sormonne/Murtin-Bogny, et de **0,02 triton/m²** pour le secteur de Liart/Marlemont. Il est possible de visualiser ces densités plus importantes au niveau du secteur Sormonne/Murtin-Bogny (secteur 1) sur la figure 9.

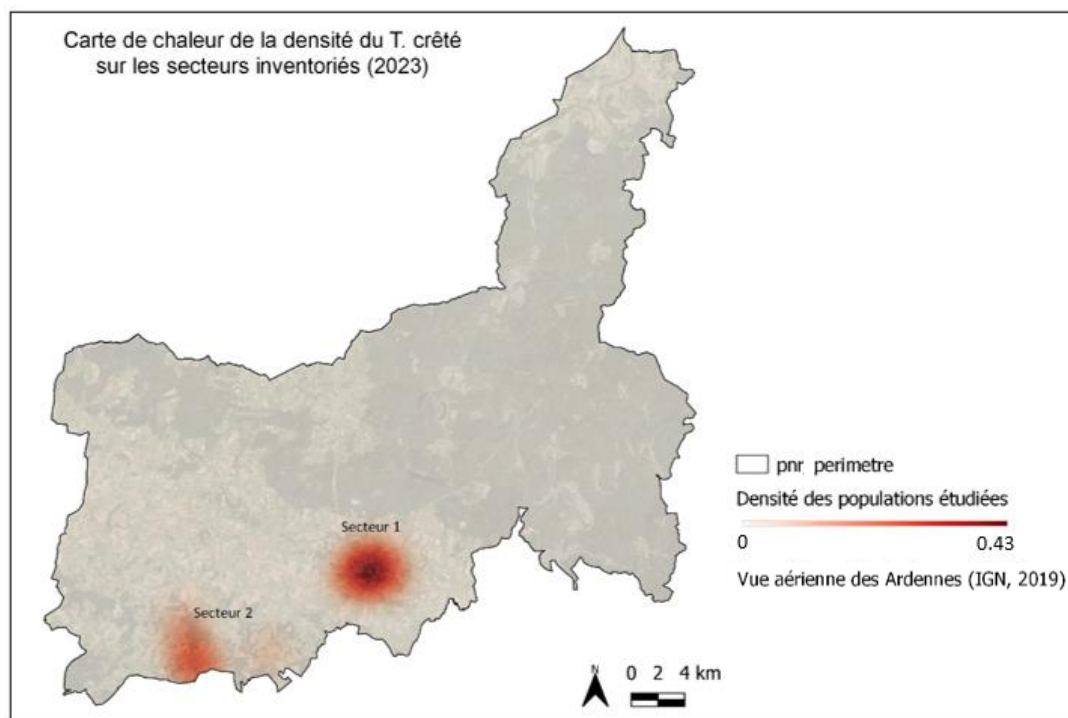


Figure 9 : Carte de chaleur de la densité de TC (©A. GAYOUT)

3. Reproduction du T. crêté

Des larves de T. crêté ont été détectées dans plus de la moitié des mares suivies en 2023, à savoir dans **53%** des mares inventoriées (Annexe 18).

Parmi ces 53% de mares où il y a eu de la reproduction, des adultes de T. crêté avaient été détectés pour **44%** d'entre elles. Ainsi, pour **9%** des mares où il y a eu de la reproduction, il n'y avait pas eu de détection d'adultes lors des inventaires.

4. Caractérisation des mares

a. Synthèse des données issues de la caractérisation des mares

L'ensemble des résultats faisant suite à la caractérisation des mares (n = 45) sont retrouvés en annexes (Annexe 11). Afin de savoir si les tendances trouvées sont favorables ou non au T. crêté, le tableau de notation de l'IECMA est utilisé (Annexe 8).

- **Contexte immédiat**

La totalité des mares sont retrouvées avec un contexte immédiat très favorable au T. crêté puisqu'elles sont situées majoritairement dans des **milieux bocagers** composés de prairies pâturées majoritairement.

- **Superficie**

Globalement les mares inventoriées sont considérées comme grandes ($>50\text{m}^2$) et ce qui est très favorable au triton, la superficie moyenne des mares étudiées étant de **139m^2** ($\pm 199\text{m}^2$) avec une étendue de la superficie allant de 28 à 700m^2 .

- **Profondeur**

Concernant leur profondeur, la plupart des mares sont considérées comme **profondes** (entre 1m et 1,50 m de profondeur) ce qui est très favorable au triton. Cette profondeur a pu varier au fil des inventaires selon les conditions météorologiques et climatiques, d'autant plus qu'aucune mare ne possède de fond artificiel (bâche, béton, etc...). **Une des quarante-cinq mares inventoriées était à sec** lors du dernier passage début juillet. Ainsi, la profondeur notée dans la base de données correspond à celle établie lors du premier passage.

- **Turbidité**

En ce qui concerne la turbidité, elle a été estimée à l'œil nu par l'observateur. Ainsi, la majorité des mares sont considérées comme ayant une **eau trouble (53%)**, ce qui est favorable au triton. Une eau très trouble a été estimée pour 22% des mares, et une eau limpide pour les 24% de mares restantes.

- **Nature du fond**

L'ensemble des mares présentait un fond « naturel », ce qui est très favorables au triton.

- **Berges en pente douce**

La plupart des mares (31%) possèdent les $\frac{3}{4}$ de leurs berges en pente douce ce qui est très favorable et 20% des mares (soit 9 mares) ont la totalité de leurs berges en pente douce. Cependant, 22% des mares ont seulement $\frac{1}{4}$ de leur berge en pente douce. De plus, 3 mares ne possèdent aucune berge en pente douce.

- **Végétation aquatique**

En ce qui concerne la végétation aquatique, une liste des différentes espèces végétales (17 espèces) retrouvées a été établies (Annexe 19).

D'une manière générale, les mares possèdent un **recouvrement en hydrophytes important** puisque **55%** des mares ont un pourcentage de recouvrement en hydrophytes **supérieur à 50% de la superficie de la mare**, ce qui est très favorable au triton, 29% des mares entre 26 et 50% et 16% des mares entre 0 et 25%.

Le pourcentage de recouvrement en **hélophytes** est quant à lui globalement **plus faible** car seulement 7% des mares possèdent un recouvrement de plus de 50%. En effet, plus de la moitié des mares (69%) ont un recouvrement en hélophytes inférieur à 25%, seule une absence totale est définie comme défavorable.

- **Richesse spécifique**

Sur l'ensemble des sites inventoriés, il semblerait que l'espèce la plus représentée soit le Triton palmé (*Lissotriton helveticus*), en proportion quasi-égale avec le Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*) et le Triton ponctué (*Lissotriton vulgaris*) ; ce dernier étant cependant en proportion un peu plus faible (25%) (Figure 10).

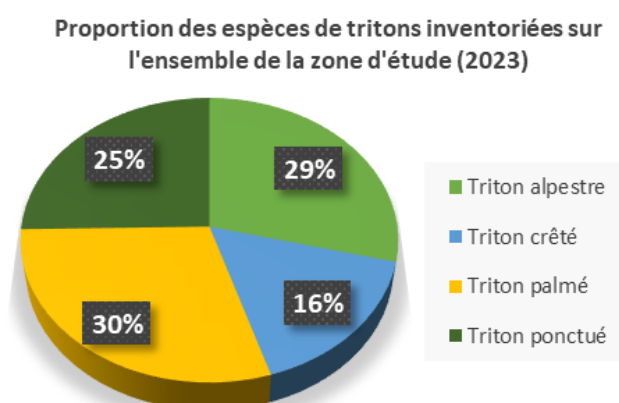


Figure 10 : Espèces d'urodèles contactées lors des inventaires (2023)

Des espèces d'anoures ont également été observées lors des inventaires, c'est le cas du Crapaud commun (*Bufo bufo*), de la Grenouille rousse (*Rana temporaria*), ainsi que du complexe des grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*).

La richesse spécifique par mare est en moyenne d'environ **4 espèces** (± 1 espèce) ce qui est très favorable, avec un minimum de 1 espèce et un maximum de 7 espèces détectées au sein d'une même mare.

- **Distance avec un peuplement source**

La plupart des mares sont situées à une **distance inférieure ou égale à 500m** d'un peuplement source de T. crêté connu (67%), ce qui est très favorable au triton. Cependant 15% des mares suivies sont situées entre 500m et 1000m d'un peuplement source connu et 18% à plus de 1000m.

- **Proximité des mares**

La distance moyenne d'une mare à la pièce d'eau la plus proche est de **229m** ($\pm 174m$), ce qui correspond à une distance faible et très favorable au T. crêté.

Concernant le nombre moyen de mares dans un rayon de 500m autour d'une pièce d'eau inventoriée, il est de **4 mares** (± 3 mares). Les réseaux de mares sont donc assez présents dans les zones d'études.

- **Distance avec les sites hivernaux**

Des bosquets, des boisements faisant office de sites hivernaux pour les tritons sont très souvent présents dans cette mosaïque paysagère qu'est le bocage. La distance moyenne des mares inventoriées aux sites hivernaux est de **143,6m** ($\pm 71m$). Cette distance peut être considéré comme faible et très favorable au triton.

- **Corridors**

Généralement les mares bocagères sont retrouvées près des haies, excellents corridors écologiques. Les corridors à proximité des pièces d'eau ont été estimés fonctionnels pour **42%** des mares suivies ce qui est très favorable. Ils sont cependant altérés ou absents en proportion égale pour le reste d'entre elles.

- **Zones d'écrasement potentielles**

Les axes routiers très passants sont peu nombreux dans la zone d'étude puisque **60%** des mares inventoriées ne possèdent pas de routes, ou seulement des chemins non bitumés et peu empruntés, dans un rayon de 250m, ce qui est très favorable. En revanche, l'autoroute A304 construite récemment (2018) et la voie de chemin de fer sont présentes à proximité de certaines mares. Ainsi, 27% des mares inventoriées se situent à proximité d'une zone dite de « fort écrasement » (< 250m).

- **Présence de poissons**

L'empoissonnement des mares a été très peu rencontré, avec seulement **4 mares** où la détection de poissons au stade alevins a été faite, à savoir : Marl3 ; Marl17, Marl23 ; HamMoin1. Ceci est très favorable.

- **Pollution et déchet**

Aucune mare ne présentait de pollution visible ou de déchets au moment de l'étude (très favorable).

- **Mesures de protection**

Deux des mares inventoriées dans le secteur 1 sont conventionnées car elles font office de mesures de compensation suite à la construction de l'autoroute A304 : Sor19 et Sor22. Pour le reste des mares, aucune mesure de protection n'est connue. Ainsi ceci est plutôt défavorable au triton.

- **Piétinement des berges**

La plupart des mares étant dans des prairies pâturées, nombreuses d'entre elles n'ayant **pas d'exclos** (49%), ou des exclos partiels (10%) se voient être piétinées par des bovins. Ainsi, **22%** des mares inventoriées se voient être fortement **piétinées**.

- **Pourcentage de recouvrement des algues**

La plupart des mares ne présentaient **pas d'algues** (40%) ou avec un recouvrement inférieur au quart de la superficie (38%). Cependant, 6 mares possédaient un très fort recouvrement en algues (>75%).

- **Fermeture par les ligneux**

Pour la plupart des mares **aucune fermeture par les ligneux** n'a été détectée (40%) ou une fermeture très faible (0-25%) pour 44% des mares. Cependant, 3 mares possédaient une fermeture avancée par les ligneux (>75%).

b. Notation de l'état de conservation des mares

Un état de conservation des mares inventoriées est établi d'après les critères de notation de l'IECMA (Annexe 8) et les résultats décrits précédemment. Cette notation sur 100 permet de classer les sites selon quatre états de conservation : mauvais état de conservation (<50 points) ; état de conservation moyen (50-70 points) ; bon état de conservation (70-90 points) ; très bon état de conservation (>90 points) (Tableau 2).

Tableau 2 : Notation de l'état de conservation des sites inventoriés

Note (/100)	Etat de conservation	Nombre de mares
<50	Mauvais	1
50 à 70	Moyen	19
70 à 90	Bon	25
>90	Très bon	0

Etat de conservation des mares inventoriées

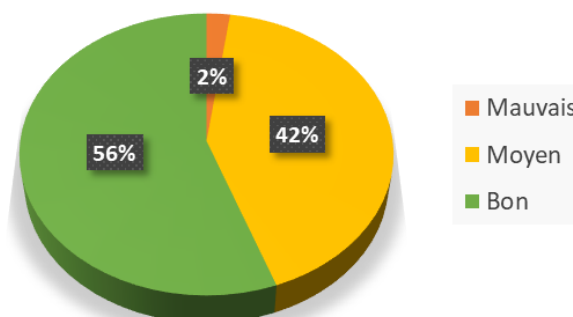


Figure 11 : Proportion des mares inventoriées selon leur état de conservation

D'après la figure 11, seule 1 mare inventoriée (2%) est définie comme ayant un mauvais état de conservation, défavorable à l'accueil des amphibiens dont le T. crêté.

En revanche, plus de la moitié des sites sont considérés comme ayant un bon état de conservation, et donc définis comme favorables à l'accueil du T. crêté. Le reste des mares (42%) est considéré comme ayant un état de conservation moyen. Cependant, aucune mare n'a été évaluée comme ayant un très bon état de conservation.

D'après le test de corrélation de Spearman (p -value < 0,05), la note d'état de conservation obtenue pour chacun des sites est corrélée avec le nombre d'individus trouvés dans chacune des mares. Ainsi, il est possible de valider la fiabilité des notes obtenues avec les critères de l'IECMA.

5. Influence des variables environnementales sur la présence du T. crêté

Une première analyse de la base de données a permis de retirer certaines variables dont les modalités étaient communes à l'ensemble des mares, ou pour lesquelles seules quelques mares étaient différentes.

C'est notamment le cas pour les variables suivantes :

- Le contexte immédiat de la mare : contexte de prairies bocagères pour l'ensemble des mares ;
- La nature du fond de la mare : fond « naturel » pour l'ensemble des mares ;
- La présence de pollution chimique ou organique visible : aucune pollution pour l'ensemble des mares ;
- La présence de déchets : aucun déchet détecté pour l'ensemble des mares ;
- La temporalité : une seule mare a été définie comme temporaire ;
- Les mesures de protection : seulement deux mares sont conventionnées.
- La distance au site hivernal : seulement 3 mares ont une distance > 250m du site hivernal. Le reste des 42 mares sont considérées comme très favorables pour ce critère.
- La richesse spécifique en amphibiens dans un rayon de 500m : cela permet d'estimer l'état écologique global des habitats alentours mais n'a pas de lien direct avec l'occurrence ou la reproduction du triton.

a. Effet des variables sur l'occurrence des adultes de T. crêté

Une analyse exploratoire a tout d'abord été réalisée afin d'avoir un premier aperçu de la relation entre la variable « occurrence » et les variables explicatives. Cette dernière laisse penser que les relations suivantes existent :

- la présence de berges en pente douce sur la totalité de la mare semble être corrélée avec la présence de tritons ;
- un écrasement moyen (route bitumée « communale ») semble être corrélé avec la présence de l'espèce contrairement à un écrasement fort (autoroute, route départementale) plutôt corrélé avec l'absence du triton dans les mares ;
- la présence d'hélophytes et d'hydrophytes en proportion importante semble être liée à la présence du triton dans les mares, avec au contraire une absence de cette végétation aquatique liée à l'absence de l'espèce ; ces deux variables correspondant au recouvrement de végétation aquatique semblent également corrélées entre elles.
- la présence de corridors écologiques fonctionnels semble être liée à la présence de T. crêté dans les mares, contrairement à la présence de corridors altérés plutôt liée à l'absence de l'espèce.

Aucune autre relation entre la variable « occurrence » et les variables environnementales ne semblent se dégager de l'ACM.

Afin de tester l'éventuelle influence de ces facteurs environnementaux sur la présence de l'espèce cible plusieurs modèles GLM sont réalisés avec comme variable réponse l'« occurrence » des adultes de T. crêté, soit l'effectif total des individus au sein de chaque mare.

❖ Modèles incluant les variables environnementales pouvant être traitées dans des actions de gestion

Les variables environnementales restantes après élimination des multicollinéarités ($VIF < 5$) sont : *la présence de poissons, le nombre de mares présentes dans un rayon de 500m, la présence et l'état des corridors écologiques à proximité, la proportion des berges en pente douce, la présence de piétinement des berges, la distance à la pièce d'eau la plus proche, ainsi que la superficie et la profondeur de la mare.*

Un algorithme pas à pas est mis en place pour sélectionner le modèle avec le plus petit AIC ($AIC=308,24$).

Ce modèle ne prend pas en compte l'ensemble des variables explicatives énoncées précédemment. Seules *la présence de poissons, la présence et l'état des corridors écologiques à proximité, la proportion des berges en pente douce, la distance à la pièce d'eau la plus proche, ainsi que la superficie et la profondeur de la mare* sont incluses.

Par la suite, la sur-dispersion des résidus du modèle est vérifiée. Le test réalisé révèle une sur-dispersion excessive ($p\text{-value} = 0,001557$). Le modèle est donc modifié pour utiliser une distribution de quasi-poisson.

D'après ce modèle GLM avec distribution de loi de quasi-poisson, les variables explicatives expliquent 38% des variations de la variable « occurrence » ($r^2 = 1 - (198,02/318,46) = 0,378$).

Ainsi, une **relation significative** est mise en évidence avec ce modèle : une relation entre la **variable « occurrence »** et la **distance à la pièce d'eau la plus proche** ($\text{Pr}(> |t|) = 0,0444$). Cette relation est illustrée par la figure 12.

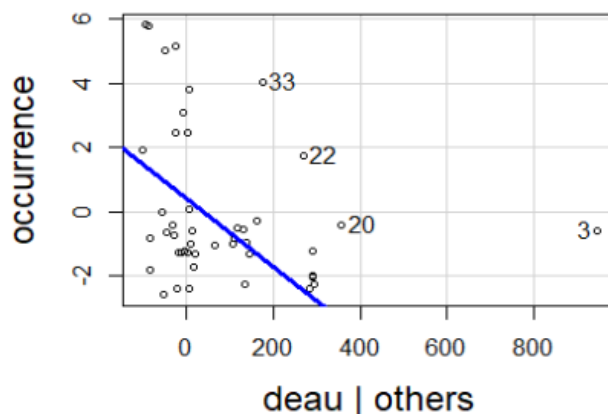


Figure 12 : Relation significative entre la distance à la pièce d'eau la plus proche et l'occurrence du TC

La figure 12 révèle une relation négative entre la distance à la pièce d'eau la plus proche et le nombre de T. crêté présents dans un site. Ainsi, il semblerait qu'une distance élevée **est un impact négatif sur la présence de l'espèce**.

Un second modèle est ensuite réalisé en incluant les variables non prises en compte dans le modèle précédent. Ainsi, après vérification de la multicollinéarité et de l'AIC, le modèle comprend les variables suivantes : *le pourcentage de recouvrement d'algues ainsi que celui des hélophytes, le pourcentage de fermeture par les ligneux, le nombre de mares dans un rayon de 500m, la présence de piétinement des berges*. Seule la variable correspondant au recouvrement des hydrophytes n'est pas prise en compte car trop liée au recouvrement des hélophytes.

Après vérification de la sur-dispersion, ce deuxième modèle met en évidence **deux relations significatives positives** : une première entre la **variable « occurrence »** et le **nombre de mares présentes dans un rayon de 500m** ($\text{Pr}(> |t|) = 0,0434$), et une deuxième avec le **pourcentage de recouvrement d'algues (51-75%)** ($\text{Pr}(> |t|) = 0,0491$). Ces relations sont illustrées par la figure 13.

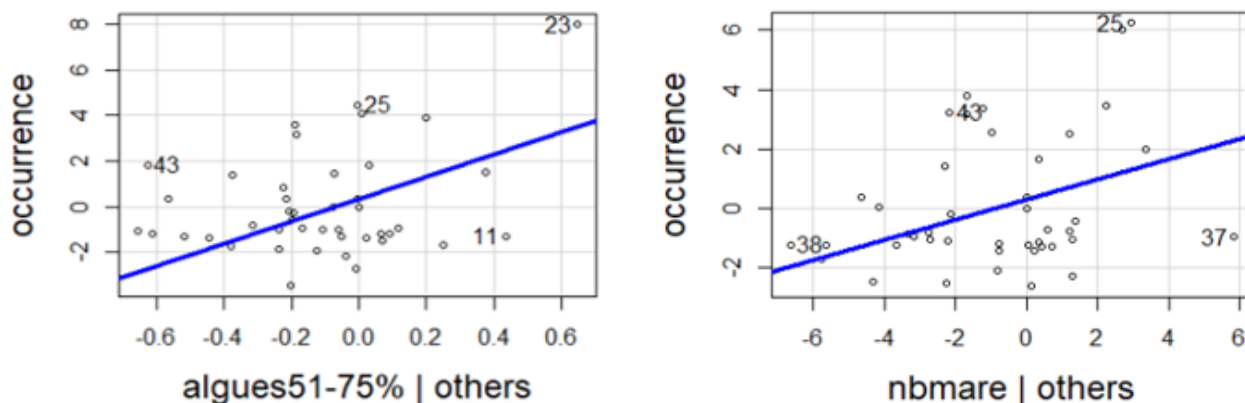


Figure 13 : Relations significatives entre l'occurrence du T. crêté et deux variables explicatives

De plus, la relation entre l'occurrence de l'espèce et un fort recouvrement par les héliophytes (76-100%) n'est pas significative ($\Pr(>|t|) = 0.0981$ proche de 0,05) mais il semblerait y avoir une tendance positive.

Un troisième modèle est modélisé pour prendre en compte le *pourcentage de recouvrement d'hydrophytes* qui vient remplacer celui en héliophytes dans le modèle précédent. Ainsi, après vérifications des différentes conditions de validité du modèle, aucune relation significative n'est mise en évidence. Cependant la relation révélée précédemment avec le nombre de mares dans un rayon de 500m est trouvée au travers d'une tendance positive entre ces deux variables.

❖ Modèle incluant les variables environnementales ne pouvant pas être traitées dans des actions de gestion

Un dernier modèle a été réalisé en incluant le reste des variables non prises en compte dans les modèles précédents : *la distance avec un peuplement source ; la turbidité de l'eau ; la richesse spécifique au sein de la mare ; la présence et le type de zone d'écrasement présente dans un rayon de 250m.*

Après avoir vérifié les différents paramètres de validité du modèle, le modèle avec distribution de quasi-poisson conservé contient l'ensemble des variables citées précédemment.

Il permet de mettre en évidence **une relation significative entre l'occurrence du T. crêté et la richesse spécifique présente dans la mare** ($\Pr(>|t|) = 0,0428$). Cette relation positive entre les deux variables est illustrée par la figure 14.

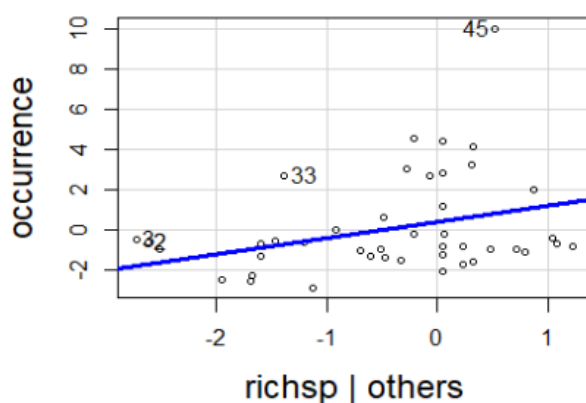


Figure 14 : Relation entre l'occurrence du T. crêté et la richesse spécifique en amphibiens au sein de la mare

Deux autres tendances se dégagent mais ne sont pas significatives : une tendance négative entre la présence d'une eau très trouble et l'occurrence du T. crêté ($\Pr(>|t|) = 0,0704$) ; une autre positive entre une distance faible avec un peuplement source (<500m) et l'occurrence du T. crêté ($\Pr(>|t|) = 0,0739$).

b. Effet des variables sur la reproduction du T. crêté

Pour cette partie, l'entièreté des variables explicatives n'est pas conservée. En effet, les variables concernant *les zones d'écrasement à proximité des mares, la proportion des berges en pentes douces, la distance à la pièce d'eau la plus proche, le nombre de mares dans un rayon de 500m, la distance avec un peuplement source, ainsi que la présence et l'état des corridors écologiques*, sont des variables qui influencent directement l'accessibilité à la mare par les adultes. Ainsi, la reproduction n'est pas directement liée à ces précédentes variables. Elles ne sont donc pas prises en compte dans la réalisation des modèles statistiques de cette partie.

Les variables conservées pour cette analyse sont alors : *le pourcentage de recouvrement d'algues, d'hydrophytes et d'hélophytes ; le pourcentage de fermeture par les ligneux ; la richesse spécifique en amphibiens au sein de la mare ; la présence de piétinement ; la présence de poissons ; la profondeur et la superficie de la mare ; ainsi que la turbidité de l'eau.*

Une analyse exploratoire a tout d'abord été réalisée afin d'avoir un premier aperçu de la relation entre la variable « reproduction » et les variables explicatives. Ainsi, les relations suivantes semblent se dégager :

- la présence d'un piétinement fort semble être corrélé à une absence de reproduction de l'espèce ;
- une eau très trouble semble aussi être corrélée à une absence de reproduction du triton ;

Aucune autre relation entre la variable « reproduction » et les variables environnementales ne semblent se dégager de l'ACM.

Afin de tester l'éventuelle influence de ces facteurs environnementaux sur la reproduction du T. crêté un GLM est réalisé avec comme variable réponse la « reproduction » de l'espèce au sein de chaque mare.

Différents modèles ont été testés après vérification des paramètres de validité afin de prendre en compte l'entièreté des variables citées précédemment. Cependant, aucune relation significative n'a été trouvée.

IV. Discussion

1. Comparaison 2020/2023

Cette étude réalisée en 2023 est dans la continuité d'une première étude sur le Triton crêté réalisée en 2020. L'objectif initial était de comparer les résultats entre les deux études afin de déterminer la tendance globale des populations du triton sur le territoire du Parc.

Les différences de protocole et d'observateurs n'ont pas permis de réaliser une comparaison statistique des deux études. En effet, si la technique de capture n'était pas identique, l'utilisation d'amphicapt ou de nasses à « vairons » n'a pas d'incidence sur les résultats (Barrioz & Miaud, 2016). En revanche, la période durant laquelle se sont déroulées les deux études n'a pas été exactement la même puisqu'en 2020, la phase d'inventaires s'est terminée en avril, contrairement à l'étude de 2023 qui a pris fin début juillet. De ce fait, la reproduction n'avait pas été prise en compte lors de l'étude de 2020, l'occurrence de l'espèce fait alors seulement référence aux adultes dans cette étape de comparaison. Enfin, une technique de capture-marquage-recapture a été initiée lors de cette étude de 2023. Or, en 2020, aucune différenciation des individus n'a été faite, ce qui signifie que les effectifs trouvés lors de cette étude ne permettent pas de connaître la taille des populations ; un même individu ayant pu être capturé à plusieurs reprises.

Ainsi, seule l'occurrence (présence/absence) de l'espèce dans les mares a pu être comparée, de manière descriptive, entre les deux études.

Globalement la comparaison de l'occurrence de l'espèce entre les deux études laisse penser que les populations étudiées au cours des deux années d'études se maintiennent dans un état de conservation constant. En effet, les proportions de mares où le triton n'a pas été trouvé en 2023 contrairement en 2020, et celles où il a été détecté en 2023 au contraire de 2020, sont fortement similaires.

Or, suite à la comparaison avec une autre étude réalisée sur la commune de Murtin-Bogny en 2010 (Genesseeux & Lorch, 2010), le ReNard avait déclaré un déclin des populations de T. crêté lors de la précédente étude. Effectivement, en dix ans, le nombre de mares a été fortement réduit sur ce territoire, certaines ayant été notamment détruites par la construction de l'autoroute A304, d'autres semblant avoir

été comblées. Enfin, certaines se sont fortement atterries, faute d'entretien. En plus de la perte de ces mares, dont certaines abritaient du triton, les résultats d'inventaires des autres mares suivies lors de ces deux études ont permis à l'association de conclure à un déclin de l'espèce sur ce territoire communal (Harter, 2020). Ainsi, il est fortement possible que cette tendance locale ait été généralisée au reste du territoire du PNRA où l'espèce était présente.

Cependant, si un déclin est suspecté entre 2010 et 2020, la comparaison des deux études de 2020 et de 2023 permet de laisser penser que les populations de T. crêté sur le territoire du PNRA sont actuellement « stables ». Ainsi, un effort de gestion des milieux et de sensibilisation du public pourrait conduire à une amélioration de l'état de conservation du triton et permettre d'espérer une tendance future à la hausse de cette espèce dans les Ardennes.

2. CMR

La technique de capture-marquage-recapture réalisée dans cette étude n'a conduit qu'à la recapture d'un seul individu sur un total de 175 capturés.

Ce faible taux de recapture peut être expliqué par le fait que la recapture d'un même individu soit un paramètre qui dépend de plusieurs critères : l'effort de capture, les propriétés de mares ainsi que la fidélité au site de ponte (Schmidt *et al.*, 2002). Bien que le même protocole ait été appliqué à tous les sites inventoriés, le nombre de pièges a été adapté en fonction de la taille et de la typologie des mares (végétation disponible, accessibilité des berges), avec une probabilité de capture qui augmente avec le nombre d'amphicaptos posés (d'après les propos d'un salarié du ReNArd).

Autrement, il est possible de se questionner sur la pertinence de la période de capture. En effet, la période la plus efficace n'est pas nécessairement à la mi-avril, comme il est possible de trouver dans la bibliographie (Duguet *et al.*, 2003 ; Barrioz & Miaud, 2016). Effectivement, les conditions météorologiques ne sont pas les mêmes d'une année sur l'autre et selon les régions, ce qui influence le comportement des tritons. Cette année, dans le département des Ardennes, le printemps est arrivé très tardivement, avec des périodes de gel qui se sont prolongées jusqu'à mi-avril (Météo France, 2023). Ainsi, l'activité des tritons a probablement été plus tardive. De même, malgré des mois de mai et juin ainsi qu'un début juillet sec, la dernière décade de juillet et le mois d'août ont été très pluvieux (Météo France, 2023), permettant à la plupart des mares temporaires de rester en eau plus longtemps : 1 seule des mares suivies a été trouvée à sec durant cette étude.

Cependant, au vu du nombre de passages réalisés et de l'étendue de la période d'inventaire, il a été considéré que la taille réelle des populations correspondait approximativement à l'effectif de tritons capturés dans chaque site.

Cette technique de CMR, a également permis d'estimer quelques paramètres démographiques des populations de T. crêté ardennaises.

Le sex-ratio déterminé ne montre pas vraiment de biais en faveur d'un des deux sexes, bien que les mâles semblent légèrement être plus représentés ; résultat concordant avec la bibliographie (Hagström, 1979 ; Wallace & Wallace, 2000). Cependant, au sein de certaines populations les femelles sont plus nombreuses, c'est le cas par exemple sur le site de Logny-Bogny (6 femelles pour 0 mâle capturé). Cette observation pourrait s'expliquer par un décalage de l'arrivée et du départ des individus dans les mares en fonction du sexe (Verrell & Halliday, 1985) ou par un mouvement des individus entre les mares durant la phase de reproduction. Une non-détection des mâles au sein de cette mare est aussi envisageable.

En revanche, il est important de préciser que les pièces d'eau dans lesquelles la présence du T. crêté est connue ne constituent certainement pas un inventaire exhaustif des populations du territoire.

Certains points d'eau à priori propices n'ont pas encore été inventoriés pour une question de temps et de moyens humains. En effet, 200 sites aquatiques avaient été sélectionnés par analyse cartographique lors de l'étude de 2020. Si l'ensemble de ces mares n'est pas favorable, une grande partie peut potentiellement abriter l'espèce. Il est également envisageable que l'espèce soit présente dans des milieux non ciblés, soit dans des milieux non agricoles, notamment en forêt ; ce qui reste peu probable au vu de la disponibilité importante des habitats bocagers sur le territoire.

En outre, au niveau des sites inventoriés, un biais de non-détection reste possible malgré les efforts de prospection réalisés. Ainsi, la présence de petites populations a pu passer inaperçue, notamment du fait que les pièges de type amphicaps restent des moyens de capture aléatoires. En effet, la capture des individus résultent du bon vouloir des tritons à rentrer dans les amphicaps, le piège n'étant pas appâté (Griffiths, 1985).

Le fonctionnement en métapopulations du T. crêté a été peu étudié (Griffiths & Williams, 2001 ; Griffiths *et al.*, 2010 ; Joly *et al.*, 2001). Ainsi, un des objectifs de cette étude, avec la mise en place de capture-marquage-recapture, était de mettre en évidence le flux des individus entre des pièces d'eau constituant un réseau de mares (rayon de 500m). En effet, pour mettre en évidence une dynamique en métapopulations, il est nécessaire de travailler à une échelle restreinte, respectant les distances maximales de dispersion de l'espèce (Langton *et al.*, 2001). L'utilisation des méthodes de CMR voire de génétique des populations est essentielle pour estimer le taux de migration, l'origine des migrants, le taux d'extinction et de colonisation des sites, et l'identification des sites sources et des puits (Jehle *et al.*, 2005 ; Griffiths *et al.*, 2010).

Cependant, avec le faible taux de recapture d'individus dans cette étude, il n'a pas été possible de mettre en évidence le déplacement des tritons entre les mares, d'autant plus que le seul individu recapturé a été retrouvé dans la même pièce d'eau. En revanche, la présence de larves de T. Crêté dans des mares où la détection d'adultes n'a pas été faite suggère fortement qu'un déplacement d'individus adultes a eu lieu, bien que la non-détection des individus soit aussi possible.

Pour mettre en évidence la connectivité des pièces d'eau et donc des sous-populations, il serait nécessaire de réitérer cette étude, en appliquant le même protocole, afin de suivre les individus capturés en 2023. Il serait aussi intéressant de rajouter les mares non inventoriées se situant dans un rayon de 500m des mares suivies lors de cette étude, afin de prendre en compte l'intégralité des réseaux de mares disponibles.

En plus de mettre en évidence une dynamique en métapopulations du T. crêté, ceci permettrait de suivre avec précision l'état de conservation des populations ardennaises de l'espèce, et de déterminer une tendance des populations sur le long terme.

3. Influence des variables environnementales

Différents critères permettant de caractériser les mares ont été relevés dans le but de définir une typologie de mare favorable à la présence et à la reproduction de l'espèce sur le territoire ardennais.

En effet, le T. crêté a des exigences écologiques face à l'habitat aquatique et terrestre qu'il occupe (Jehle & Arntzen, 2000 ; Gustafson *et al.*, 2011). Parmi celles-ci, un paramètre environnemental ressort dans les analyses statistiques de cette étude : la présence d'un nombre de mares important dans un rayon de 500m, formant un réseau de mares fonctionnel. En effet, la probabilité de trouver des tritons crêtés augmente avec le nombre de mares existant à proximité. Il est estimé qu'un réseau formé de 4 à 8 mares/pièces d'eau par km² est un réseau de mares fonctionnel et favorable à la présence de l'espèce (Duguet *et al.*, 2003 ; Jacob & Denoël, 2007 ; Grossi, 2010). Ce paramètre environnemental est corrélé avec les résultats obtenus concernant la variable « distance avec la pièce d'eau la plus proche ». En effet, il a été montré que plus la distance entre deux pièces d'eau est faible, plus la probabilité de trouver la présence du

triton est importante. L'ensemble de ces résultats permettent de suggérer une dynamique en métapopulation de l'espèce, même si celle-ci n'a pas été mise en évidence avec la CMR effectuée.

De plus, une autre exigence du triton vis-à-vis de l'habitat aquatique, retrouvée à de nombreuses reprises dans la bibliographie, correspond à un taux d'ensoleillement élevé (Jacob & Denoël, 2007 ; Grossi, 2010). En effet, la disponibilité en lumière influence la croissance de la végétation aquatique et a donc des conséquences sur l'alimentation (invertébrés) et la reproduction des tritons (Gustafson *et al.*, 2006). Dans cette étude, la variable ensoleillement n'a pas été directement étudiée. Cependant, le pourcentage de fermeture de la mare par les ligneux est fortement lié à cette dernière. Aucune relation significative entre la présence du triton et celle des ligneux n'a été mise en évidence par les modèles statistiques, probablement à cause d'un manque de diversité des résultats obtenus sur le terrain. Effectivement, la plupart des mares n'étaient pas concernées par une fermeture naturelle via les ligneux ; elles étaient globalement bien exposées à la lumière. En revanche, le recouvrement de la végétation aquatique a été relevé pour chacun des sites. La relation significative entre la présence d'algues en grande quantité et la présence du triton, peut être remise en question, puisqu'une proportion importante de cette végétation peut conduire à une acidification et à un manque d'oxygénation de l'eau pouvant nuire à la survie des œufs (Harper *et al.*, 2019). De plus, si les statistiques réalisées n'ont pas révélé de corrélation entre la présence et/ou la reproduction du triton et la présence d'hydrophytes et d'hélophytes, ceci reste un paramètre essentiel à prendre en considération pour la conservation de l'espèce. En effet, d'autres études ont montré que l'abondance du T. crêté est positivement corrélée à la présence de végétation aquatique (Joly *et al.*, 2001 ; Gustafson *et al.*, 2006). De même, si la présence de poissons n'a pas été définie comme une variable impactant significativement la reproduction du triton, l'empoisonnement des mares apparaît réellement être un frein à la reproduction de l'espèce qui serait plus vulnérable à la présence de poissons que d'autres tritons (Joly *et al.*, 2001 ; Jacob & Denoël, 2007).

Le piétinement des berges par le bétail reste un problème majeur à prendre en considération dans la gestion des habitats favorables au triton. En effet, bien que cette variable n'ait pas été identifiée comme impactant négativement la présence ou la reproduction du triton par les modèles statistiques, il est cohérent de dire que le piétinement des berges dégrade fortement la mare. L'écrasement des berges entraîne une chute de terre dans la mare provoquant une forte turbidité de l'eau, pouvant être parfois à l'origine de l'atterrissement des mares (Dury *et al.*, 2012).

Enfin, une relation positive entre la présence du triton et une richesse spécifique intra-site importante reflète le fait que les tritons n'évitent pas les mares à forte densité d'autres espèces d'amphibiens. De ce fait, des effets néfastes de la compétition interspécifique sur le développement et la survie des larves peuvent être présents (Langton *et al.*, 2001).

Pour ce qui est de ses habitats terrestres, ils correspondent à des zones de boisement, haies, lisières, bosquets ou des friches, situés à quelques centaines de mètres du site aquatique (Duguet *et al.*, 2003). Ainsi, la persistance d'une population repose également sur la proximité de mares et de forêts. Or, si cette étude n'a pas montré de relation significative entre la présence d'un habitat terrestre à proximité des mares et la présence de l'espèce, une autre étude portant sur le T. crêté a permis de mettre en évidence une corrélation positive entre l'abondance des tritons et la proximité de la mare avec un réseau de haies (Swan & Oldham, 1994). Les haies servent de refuge aux amphibiens et procure une importante variété de micro-habitats pour la phase terrestre des différentes espèces (Jehle & Arntzen, 2000). De plus, ces corridors écologiques sont importants pour permettre aux individus de disperser d'un site à un autre (Jehle & Arntzen, 2000).

La quantité de données recueillies sur le Triton crêté au cours de cette étude, et la faible hétérogénéité des milieux naturels représentés par les mares suivies, ne permettent pas de mettre en avant une « mare

type ». Cependant, les résultats trouvés et la bibliographie permettent de définir les critères essentiels à prendre en compte pour la conservation de l'espèce et la gestion des habitats sur le territoire étudié.

4. Mesures de gestion et de conservation

- **Priorisation des mares dans la gestion future**

La priorisation des mares est réalisée en prenant en compte la notation de l'état de conservation des pièces d'eau (d'après l'IECMA). Ainsi, les mares les moins accueillantes pour les amphibiens sont à prioriser dans les futures actions. Le choix des mares à restaurer en priorité est également basé sur le Programme Régional d'Actions en faveur des Mares (PRAM) qui est décliné pour chaque région. En effet, le PRAM Grand Est met en avant certains critères des mares qui justifient leur restauration (PRAM Grand Est, consulté en août 2023).

En outre, suite aux résultats obtenus et aux données bibliographiques, une attention particulière est mise en place concernant les réseaux de mares. La création de nouvelles mares dans un rayon de 500m autour de mares isolées ou faisant partie d'un faible réseau est à privilégier. De plus, un site où la détection de T. crêté a été faite est également à prioriser afin de renforcer la population déjà existante.

- **Maintien, restauration et création des mares**

La conservation des amphibiens dans un contexte agricole peut être améliorée par la compréhension des contextes sociaux et écologiques. En effet, le maintien des populations d'amphibiens en milieux bocagers découle d'un juste équilibre entre les activités agricoles et la conservation de la biodiversité. Les paysages bocagers étant d'origine anthropique, il est nécessaire que des activités agricoles se maintiennent pour conserver la mosaïque d'habitats des paysages pastoraux traditionnels. Cet équilibre est particulièrement visible avec la gestion de la végétation. En effet, le pâturage et l'entretien de la parcelle permettent de maintenir les milieux ouverts et d'éviter une fermeture naturelle des mares (Grillas *et al.*, 2022). En revanche, il a été montré qu'un piétinement des berges dû à une absence de mise en défens de la mare avait un impact sur la qualité de l'eau avec un notamment un fort enrichissement nutritif, ou un surpâturage de certaines espèces végétales (Berquer & Castelli, 2022).

Ainsi, pour connaître au mieux les attentes des éleveurs et adapter les mesures de conservation proposées, deux interviews ont été menées auprès des agriculteurs (une dans chacun des deux secteurs étudiés). Un questionnaire a été élaboré (Annexe 20) afin de pouvoir comparer les réponses de chacun des acteurs interviewés. Globalement, même si les éleveurs ne connaissaient pas l'existence du T. crêté au sein de leur(s) mare(s), ils ne voyaient pas d'inconvénients à sa présence. En revanche, un point important est ressorti dans les deux interviews : un maintien en eau des mares en période estivale par plusieurs éleveurs de la région en utilisant de l'eau provenant des rivières à proximité. Ce point est assez alertant puisque des alevins, ou autres organismes, ou encore des pollutions peuvent être transvasées au niveau des mares. Ceci explique d'ailleurs la présence d'alevins dans des pièces d'eau inventoriées, non connectées à une autre source d'eau (Marl 25 par exemple).

Cependant, un échantillon de seulement deux exploitants n'est pas suffisant pour avoir un aperçu précis des attentes des éleveurs et ne peut faire l'objet d'une analyse statistique.

De ce fait, pour compléter ces interviews, l'étude réalisée par les Chambres d'agriculture (Dury *et al.*, 2012) a été prise en compte afin d'avoir une vision plus large sur les attentes globales des exploitants agricoles. Cette dernière a mis en évidence un désintérêt des exploitants envers ces milieux aquatiques. En effet, le changement d'usage des mares a conduit à un intérêt moindre envers ces milieux pour 26 % des exploitants interrogés dans cette étude. Ainsi, aujourd'hui la valorisation des mares et l'importance portée à

ces milieux reposent essentiellement sur leur rôle d'abreuvoir. De ce fait, « pour 75% des éleveurs interrogés, les mares offrent un intérêt avant tout économique et pratique pour une alimentation en eau des animaux au pâturage ». Pourtant, « 75% des éleveurs interrogés se disent aujourd'hui attachés à conserver les mares puisqu'elles constituent une entité paysagère et sont d'ailleurs reconnues comme de véritables éléments de biodiversité dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC) ».

Ainsi, les éleveurs font l'effort d'entretenir les mares. Mais l'entretien est-il correctement réalisé ?

Pour 86% des éleveurs interrogés dans cette étude des Chambres d'agriculture, un curage est réalisé tous les 5 à 10 ans, plutôt en période estivale lorsque le niveau d'eau est le plus bas. Cette périodicité des curages est beaucoup trop courte, puisque d'après les structures environnementales, une périodicité de 15 à 20ans est préconisée (Dury *et al.*, 2012). De plus, un entretien des éléments bocagers à proximité des pièces d'eau, est également réalisé. Mais la période de taille est-elle respectée ? Comment les éléments ligneux à éliminer sont-ils sélectionnés ?

Ainsi, en prenant en compte l'ensemble de ces critères, qu'ils correspondent aux besoins des exploitants ou aux besoins écologiques du triton, des fiches actions ont été réalisées (Annexe 21). Ces fiches permettent de mettre en avant les différents points à ne pas négliger, et ainsi orienter les travaux d'entretien, de restauration ou encore de création de mares. De plus, une réunion d'informations sur la présence du T. crêté et son statut de protection aura lieu prochainement et un accompagnement des éleveurs pourra être réalisé.

V. Conclusion et perspectives

Cette étude a permis de mettre en évidence un maintien des populations de Triton crêté sur le territoire du PNRA depuis 2020. Globalement, l'espèce est bien répartie sur la partie sud-ouest du territoire où une agriculture extensive permet de préserver des milieux bocagers traditionnels. Le triton se retrouve sous forme de petites populations dans la plupart des mares bocagères du territoire, où le taux de reproduction est plutôt encourageant pour le maintien de celles-ci. Cependant, depuis une dizaine d'années, un déclin de l'espèce est observé sur le territoire, la classant comme espèce quasi-menacée sur la liste rouge régionale.

Pour permettre d'améliorer l'état de conservation de l'espèce, la caractérisation des mares inventoriées a été réalisée afin de connaître au mieux ses exigences écologiques. Plusieurs critères essentiels à la présence du triton ressortent de cette étude, notamment la présence d'une végétation aquatique abondante, nécessaire à sa reproduction, mais aussi la présence fondamentale d'un réseau de mares fonctionnel.

Cependant, au vu des changements de pratiques agricoles récents, les mares abreuvoirs sont délaissées, comblées ou empoisonnées. Le réseau qu'elles composent se délite alors rapidement. La présence de quelques mares définies comme non-favorables (absence de végétation, présence de poissons) abritant des populations non négligeables de Triton crêté témoigne de la pauvreté des points d'eau favorables à proximité. Aussi, la préservation du Triton crêté dans les Ardennes doit prioritairement se tourner vers une sensibilisation du public et un accompagnement des éleveurs dans le maintien des mares, leur entretien ou encore la création de nouvelles pièces d'eau. Ces actions peuvent être associées à la restauration de la Trame Verte et Bleue sur le territoire du PNRA, où la création de mares, la plantation de haies sont déjà mises en place dans ce cadre-ci.

Enfin, pour améliorer et renforcer les connaissances sur cette espèce à l'échelle régionale, le PNRA et les autres structures naturalistes de la région se doivent de travailler davantage ensemble, afin de mettre en commun les données récoltées et élargir le champ d'étude tout en limitant les charges de travail. Ceci permettrait d'étendre la veille environnementale et le plan d'actions à l'échelle du Grand-Est.

Bibliographie

Articles scientifiques

- Amiard, P., & Van Den Brink, S. (2016). La population de Crapaud calamite (*Epidalea calamita*) des glacis du fort de Noisy : Estimation de la taille de la population et étude de l'utilisation de son biotope. *ANCA Nouvelles* n°49. 1-25.
- Anderson, D. R., Burnham, K. P., & White, G. C. (1998). Comparison of Akaike information criterion and consistent Akaike information criterion for model selection and statistical inference from capture-recapture studies. *Journal of Applied Statistics*, 25(2), 263-282.
- Arntzen, J. W., & Teunis, S. F. M. (1993). A six year study on the population dynamics of the crested newt (*Triturus cristatus*) following the colonization of a newly created pond. *Herpetological Journal*, 3(3), 99-110.
- Awise, J. C., Hubbell, S. P., & Ayala, F. J. (2008). In the light of evolution II: Biodiversity and extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(supplement_1), 11453-11457.
- Baguette, M., Blanchet, S., Legrand, D., Stevens, V. M., & Turlure, C. (2013). Individual dispersal, landscape connectivity and ecological networks. *Biological Reviews*, 88(2), 310-326.
- Becker, C. G., Fonseca, C. R., Haddad, C. F. B., Batista, R. F., & Prado, P. I. (2007). Habitat split and the global decline of amphibians. *Science*, 318(5857), 1775-1777.
- Beebee, T. J., & Griffiths, R. A. (2005). The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology ?. *Biological conservation*, 125(3), 271-285.
- Bérenguer, J. (1978). L'Ardenne belge et l'Ardenne française dans la politique agricole de la CEE. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 55(449), 41-45.
- Boissinot, A., & Vaudelet, A. (2011). Les petits points d'eau lentique des Deux-Sèvres. *Le Courrier de la Nature*, 262, 18-27.
- Curado, N., Hartel, T., & Arntzen, J. W. (2011). Amphibian pond loss as a function of landscape change—a case study over three decades in an agricultural area of northern France. *Biological Conservation*, 144(5), 1610-1618.
- Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation*, 128(2), 231-240.
- Dejean, T., Miaud, C., & Schmeller, D. (2010). Protocole d'hygiène pour limiter la dissémination de la Chytridiomycose lors d'interventions sur le terrain. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 134, 47-50.
- Donald, P. F., Green, R. E., & Heath, M. F. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. Proceedings of the Royal Society of London. *Series B: Biological Sciences*, 268(1462), 25-29.

- El Hamoumi, R., & Himmi, O. (2010). Distribution et état des lieux des peuplements d'Amphibiens dans le complexe de zones humides du bas Loukkos (Larache, Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, 32, 95-100.
- Griffiths, R. A. (1985). A simple funnel trap for studying newt populations and an evaluation of trap behaviour in smooth and palmate newts. *Herpetological Journal*, 1(01), 5-10.
- Griffiths, R. A., & Williams, C. (2001). Population modelling of great crested newts (*Triturus cristatus*). *Rana*, 4, 239-247.
- Griffiths, R. A. (2004). Great Crested Newts (*Triturus cristatus*) in Europe. Species conservation and management. *Oxford University Press*, 281-291.
- Griffiths, R. A., Sewell, D., & McCrea, R. S. (2010). Dynamics of a declining amphibian metapopulation: survival, dispersal and the impact of climate. *Biological Conservation*, 143(2), 485-491.
- Gustafson, D. H., Pettersson, C. J., & Malmgren, J. C. (2006). Great crested newts (*Triturus cristatus*) as indicators of aquatic plant diversity. *The Herpetological Journal*, 16(4), 347-352.
- Gustafson, D. H., Malmgren, J. C., & Mikusiński, G. (2011). Terrestrial habitat predicts use of aquatic habitat for breeding purposes—a study on the great crested newt (*Triturus cristatus*). In *Annales Zoologici Fennici* (Vol. 48, No. 5, pp. 295-307). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Hagström, T. (1979). Population ecology of *T. cristatus* and *T. vulgaris* (Urodela) in SW Sweden. *Ecography*, 2(2), 108-114.
- Hanski, I., & Gaggiotti, O. (2004). Metapopulation biology: past, present, and future. In *Ecology, genetics and evolution of metapopulations*. *Academic Press*, 3-22.
- Harper, L. R., Downie, J. R., & McNeill, D. C. (2019). Assessment of habitat and survey criteria for the great crested newt (*Triturus cristatus*) in Scotland: a case study on a translocated population. *Hydrobiologia*, 828, 57-71.
- Haubrock, P. J., & Altrichter, J. (2016). Northern crested newt (*Triturus cristatus*) migration in a nature reserve: multiple incidents of breeding season displacements exceeding 1km. *The Herpetological Bulletin*, 138(2016), 31-33.
- Heard, G. W., Scroggie, M. P., & Malone, B. S. (2012). Classical metapopulation theory as a useful paradigm for the conservation of an endangered amphibian. *Biological Conservation*, 148(1), 156-166.
- Jehle, R., & Arntzen, J. W. (2000). Post-breeding migrations of newts (*Triturus cristatus* and *T. marmoratus*) with contrasting ecological requirements. *Journal of Zoology*, 251(3), 297-306.
- Jehle, R., Wilson, G. A., Arntzen, J. W., & Burke, T. (2005). Contemporary gene flow and the spatio-temporal genetic structure of subdivided newt populations (*Triturus cristatus*, *Triturus marmoratus*). *Journal of Evolutionary Biology*, 18(3), 619-628.

- Joly, P., Miaud, C., Lehmann, A., & Grolet, O. (2001). Habitat matrix effects on pond occupancy in newts. *Conservation Biology*, 15(1), 239-248.
- Kleijn, D., Kohler, F., Baldi, A., Batary, P., Concepcion, E. D., Clough, Y., ... & Verhulst, J. (2009). On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proc. R. Soc. B*, 276, 903-909.
- Lebreton, J. D., Burnham, K. P., Clobert, J., & Anderson, D. R. (1992). Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological monographs*, 62(1), 67-118.
- Marsh, D. M., & Trenham, P. C. (2001). Metapopulation dynamics and amphibian conservation. *Conservation biology*, 15(1), 40-49.
- Matthé, M., Sannolo, M., Winiarski, K., Spitzen-van der Sluijs, A., Goedbloed, D., Steinfartz, S., & Stachow, U. (2017). Comparison of photo-matching algorithms commonly used for photographic capture-recapture studies. *Ecology and evolution*, 7(15), 5861-5872.
- Mettouris, O., Megremis, G., & Giokas, S. (2016). A newt does not change its spots: using pattern mapping for the identification of individuals in large populations of newt species. *Ecological Research*, 31, 483-489.
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., ... & Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45-50.
- Rothermel, B. B. (2004). Migratory success of juveniles: a potential constraint on connectivity for pond-breeding amphibians. *Ecological Applications*, 14(5), 1535-1546.
- Sannolo, M., Gatti, F., Mangiacotti, M., Scali, S., & Sacchi, R. (2016). Photo-identification in amphibian studies: a test of I3S Pattern. *Acta herpetologica*, 11(1), 63-68.
- Schmidt, B. R., Schaub, M. & Anholt, B. R. (2002) : Why you should use capture-recapture methods when estimating survival and breeding probabilities : on bias, temporary emigration, overdispersion, and common toads. *Amphibia Reptilia*, 23, 375-388.
- Verrell, P., & Halliday, T. (1985). The population dynamics of the crested newt (*Triturus cristatus*) at a pond in southern England. *Ecography*, 8(2), 151-156.
- Wallace, H. U. G. H., & Wallace, B. M. (2000). Sex reversal of the newt *Triturus cristatus* reared at extreme temperatures. *International Journal of Developmental Biology*, 44(7), 807-810.
- Werner, E. E., Yurewicz, K. L., Skelly, D. K., & Relyea, R. A. (2007). Turnover in an amphibian metacommunity: the role of local and regional factors. *Oikos*, 116(10), 1713-1725.
- Wyman, R. L. (1990). What's happening to the amphibians?. *Conservation Biology*, 4(4), 350-352.

Autres publications

- Apparicio P. et J. Gelb (2022). Méthodes quantitatives en sciences sociales : un grand bol d'R. Institut national de la recherche scientifique. fabriqueREL. Licence CC BY-SA. 808p.
- Barrioz M. & Miaud C. (2016). Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France, « POPAmphibien Spécifique Triton ». Société Herpétologique de France. 11p.
- Berquer A., & Castelli, M. (2022). Évaluation initiale des impacts du pâturage en tourbière. Rapport scientifique, projet LIFE 18NAT/FR/000906. Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France. 41p.
- Besnard, A., Lombardini, K., Olivier, A., & Cheylan, M. (2002). Dynamique de la population de Triton crêté (*Triturus cristatus*) de l'étang de Valliguières (Gard) - Une étude prospective. 30p.
- Delbecq, C., Toussaint, M., & Korneel, C. (2018). Gestion du Bocage - Plan d'actions transfrontalier - projet TEC. 36p.
- Dochy, O. (2018). Triton crêté (*Triturus cristatus*) - Plan d'actions transfrontalier – projet TEC. 19p.
- Genesseaux, V., Lorch, T. (2010). Les mares de Murtin-et-Bogny (08) - Plan de gestion. Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne. 63p.
- Graitson, E., Morelle, K., & Feremans, N. (2009). La vie des mares de nos campagnes. Agrinature N° 4. 173p.
- Grillas, P., Boutron, O., Rocarpin, P., Fontès, H., Kayser, Y., Lourenço, M., ... & Willm, L. (2022). Notice de gestion préalable du marais du Petit Badon. 47p.
- Grossi, J.L. (2010). Les mares prairiales à Triton crêté. Cahier technique. CEN Isère. 20p.
- Guerin, S. (2017). Méthodes d'étude et modélisation de la dynamique de population du Triton marbré dans le cadre du projet de construction d'une infrastructure de grande ampleur en zone bocagère dans l'ouest de la France. Université Paris sciences et lettres. 210p.
- Harter, N. (2020). Inventaire de mares favorables au Triton crêté sur le territoire du Parc Naturel Régional des Ardennes - Rapport d'étude. ReNArd. 29p.
- Heuacker, V., & Michel, V. (2014). La Liste rouge des Amphibiens menacés en Alsace. BUFO, ODONAT Grand Est. 9p.
- Jarvis, L. E. (2012). Microhabitat requirements of the great crested newt (*Triturus cristatus*) in a woodland area. Open University (United Kingdom). 251p.
- Maillet, G., Le Cabec, T., & Bonnet-Rageade, C. (2017). Protocole IECMA – Indicateur d'Etat de Conservation des Mares à Amphibiens. CEN Isère. 28p.

- Météo France. (2023). Résumé climatologique mensuel régional – Grand Est. 2p.
- Ministère de l'éducation et de la jeunesse. (2020). La méthode de « capture-marquage-recapture ». 2p
- Phillipe, M.A., & Polombo, N. (2009). Soixante années de remembrement : essai de bilan critique de l'aménagement foncier en France - Etude foncière. 140p.
- Proess, R., & Schneider, S. (2018). Nationaler Naturschutzplan 2017-2021. 16p.
- Thirion, J.-M., Moreau, L., Vollette, J., Texier, A. Doré, F. & Sudraud, J. (2019). Suivi des Amphibiens des mares de bordure du Marais poitevin 2011- 2019. Observatoire du Patrimoine Naturel du Marais Poitevin. Parc Naturel Régional du Marais Poitevin & OBIOS. 66 p.
- Ugnon-Coussioz, E. (2017). Le Triton crêté en basse vallée du Rhône - Recherche de populations, méthodes de suivi et caractérisation des habitats. Rapport de stage. 77p.
- Vacher, J.P., & Clement, V. (2022). Protocole de suivi du Triton crêté dans le Grand Est. 3p.
- Zrak, E. (2014). Estimation de la taille et dynamique des populations de Triton crêté (*Triturus cristatus*) Wallonne (Belgique) : les recommandations pour la conservation de l'espèce. Mémoire de stage de Master deuxième année. 48p.

Ouvrage

- Akaike, H. (1998). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: Parzen, E., Tanabe, K., Kitagawa, G. (1998). Selected Papers of Hirotugu Akaike. Springer Series in Statistics. Springer, New York. 434p.
- Duguet, R., Melki, F., & Acemav Association. (2003). Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Biotope. Mèze (France). 480p.
- Dury, B., Hermant, A., & Najean, C. (2012). Les mares agricoles de Bourgogne : comment les entretenir ? S'Print Dijon. Dijon. 24p.
- Hilbe, J. M. (2009). Logistic regression models. Chapman and Hall/CRC. New York. 656p.
- IPBES. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat. Bonn (Germany). 1148 p.
- Jacob, J. P., & Denoël, M. (2007). Le Triton crêté, *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768). In : Jacob, J.-P., Percsy, C., De Wavrin, H., Graitson, E., Kinet, T., Denoël, M., Paquay, M., Percsy, N. et Remacle, A. (2007). Amphibiens et Reptiles de Wallonie. Aves – Raîenne et Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois (MRW - DGRNE), Série « Faune - Flore - Habitats » n° 2, Namur. 384p.
- Langton, T.E.S., Beckett, C.L., & Foster, J.P. (2001). Great Crested Newt Conservation Handbook. Froglife. Halesworth. 60p.
- McKinnell, J.M., O'Brien, D., Seymour, T., & Gent, T. (2015). Great crested newt. Version 1.0. In : Gaywood, M.J., Boon, P.J., Thompson, D.B.A., Strachan, I.M. (2015). The Species Action Framework Handbook. Scottish Natural Heritage. Battleby (Perth, UK). 396p.
- Speybroeck, J., Beukema, W., Bok, B., & Van Der Voort, J. (2018). Guide Delachaux des amphibiens et reptiles de France et d'Europe. Delachaux et Nieslé. Paris. 432p.
- Swan, M. J. S. & Oldham, R. S. (1994). Amphibians and landscape composition. In: Dover, J.W. (1994). Fragmentation in agricultural landscapes. Softcover. United Kingdom. 200p.
- UICN France, MNHN et SHF. (2015). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France. 12p.
- Watteaux, M. (2005). Sous le bocage, le parcellaire. In : Études rurales (n°175-176). (2005). Éditions de l'EHESS. [En ligne]. 258p.

Webographie

APCA (Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture APCA). Chambre d'agriculture des Ardennes – Elevage. Consulté en juillet 2023. Disponible à l'adresse : <https://ardennes.chambre-agriculture.fr/techniques-et-innovations/elevage/>

DRAAF Grand Est (Direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt) – Essentiel du département des Ardennes. (2023). Consulté en mars 2023. Disponible à l'adresse : https://draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/2022-01-ardennes_cle45f3b3.pdf

IGN. Géoportail. (2023). Consulté en mars 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.geoportail.gouv.fr/carte>

Légifrance - Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection. Consulté en mars 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043113964>

LPO France. Faune France. (2017). Consulté en juin 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.faune-france.org/>

MNHN & OFB. INPN – SINP. 2023. Consulté en juillet 2023. Disponible à l'adresse : <https://inpn.mnhn.fr/informations/sinp/presentation>

PNRA (Parc Naturel Régionale des Ardennes) – Comprendre le Parc. (2023). Consulté en mars 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.parc-naturel-ardennes.fr/carte-didentite/>

PNRA (Parc Naturel Régionale des Ardennes) – Agriculture. (2023). Consulté en juin 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.parc-naturel-ardennes.fr/agriculture/>

PRAM Grand Est. Consulté en aout 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.pram-grandest.fr/>

ODONAT Grand Est (Office des données naturalistes du Grand Est). (2017). Consulté en aout 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.odonat-grandest.fr/listes-rouges-ge-etat-avancement/>

ReNArd.(2023). Consulté en août 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.renard-asso.org/aie/le-programme/connaître>

Références des logiciels informatiques et associés :

- Barnier, J. (2023). Explor : Interactive interfaces for results exploration. R package version 0.3.10, <https://CRAN.R-project.org/package=explor>
- Dray, S., Dufour, A. (2007). The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. Journal of statistical software, *22*(4), 1-20. doi:10.18637/jss.v022.i04 <https://doi.org/10.18637/jss.v022.i04>
- Fox, J., Weisberg, S. (2019). An R companion to applied regression, third edition. Sage, Thousand Oaks CA. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>
- Kassambara, A., Mundt, F. (2020). Factoextra : extract and visualize the results of multivariate data analyses. R package version 1.0.7, <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- IGN. (2019). Orthophotographie 2019 haute résolution RVB (20cm) sur le département des Ardennes (08). https://www.datagrandest.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/FR-200052264_GGE_ORTHORVB_2019_08_TIF_L93
- Le, S., Josse, J., Husson, F. (2008). FactoMineR : An R package for multivariate analysis. Journal of statistical software, 25(1), 1-18. 10.18637/jss.v025.i01.
- Microsoft Corporation. (2018). Microsoft Excel. <https://office.microsoft.com/excel>
- QGIS Development Team. (2009). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.org>.
- R Core Team (2023). R : A Language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0. <https://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/>

Annexes de l'étude

Annexe 1 : Présentation du Parc Naturel Régional des Ardennes (PNRA)

Le PNRA est un territoire labellisé en 2011 et reconnu au niveau national pour sa forte valeur patrimoniale qu'elle soit naturelle, culturelle ou paysagère. Il est constitué de 92 communes et couvre une totalité de 116 000 hectares (Figure 1').



Figure 1' : Cartographie du Parc Naturel Régional des Ardennes (©PNRA)

Etant une aire de protection faible, le PNR s'est vu attribuer des missions principalement basées sur le concept de développement durable. Ainsi, il doit œuvrer pour protéger et valoriser le patrimoine naturel, culturel et humain de son territoire tout en appliquant une politique innovante d'aménagement et de développement économique, social, culturel et paysagère respectueuse de l'environnement (Figure 2'). Il a avant tout un rôle de concertation, il n'a pas le pouvoir de contraindre mais il a le devoir de convaincre.

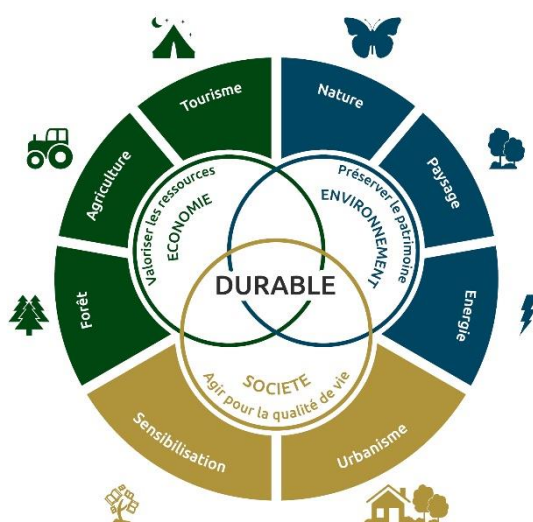


Figure 2' : Les différentes missions du PNRA (©PNRA)

Les grandes décisions prises au sein du Parc sont validées par le Comité Syndical qui administre le syndicat mixte. Le Comité Syndical est constitué de représentants élus et désignés par les collectivités qui adhèrent au PNRA. Sont retrouvés, entre autres, la Région Grand Est, le Département des Ardennes, les 92 communes adhérentes au PNRA, 4 communautés de communes et la ville-porte Charleville-Mézières.

L'équipe du PNRA est composée d'un ensemble de quatorze chargés de missions distribués dans quatre grands pôles, à savoir : le pôle de valorisation des ressources naturelles, le pôle d'aménagement durable, le pôle de promotion du territoire et enfin le pôle de développement local. Un chargé de missions renouvellement de la charte est également présent dans le cadre du renouvellement de la charte qui aura lieu en 2026. Le pôle administratif et financier est quant à lui constitué de deux employées. Un animateur, un agent d'accueil et une assistante de communication font également partie de l'équipe du PNRA. Enfin, sont présents Mme Davril-Bavois directrice du PNRA et Mr Maréchal président du PNRA (Figure 3').

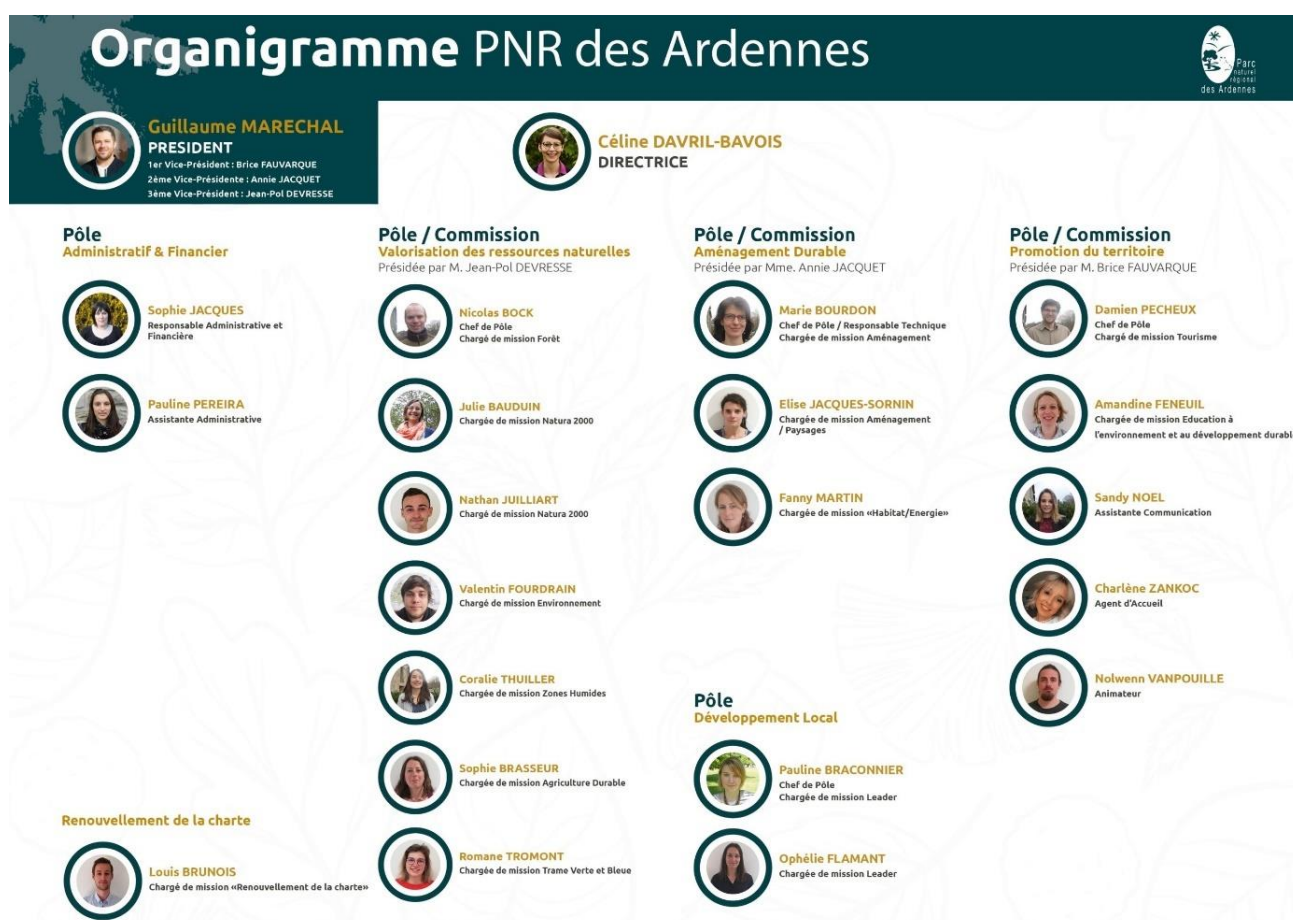


Figure 3' : Organigramme de l'équipe du PNRA (©PNRA)



**PRÉFET
DES ARDENNES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement**

ARRÊTÉ PRÉFECTORAL N° 2023-DREAL-EBP-0028

**portant dérogation aux interdictions de capture avec relâcher de spécimens d'espèces
protégées délivrée au Parc Naturel Régional des Ardennes**

**LE PRÉFET DES ARDENNES
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR,
CHEVALIER DE L'ORDRE NATIONAL DU MÉRITE
CHEVALIER DE L'ORDRE DES PALMES ACADEMIQUES**

- VU le Code de l'Environnement, et notamment ses articles L 411-1, L 411-2, L 415-3 et R 411-1 à R 411-14 ;
- VU l'arrêté du 19 février 2007 modifié fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées ;
- VU l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;
- VU l'arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection ;
- VU la demande de dérogation au régime de capture avec relâcher sur place d'espèces animales protégées en date du 08/11/2022 déposée en application des articles L. 411-1 et L. 411-2 du code de l'environnement par le Parc Naturel Régional des Ardennes, D140 route de Sécheval – Maison du Parc 08150 RENWEZ;
- VU l'avis du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel du Grand Est (CSRPN) en date du 05/02/2023 ;

CONSIDERANT que la demande de dérogation porte sur des opérations de capture et de relâcher de spécimens d'espèces protégées ;

CONSIDERANT l'intérêt de ces opérations pour la connaissance et la protection de la faune et flore sauvage et de la conservation des habitats ;

CONSIDERANT l'absence de solution technique alternative à la capture qui soit pertinente et satisfaisante ;

DREAL Grand Est – Site de Metz
Tél : 03 87 82 81 00
www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr
2 rue Augustin Fresnel – CS 85 036 – 57 071 Metz cedex 03

Annexe 3 : Calendrier des passages – étude 2023

	Passage 1	Passage 2	Passage 3	Passage 4
Groupe 1	05/04/23 → 06/04/23	25/04/23 → 26/04/23	14/05/23 → 15/05/23	03/07/23
Groupe 2	11/04/23 → 12/04/23	26/04/23 → 27/04/23	15/05/23 → 16/05/23	03/07/23
Groupe 3	12/04/23 → 13/04/23	27/04/23 → 28/04/23	16/05/23 → 17/05/23	03/07/23
Groupe 4	13/04/23 → 14/04/23	28/04/23 → 29/04/23	23/05/23 → 24/05/23	03/07/23
Groupe 5	16/04/23 → 17/04/23	05/05/23 → 06/05/23	22/05/23 → 23/05/23	04/07/23
Groupe 6	17/04/23 → 18/04/23	09/05/23 → 10/05/23	31/05/23 → 01/06/23	04/07/23
Groupe 7	20/04/23 → 22/04/23	10/05/23 → 11/05/23	04/06/23 → 05/06/23	04/07/23
Groupe 8	19/04/23 → 20/04/23	02/05/23 → 03/05/23	30/05/23 → 31/05/23	04/07/23
Groupe 9	17/04/23 → 18/04/23	03/05/23 → 04/05/23	24/05/23 → 25/05/23	04/07/23
Groupe 10	24/04/23 → 25/04/23	11/05/23 → 12/05/23	01/06/23 → 02/06/23	05/07/23

Annexe 4 : Amphicaptis (©A. GAYOUT)



Annexe 5 : Nombre d'amphicaptis utilisés pour chacune des mares (2023)

Groupe	Site	Nb amphicapt	Total	Groupe	Site	Nb amphicapt	Total	Groupe	Site	Nb amphicapt	Total
1	Chatsor1	3	20	4	M-B31	3	20	8	Lia23	3	18
	M-B8	4			M-B48	4			Lia24	4	
	M-B9	4			M-B59	6			Lia43	5	
	M-B16	4			Sor17	4			Lia44	3	
	M-B34	5			Sor28	3			Lia45	3	
2	Chatsor2 5	4	18	5	Lep10	4	15	9	Marl23	7	20
	MB40	5			Lep12	5			Marl24	3	
	M-B41	5			Lep13	5			Marl25	4	
	M-B42	4		6	Lia2	3	19		Marl3	6	
3	Sor19	4	20		Lia5	4	10	Sor4	4	20	
	Sor22	4			Lia27	8		Sor5	3		
	M-B20	4	Lo-Bo1	4	Sor8	5					
	M-B21	5	Lia47	3	20			HamMoin1	3		
	M-B28	3	Marl4	10				M-B2	3		
		Marl9	4			M-B1	2				
		Marl17	3								

RÈGLES GÉNÉRALES

1. Il existe dans le commerce plusieurs produits désinfectants efficaces pour éliminer *Bd* (alcool à 70 %, eau de javel). Néanmoins, pour des raisons d'efficacité sur *Bd* et d'autres agents infectieux (bactéries, virus et champignons), et de respect de l'environnement, nous recommandons l'utilisation du Virkon®. Le rejet de ce désinfectant dans l'environnement doit cependant être limité. Le fabricant recommande son élimination par les réseaux d'eaux usées. Avant utilisation, lire les instructions d'usage fournies par le fabricant (www.dupont.com).
2. Avant toute sortie sur le terrain, il est indispensable de s'assurer que l'ensemble du matériel qui va être utilisé (bottes, wadders, épuisette) a été correctement désinfecté. En cas de doute, désinfectez-le.
3. Si plusieurs sites aquatiques doivent être visités au cours d'une même campagne de terrain, désinfecter le matériel entre chaque site. Lors d'intervention sur une pièce d'eau importante (marais, rivière, grand lac), désinfecter régulièrement le matériel.
4. En cas de manipulation d'amphibiens, il est recommandé d'utiliser des gants jetables non poudrés. Dans la mesure du possible, les individus capturés doivent être maintenus individuellement (sacs zip, boîtes plastiques) afin de limiter les contacts et les risques de transmission de la maladie entre animaux.
5. Si vous devez intervenir sur des sites où la présence de *Bd* est suspectée (observation de mortalités d'amphibiens, présence d'espèces exotiques), ou avérée, il est impératif d'appliquer rigoureusement le protocole d'hygiène.

Bd : *Batrachochytrium dendrobatidis* - Champignon induisant une maladie infectieuse : la Chytridiomycose

Annexe 7 : Fiche de terrain utilisée lors des relevés des Amphicaptys (2023)

Site :			
N° passage :	Date :	Heure de pose :	Heure de relevé :
Ensoleillement :	Vent :	T° air :	

[illegible]

Température (°C)	13-15	16-20	21-25	26-30	31-35	>35
Ensoleillement (% de nuages)	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%		
Vent	0 Beaufort	1 Beaufort	2 Beaufort	3 Beaufort	4 Beaufort	5 Beaufort

Vent : 0 Beaufort (La fumée des cheminées monte droit) ; **1 Beaufort** (très légère brise. La fumée des cheminées indique la direction du vent. 1 à 5 km/h) ; **2 Beaufort** (Légère brise. On sent le vent sur le visage, les feuilles bougent. 6 à 11 km/h) ; **3 Beaufort** (Petite brise. Les drapeaux flottent, les feuilles sont sans cesse en mouvement. 12 à 19 km/h) ; **4 Beaufort** (Jolie brise. Les poussières s'envolent et les petites branches ne cessent de bouger. 20 à 28 km/h) ; **5 Beaufort** (Bonne brise. Les petits arbres balancent, les sommets des arbres s'agitent. 29 à 38 km/h)

Récapitulatif des 20 critères retenus avec les seuils de notation :

N°	Critère d'évaluation	Très favorable = 5 points	Favorable = 2 points	Défavorable = 0 point	Abréviations : Très favorable / Favorable / Défavorable
1	Contexte immédiat	Zones humides / Prairies / Bois de feuillus	Terres arables / Jardins / Bois résineux	Urbain / Bitume	ContexteF/ContexteM/ContexteNF
2	Superficie (S en m²)	S > 50	50 ≥ S > 10	S < 10	Sgrande/Smoyenne/Spetite
3	Profondeur (P en cm)	150 ≥ P ≥ 100	100 ≥ P ≥ 50	P > 150 ou P < 50	PF/Pmoy/PNF
4	Turbidité	Limpide	-	Trouble/Opaque	Limpide/TrouOpa
5	Nature du fond	Terrain naturel	Pierre / Béton / Caoutchouc	Plastique	FondN/FondM/FondP
6	Berges en pente douce	BPD ≥ ½ du périmètre	0 < BPD ≤ 1/2	BPD = 0	BergeA/BergeM/BergeNA
7	Recouvrement en hélophytes	Abondant	Clairsemé	Absence	HéloAbon/HéloClair/HéloAbs
8	Recouvrement en hydrophytes	Abondant	Clairsemé	Absence	HydroAbon/HydroClair/HydroAbs
9	Richesse spécifique en Amphibiens	Nb d'espèces ≥ 4	3 ≥ Nb d'espèces ≥ 1	Nb d'espèces = 0	RSabondante/RSmoy/RSnulle
10	Distance avec un peuplement source	≤ 500m	≤ 1000m	> 1000m	PSproche/PSmoy/PSdist
11	Distance à la pièce d'eau la plus proche	≤ 250m	≤ 500m	> 500m	PEPpro/PEPmoy/PEPéloigné
12	Nb de pièces d'eau à moins de 500m	≥ 2	1	0	DensFort/DensMoy/DensFai
13	Distance avec un site terrestre hivernal (pas pris en compte à moins de 100m)	250 ≥ P ≥ 100	500 ≥ P ≥ 250	P > 500	HiverPro/HiverMoy/HiverEloi
14	Contigu d'un corridor linéaire	Corridor fonctionnel	Corridor altéré	Absence de corridor	CorFonc/CorAlt/CorNonFonc
15	Zone d'écrasement d'Amphibiens potentielle (à moins de 250m)	Pas de route ou non bitumée	Route bitumée "communale"	Route départementale ou nationale	EcrasFai/EcrasMoy/EcrasFort
16	Richesse en Amphibiens à proximité	Nb d'espèces ≥ 6	5 ≥ Nb d'espèces ≥ 3	2 ≥ Nb d'espèces ≥ 0	RSpAbon/RSpMoy/RSpFai
17	Poissons	Absence	-	Avérée ou Probable	PoisAbs/PoisPres
18	Déchets	Absence	Faible quantité	Quantité importante	DechAbs/DechMoy/DechAbon
19	Pollution chimique ou organique visible	Absente	-	Avérée	PolluAbs/PolluPres
20	Mesures de protection	Conventionnelle ou réglementaire	Propriétaire favorable	Aucune	ProtFor/ProFav/ProtNulle

Classes de notation sur 100 :

- de 50 points



+ de 50 points



+ de 70 points



+ de 90 points



Fiche de terrain – Programme Pop Tritons

Site :	
Commune :	Lieu dit :
N° Point d'eau :	
Coord X (Lambert 93) :	Coord Y (Lambert 93) :

Description de l'habitat :

Type point d'eau : ☐ mare ☐ étang ☐ queue étang ☐ fossé ☐ gravière ☐ ballastière
☐ sablière ☐ marais ☐ Autre

Surface point d'eau : ☐ <50m² ☐ De 50 à 100m² ☐ De 100 à 150m² ☐ De 150 à 500m²
☐ De 500 à 1000m² ☐ >1000m²

Assèchement estival : ☐ : oui ☐ : non ☐ : Ne sait pas

Turbidité : ☐ : Limpide ☐ : Trouble ☐ : Très trouble

Profondeur : ☐ : < 30cm ☐ : 31 à 60cm ☐ : 61 à 100cm ☐ : >100cm

Surface végétation favorable : ☐ : 0-25% ☐ : 25-50% ☐ : 50-75% ☐ : 75-100% HYDROPHYTES

	Callitriches	Véroniques	Potamots	Renoncules	Glycéries	Autres
Nature végétation 1 :	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nature végétation 2 :	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nature végétation 3 :	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Degré de fermeture ligneux : ☐ : RAS ☐ : 0-25% ☐ : 25-50% ☐ : 50-75% ☐ : 75-100%

Degré de fermeture herbacées : ☐ : RAS ☐ : 0-25% ☐ : 25-50% ☐ : 50-75% ☐ : 75-100%

Substrat du fond : ☐ Naturel ☐ Artificiel

Pente douce berges : ☐ : 1/4 ☐ : 1/2 ☐ : 3/4 ☐ : Totalité

Roselière : ☐ : Présence ☐ : Absence
☐ : 0-25% ☐ : 25-50% ☐ : 50-75% ☐ : 75-100%

	Caricaie	Typhaie	Phragmitaie	Jonchaie	Scirpaie	Cladiaie	Glycérie	Autre
Type roselière :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

HELOPHYTES

Connexion aquatique avec un autre point d'eau : ☐ : Présence ☐ : Absence

Algues filamenteuses : ☐ : Présence ☐ : Absence

% d'algues : ☐ : RAS ☐ : 1 à 5% ☐ : 6 à 25% ☐ : 26 à 50% ☐ : 51 à 75% ☐ : 76 à 100%

Disponibilité en site de fraye :

- ☐ : Complexe de petits points d'eau (n>10) ou plan d'eau unique > 1 ha
- ☐ : Complexe de petits points d'eau (3<n<10) ou plan d'eau unique de 0.01 à 1 ha
- ☐ : Moins de 3 points d'eau ou point d'eau unique isolé < 0.01 ha

Distance avec autres points d'eau où l'espèce est présente :

- ☐ : <1000m ☐ : 1000 à 2000m ☐ : >2000m

Distance avec autres points d'eau favorables (habitat favorable mais espèce non retrouvée) :

- ☐ : <1000m ☐ : 1000 à 2000m ☐ : >2000m

Poissons : ☐ : Absence ☐ : Visible mais faible ☐ : Intensif ☐ : Ne sait pas

Polluants : ☐ : Pas d'effet perceptible ☐ : Suspicion ☐ : Effets perceptibles HUILES...

Piétinement bovins : ☐ : oui ☐ : non

Exclos : ☐ : oui ☐ : non ☐ : partielle

Envasement : ☐ : oui ☐ : non

Embacles : ☐ : oui ☐ : non

Déchets : ☐ : oui ☐ : non

Gestion pratiquée sur le site de fraye : ☐ : extensif approprié ☐ : extensif inapproprié ☐ : intensif

Effet barrière (1000m autour) : ☐ : pas d'effet barrière ☐ : effet limité mais éloigné ☐ : Nombreux effets barrière

Oiseaux d'eau : ☐ Oui ☐ Non

Accessibilité au site : ☐ Difficilement accessible ☐ Accessible

Annexe 10 : Extraits du tableau format SINP pour un site (Lo-Bo1)

nomcite	nomvalider	cdnom	cdref	versiontaxref	commentssujet	statutobservation	denombrementmin	denombrementmax	objetdenombrement	abondancer	typedenombrement	occsexe	occstadevie
Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	139	139	V16		Pr	5	5	IND		Co	2	2
Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	139	139	V16	12,3cm	Pr	1	1	IND		Co	2	2
Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	139	139	V16		Pr	10	10	IND		Co	1	3
Triton alpestre	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	444430	444430	V16		Pr	5	5	IND		Co	3	2
Triton alpestre	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	444430	444430	V16		Pr	1	1	IND		Co	3	2
Triton alpestre	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	444430	444430	V16		Pr	23	23	IND		Co	2	2
Triton alpestre	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	444430	444430	V16		Pr	21	21	IND		Co	2	2
Triton alpestre	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	444430	444430	V16		Pr	7	7	IND		Co	2	2
Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus</i>	444432	444432	V16		Pr	1	1	IND		Co	3	2
Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus</i>	444432	444432	V16		Pr	1	1	IND		Co	3	2
Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus</i>	444432	444432	V16		Pr	12	12	IND		Co	2	2
Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus</i>	444432	444432	V16		Pr	22	22	IND		Co	2	2
Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus</i>	444432	444432	V16		Pr	3	3	IND		Co	2	2
Triton ponctué	<i>Lissotriton vulgaris</i>	444431	444431	V16		Pr	1	1	IND		Co	3	2
Triton ponctué	<i>Lissotriton vulgaris</i>	444431	444431	V16		Pr	2	2	IND		Co	2	2
Triton ponctué	<i>Lissotriton vulgaris</i>	444431	444431	V16		Pr	1	1	IND		Co	2	2
Lissotriton	<i>Lissotriton</i>	444433	444433	V16		Pr	2	2	IND		Co	1	6
Pelophylax	<i>Pelophylax</i>	444436	444436	V16		Pr	1		IND				2
Pelophylax	<i>Pelophylax</i>	444436	444436	V16		Pr	1		IND				2
Crapaud commun	<i>Bufo bufo</i>	259	259	V16		Pr	1		IND				6

meteoventintensiter	meteoventoriginier	meteo precipitationr	meteo nebulositer	geometrie	y	X	natureobjetgeo	precisiongeometrie	codecommune	nomcommune	typeinfoeocommune	anneerefcommune
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
faible		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
faible		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	grand soleil	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023
nul		sans précipitation	couvert	point	49,77855107	4,364720165	In		08150	Logny-Bogny		2023

Annexe 11 : Extraits du tableau de caractérisation des mares (2023)

Site	Commune	Contexte immédiat	Nature du fond	Assechement	Turbidité	Superficie (m²)	Profondeur (cm)	Hydrophytes	Hydrophytes					Fermeture ligneux	Proportion des berges en pente douce
									Hydrophyte 1	Hydrophyte 2	Hydrophyte 3	Hydrophyte 4	Hydrophyte 5		
Chatsor1	Le-Châtelet-sur-Sormonne	Prairies bocagères	Naturel	non	limpide	40	61-100	26-50%	glycéries	callitriches	renoncules	potamots	rien	0-25%	3/4
Chatsor25	Le-Châtelet-sur-Sormonne	Prairies bocagères	Naturel	non	très trouble	36	>100	26-50%	glycéries	callitriches	renoncules	potamots	cresson des font	0-25%	1/4
HamMoin1	Ham-les-Moines	Prairies bocagères	Naturel	non	très trouble	32	>100	0-25%	Glycéries	Callitriches	Renoncules	Potamots	rien	0-25%	Totalité
Lep10	Aubigny-les-Pothées	Prairies bocagères	Naturel	oui	trouble	40	31-60	76-100%	glycéries	renoncules	callitriches	potamots	rien	0	1/2
Lep12	Aubigny-les-Pothées	Prairies bocagères	Naturel	non	trouble	90	>100	76-100%	glycéries	renoncules	rien	rien	rien	0-25%	3/4
Lep13	Aubigny-les-Pothées	Prairies bocagères	Naturel	non	très trouble	130	>100	51-75%	Potamots	Renoncules	callitriches	rien	rien	0-25%	1/2
Lia2	Liart	Prairies bocagères	Naturel	non	trouble	80	>100	51-75%	Glycéries	Lentille d'eau	rien	rien	rien	0-25%	1/4
Lia5	Liart	Prairies bocagères	Naturel	non	trouble	107	>100	26-50%	Callitriches	glycéries	lentilles d'eau	rien	rien	26-50%	0
Lia23	Liart	Prairies bocagères	Naturel	non	très trouble	40	>100	51-75%	Glycéries	Cresson des font	Lentille d'eau	iris ?	rien	0-25%	1/2
Lia24	Liart	Prairies bocagères	Naturel	non	limpide	90	>100	26-50%	Glycéries	Callitriches	Lentille d'eau	véronique	rien	0	totalité
Lia27	Liart	Prairies bocagères	Naturel	non	limpide	366	61-100	51-75%	Glycéries	Callitriches	Renoncule aqua	rien	rien	26-50%	3/4
Lia43	Liart	Prairies bocagères	Naturel	non	trouble	400	61-100	0-25%	Glycéries	Callitriches	Renoncule aqua	lentille d'eau	rien	0-25%	1:4
Lia44	Liart	Prairies bocagères	Naturel	non	trouble	100	>100	0-25%	Glycéries	Lentille d'eau	rien	rien	rien	51-75%	1/4
Lia45	Liart	Prairies bocagères	Naturel	non	limpide	46	61-100	76-100%	Lentilles d'eau	glycéries	rien	rien	rien	0	1/4

Helophytes	Helophytes			Pourcentage algues	Poissons	Polluants	Pietinement	Exclos	Embacles	Déchets	Gestion	Distance pièce d'eau	Nombre autre points d'eau <500m	Distance habitat terrestre	Distance peuplement source	Axe routier (250m)	Corridor
	Helophyte 1	Helophyte 2	Helophyte 3														
0-25%	joncs	rien	rien	0,00%	non	non	oui	partiel	non	non	extensif approprié	134	5	230	<500m	A304	nul
0-25%	joncs	rien	rien	51-75%	non	non	oui	partiel	oui	non	extensif intensif	120	5	163	<1000m	A304	fonctionnel
0	rien	rien	rien	0,00%	oui	non	oui	non	non	non	extensif approprié	963	0	100	>1000	non bitumée	fonctionnel
0-25%	joncs	Scirpes	rien	26-50%	non	non	oui	non	non	oui	extensif inapproprié	250	3	138	<500m	rien	fonctionnel
0-25%	joncs	typha	rien	26-50%	non	non	non	oui	non	non	extensif approprié	107	4	250	<500m	chemin	altere
26-50%	joncs	scirpes	rien	6-25%	non	non	oui	oui	non	non	extensif approprié	107	4	236	<500m	chemin	altere
26-50%	joncs	rien	rien	6-25%	non	non	non	oui	non	non	intensif	243	3	130	>1000	chemin	altere
26-50%	joncs	rien	rien	0,00%	non	non	non	oui	non	non	extensif approprié	230	4	185	>1000	chemin	altere
0-25%	typha	joncs	rien	0,00%	non	non	non	oui	oui	non	intensif	400	1	170	<1000m	route départementale	nul
0-25%	joncs	scirpes	rien	6-25%	non	non	oui	non	non	non	intensif	400	1	100	<1000m	route départementale	nul
26-50%	joncs	rien	rien	51-75%	non	non	non	oui	non	non	extensif approprié	564	0	100	>1000	chemin de fer + route bitumée	fonctionnel
0-25%	joncs	rien	rien	1-5%	non	non	oui	non	non	non	intensif	215	4	100	>1000	route départementale	fonctionnel
0	rien	rien	rien	0,00%	non	non	non	non	oui	non	intensif	215	2	135	<500m	route départementale	nul
0-25%	joncs	rien	rien	0,00%	non	non	non	oui	non	non	extensif approprié	439	2	100	<500m	chemin	fonctionnel

Annexe 12 : Occurrence (présence d'adultes) du Triton crêté dans les mares inventoriées en 2020 et 2023

Site	2020	2023
M-B42	présence	présence
lia2	absence	absence
lia5	présence	absence
lia23	présence	absence
lia24	absence	absence
lia44	absence	absence
lia45	absence	absence
lia47	présence	absence
Marl4	présence	présence
Marl9	absence	présence
Marl17	absence	absence
Marl24	présence	absence
Marl25	présence	présence
Marl3	absence	absence
M-B8	absence	présence
M-B9	présence	absence
M-B16	présence	présence
M-B34	présence	présence
Sor19	absence	absence
Sor22	présence	présence
M-B20	présence	présence
M-B28	présence	présence
M-B31	absence	absence
M-B48	absence	présence
M-B59	absence	présence
Sor17	absence	absence
Sor28	absence	absence
Sor4	absence	absence
Sor8	absence	absence
HamMoin1	absence	absence
M-B2	présence	présence

Annexe 13 : Extrait du tableau de synthèse utilisé pour les analyses sous R - occurrence

Occurrence	Turbidite	Superficie	Profondeur	Hydrophytes	Helophytes	Fermeture ligneux	Pentes	Algues (%)	dPS	dpiecedeau	Nbpiecedeau	Corridor	Pietinement	Richesse sp	Axe routier (250m)	Poissons
1	trestrouble	40	50-100	26-50%	0-25%	0-25%	75%	0	<500m	134	5	absence	oui	2	Autoroute	non
0	trestrouble	36	50-100	26-50%	0-25%	0-25%	25%	26-50%	<1000m	120	5	fonctionnel	oui	3	route bitumee	non
0	trestrouble	32	50-100	0-25%	0	0-25%	100%	0	>1000m	963	0	fonctionnel	oui	3	chemin	oui
2	trouble	40	<50	76-100%	0-25%	0	50%	26-50%	<500m	250	3	fonctionnel	oui	3	rien	non
4	trouble	90	50-100	76-100%	0-25%	0-25%	75%	26-50%	<500m	107	4	altere	non	4	chemin	non
14	trouble	130	50-100	51-75%	26-50%	0-25%	50%	0-25%	<500m	107	4	altere	oui	4	chemin	non
0	limpide	80	100-150	51-75%	26-50%	0-25%	25%	0-25%	>1000m	243	3	altere	non	5	chemin	non
0	limpide	107	100-150	26-50%	26-50%	26-50%	0	0	>1000m	230	4	altere	non	4	chemin	non
0	trestrouble	40	100-150	51-75%	0-25%	0-25%	50%	0	>1000m	400	1	absence	non	4	route departementa	non
0	trouble	90	50-100	26-50%	0-25%	0	100%	0-25%	<1000m	400	1	absence	oui	5	route departementa	non
0	limpide	366	100-150	51-75%	26-50%	26-50%	75%	51-75%	<1000m	564	0	fonctionnel	non	5	chemin de fer	non
1	trouble	400	100-150	0-25%	0-25%	0-25%	25%	0-25%	>1000m	215	4	fonctionnel	oui	7	route departementa	non
0	trestrouble	100	100-150	0-25%	0	51-75%	25%	0	>1000m	215	2	absence	oui	4	route departementa	non
0	trestrouble	46	50-100	76-100%	0-25%	0	25%	0	<500m	439	2	fonctionnel	non	4	chemin	non

Annexe 14 : Extrait du tableau utilisé pour l'ACM – occurrence

Occurrence	Turbidite	Superficie	Profondeur	Hydrophytes	Helophytes	Fermeture ligneux	Pentes	Algues	dPS	dpiecedeau	Nbpiecedeau	Corridor	Pietinement	Richesse sp	Axe routier (250m)	Poissons
presence	trestrouble	intermediaire	intermediaire	clairseme	clairseme	faible	intermediaire	nul	faible	faible	nombreuses	absence	fort	Moyenne	ecrasfort	absence
absence	trestrouble	intermediaire	intermediaire	clairseme	clairseme	faible	intermediaire	eleve	moyenne	faible	nombreuses	fonctionnel	fort	Moyenne	ecrasfort	absence
presence	trestrouble	intermediaire	intermediaire	clairseme	absence	faible	totalite	nul	forte	forte	nul	fonctionnel	fort	Moyenne	ecrasfaible	presence
presence	trouble	intermediaire	peuprofond	abondant	clairseme	nul	intermediaire	moyen	faible	faible	nombreuses	fonctionnel	nul	Moyenne	ecrasfaible	absence
presence	trouble	grand	intermediaire	abondant	clairseme	faible	intermediaire	moyen	faible	faible	nombreuses	altere	nul	Elevee	ecrasfaible	absence
presence	trouble	grand	intermediaire	abondant	abondant	faible	intermediaire	faible	faible	faible	nombreuses	altere	moyen	Elevee	ecrasfaible	absence
absence	limpide	grand	profond	abondant	clairseme	faible	nul	faible	forte	faible	nombreuses	altere	nul	Elevee	ecrasfaible	absence
absence	limpide	grand	profond	abondant	clairseme	moyen	intermediaire	nul	forte	faible	nombreuses	altere	nul	Elevee	ecrasfaible	absence
absence	trestrouble	intermediaire	profond	abondant	clairseme	faible	intermediaire	nul	moyenne	moyenne	moyen	absence	nul	Elevee	ecrasfort	absence
absence	trouble	grand	intermediaire	abondant	clairseme	nul	totalite	faible	moyenne	moyenne	moyen	absence	fort	Elevee	ecrasfort	absence
presence	limpide	grand	profond	abondant	clairseme	moyen	totalite	eleve	forte	forte	nul	fonctionnel	moyen	Elevee	ecrasfort	absence
presence	trouble	grand	profond	clairseme	clairseme	faible	intermediaire	faible	forte	faible	nombreuses	fonctionnel	nul	Elevee	ecrasfort	absence
absence	trestrouble	grand	profond	clairseme	absence	eleve	intermediaire	nul	faible	faible	nombreuses	absence	nul	Elevee	ecrasfort	absence
absence	trestrouble	intermediaire	intermediaire	abondant	clairseme	nul	intermediaire	nul	faible	moyenne	nombreuses	fonctionnel	nul	Elevee	ecrasfaible	absence

Annexe 15 : Extrait du tableau de synthèse utilisé pour les analyses sous R - reproduction

Reproduction	Turbidite	Superficie	Profondeur	Hydrophytes	Helophytes	Fermeture ligneux	Pentes	Algues (%)	dPS	dpiecedeau	Nbpiecedeau	Corridor	Pietinement	Richesse sp	Axe routier (250m)	Poissons
non	trestrouble	40	50-100	26-50%	0-25%	0-25%	75%	0	<500m	134	5	absence	oui	2	Autoroute	non
non	trestrouble	36	50-100	26-50%	0-25%	0-25%	25%	26-50%	<1000m	120	5	fonctionnel	oui	3	route bitumee	non
oui	trestrouble	32	50-100	0-25%	0	0-25%	100%	0	>1000m	963	0	fonctionnel	oui	3	chemin	oui
oui	trouble	40	<50	76-100%	0-25%	0	50%	26-50%	<500m	250	3	fonctionnel	oui	3	rien	non
oui	trouble	90	50-100	76-100%	0-25%	0-25%	75%	26-50%	<500m	107	4	altere	non	4	chemin	non
oui	trouble	130	50-100	51-75%	26-50%	0-25%	50%	0-25%	<500m	107	4	altere	oui	4	chemin	non
non	limpide	80	100-150	51-75%	26-50%	0-25%	25%	0-25%	>1000m	243	3	altere	non	5	chemin	non
non	limpide	107	100-150	26-50%	26-50%	26-50%	0	0	>1000m	230	4	altere	non	4	chemin	non
non	trestrouble	40	100-150	51-75%	0-25%	0-25%	50%	0	>1000m	400	1	absence	non	4	route departementa	non
non	trouble	90	50-100	26-50%	0-25%	0	100%	0-25%	<1000m	400	1	absence	oui	5	route departementa	non
oui	limpide	366	100-150	51-75%	26-50%	26-50%	75%	51-75%	<1000m	564	0	fonctionnel	non	5	chemin de fer	non
oui	trouble	400	100-150	0-25%	0-25%	0-25%	25%	0-25%	>1000m	215	4	fonctionnel	oui	7	route departementa	non
non	trestrouble	100	100-150	0-25%	0	51-75%	25%	0	>1000m	215	2	absence	oui	4	route departementa	non
non	trestrouble	46	50-100	76-100%	0-25%	0	25%	0	<500m	439	2	fonctionnel	non	4	chemin	non

Annexe 16 : Extrait du tableau utilisé pour l'ACM – reproduction

Reproduction	Turbidite	Superficie	Profondeur	Hydrophytes	Helophytes	Fermeture ligneux	Pentes	Algues	dPS	dpiecedeau	Nbpiecedeau	Corridor	Pietinement	Richesse sp	Axe routier (250m)	Poissons
non	trestrouble	intermediaire	intermediaire	clairseme	clairseme	faible	intermediaire	nul	faible	faible	nombreuses	absence	fort	Moyenne	ecrasfort	absence
non	trestrouble	intermediaire	intermediaire	clairseme	clairseme	faible	intermediaire	eleve	moyenne	faible	nombreuses	fonctionnel	fort	Moyenne	ecrasfort	absence
oui	trestrouble	intermediaire	intermediaire	clairseme	absence	faible	totalite	nul	forte	forte	nul	fonctionnel	fort	Moyenne	ecrasfaible	presence
oui	trouble	intermediaire	peuprofond	abondant	clairseme	nul	intermediaire	moyen	faible	faible	nombreuses	fonctionnel	nul	Moyenne	ecrasfaible	absence
oui	trouble	grand	intermediaire	abondant	clairseme	faible	intermediaire	moyen	faible	faible	nombreuses	altere	nul	Elevee	ecrasfaible	absence
oui	trouble	grand	intermediaire	abondant	abondant	faible	intermediaire	faible	faible	faible	nombreuses	altere	moyen	Elevee	ecrasfaible	absence
non	limpide	grand	profond	abondant	clairseme	faible	nul	faible	forte	faible	nombreuses	altere	nul	Elevee	ecrasfaible	absence
non	limpide	grand	profond	abondant	clairseme	moyen	intermediaire	nul	forte	faible	nombreuses	altere	nul	Elevee	ecrasfaible	absence
non	trestrouble	intermediaire	profond	abondant	clairseme	faible	intermediaire	nul	moyenne	moyenne	moyen	absence	nul	Elevee	ecrasfort	absence
non	trouble	grand	intermediaire	abondant	clairseme	nul	totalite	faible	moyenne	moyenne	moyen	absence	fort	Elevee	ecrasfort	absence
oui	limpide	grand	profond	abondant	clairseme	moyen	totalite	eleve	forte	forte	nul	fonctionnel	moyen	Elevee	ecrasfort	absence
oui	trouble	grand	profond	clairseme	clairseme	faible	intermediaire	faible	forte	faible	nombreuses	fonctionnel	nul	Elevee	ecrasfort	absence
non	trestrouble	grand	profond	clairseme	absence	eleve	intermediaire	nul	faible	faible	nombreuses	absence	nul	Elevee	ecrasfort	absence
non	trestrouble	intermediaire	intermediaire	abondant	clairseme	nul	intermediaire	nul	faible	moyenne	nombreuses	fonctionnel	nul	Elevee	ecrasfaible	absence

Annexe 17 : effectifs des tritons adultes au sein de chaque site selon leur sexe

Site	Nb mâles	Nb femelles
Chatsor1	0	1
Chatsor25	0	0
HamMoin1	0	0
Lep10	1	1
Lep12	1	3
Lep13	10	4
Lia2	0	0
Lia5	0	0
Lia23	0	0
Lia24	0	0
Lia27	1	0
Lia43	0	1
Lia44	0	0
Lia45	0	0
Lia47	0	0
Marl17	0	0
Marl23	1	0
Marl24	0	0
Marl25	3	2
Marl3	0	0
Marl4	5	1
Marl9	0	2
M-B16	12	6
M-B1	1	1
M-B2	2	2
M-B20	1	3
M-B21	12	9
M-B28	4	4
M-B31	0	0
M-B34	1	2
M-B40	8	3
M-B41	3	0
M-B42	6	9
M-B48	2	1
M-B59	12	5
M-B8	2	2
M-B9	0	0
Sor17	0	0
Sor19	0	0
Sor22	2	2
Sor28	0	0
Sor4	0	0
Sor 5	13	1
Sor8	0	0
Lo-Bo1	0	6
TOTAL	103	71

Groupe	Nb male	Nb femelle	Total
Groupe 1	12	11	23
Groupe 2	19	13	32
Groupe 3	20	18	38
Groupe 4	14	6	20
Groupe 5	12	8	20
Groupe 6	0	6	6
Groupe 7	6	3	9
Groupe 8	0	1	1
Groupe 9	4	2	6
Groupe 10	16	3	19

Annexe 18 : Occurrence et reproduction du Triton crêté dans les mares inventoriées en 2023

Site	Occurrence adultes	Reproduction
Chatsor25	absence	non
MB40	présence	non
M-B41	présence	oui
M-B42	présence	oui
Lep10	présence	oui
Lep12	présence	oui
Lep13	présence	oui
Lia2	absence	non
Lia5	absence	non
Lia27	présence	oui
Lo-bo1	présence	oui
Lia23	absence	non
Lia24	absence	non
Lia43	présence	oui
Lia44	absence	non
Lia45	absence	non
Lia47	absence	oui
Marl4	présence	oui
Marl9	présence	oui
Marl17	absence	non
Marl23	présence	non
Marl24	absence	non
Marl25	présence	oui
Marl3	absence	non
Chatsor1	présence	non
M-B8	présence	non
M-B9	absence	non
M-B16	présence	non
M-B34	présence	oui
Sor19	absence	non
Sor22	présence	oui
M-B20	présence	oui
M-B21	présence	oui
M-B28	présence	oui
M-B31	absence	non
M-B48	présence	oui
M-B59	présence	oui
Sor17	absence	non
Sor28	absence	non
Sor4	absence	oui
Sor5	présence	non
Sor8	absence	oui
HamMoin1	absence	oui
M-B2	présence	oui
M-B1	présence	oui

Annexe 19 : Liste non exhaustive des espèces végétales retrouvées lors de la caractérisation des mares

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Type de végétation
Renoncule aquatique	<i>Ranunculus aquatilis</i>	Hydrophyte
Glycérie flottante	<i>Glyceria fluitans</i>	Hydrophyte
Callitriches	<i>Callitriche sp.</i>	Hydrophyte
Potamot nageant	<i>Potamogeton natans</i>	Hydrophyte
Potamot crépu	<i>Potamogeton crispus</i>	Hydrophyte
Lentilles d'eau	<i>Lemna sp.</i>	Hydrophyte
Véronique des ruisseaux	<i>Veronica beccabunga</i>	Hydrophyte
Menthe aquatique	<i>Mentha aquatica</i>	Hydrophyte
Epilobes	<i>Epilobium sp.</i>	Hydrophyte
Cresson des fontaines	<i>Nasturtium officinale</i>	Hydrophyte
Prêles	<i>Equisetum sp.</i>	Hélophyte
Iris des marais	<i>Iris pseudacorus</i>	Hélophyte
Baldingère faux roseau	<i>Phalaris arundinacea</i>	Hélophyte
Massette à larges feuilles	<i>Typha latifolia</i>	Hélophyte
Laiche en ampoules	<i>Carex rostrata</i>	Hélophyte
Laiches	<i>Carex sp.</i>	Hélophyte
Scirpe des bois	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Hélophyte

Interview semi-structurée

ESPECE

- ✓ Connaissez-vous le Triton crêté ? Son degré de protection ?
- ✓ Saviez-vous que cette espèce était/est présente dans votre mare ? (exploitant concerné)
- ✓ Que pensez-vous de la présence de cette espèce dans la mare ?

MARE

- ✓ Connaissez-vous l'âge de la mare ? Êtes-vous l'auteur de sa création ?
- ✓ Avez-vous des projets concernant la mare ? (travaux de restauration, curage, réouverture, etc...)
- ✓ Comment est-elle alimentée ?
- ✓ Quelle est sa temporalité (temporaire ou permanente) ? Est-ce que ça a toujours été le cas ?

PRATIQUES AGRICOLES

- ✓ Quelle utilisation faites-vous de la mare ?
 - Si abreuvoir, il y-a-t-il une pompe à museau ?
 - Si non, seriez-vous prêt à en mettre une en place ?
 - Si non, pourquoi ?
- ✓ Cette utilisation a-t-elle toujours été la même (toujours abreuvoir ou abandon quelques années, etc...) ?
- ✓ La parcelle est-elle pâturée, fauchée, les deux ?
 - Si oui, à quelle fréquence ? Depuis combien de temps ?

GESTION

- ✓ Que pensez-vous de la plantation d'une haie à proximité de la pièce d'eau ?
 - Est-ce que cela peut être une contrainte dans votre pratique agricole ?
 - Si oui, parler du bénéfice des haies en termes de nourrissage pour le bétail*
- ✓ Seriez-vous prêt à être accompagné(e) dans la restauration/l'entretien de la mare pour favoriser la biodiversité et notamment celle du TC ?
- ✓ **Si la mare n'est pas mise en défens** : seriez-vous prêt à la mettre en défens pour éviter un piétinement trop important ?
- ✓ La création d'une nouvelle mare serait-elle envisageable ? (Parler éventuellement des aides/TVB)

AUTRE

- ✓ Avez-vous connaissance des dispositifs d'aides financières existants pour « l'équipement de la mare » (pompe à museau, mise en défens, etc...) ?
- ✓ Avez-vous connaissance des dispositifs d'aides financières existants pour la création/restauration de mares ?
- ✓ Avez-vous connaissance des dispositifs d'aides financières existants pour la plantation de haies ?

ENTRETIEN DES MARES

OBJECTIF

Eviter l'atterrissement des mares en bon état de conservation pour maintenir la biodiversité associée à cet habitat ainsi que les populations de Triton crêté.

CADRE DE L'ACTION

RÉSULTATS ATTENDUS

- à court terme : maintien de l'état de conservation des mares à un stade "bon état de conservation"
- à long terme : amélioration de l'état de conservation des mares

MARES CONCERNÉES

- Secteur 1 : M-B9/MB-16/Sor4/M-B1/M-B59/M-B42/Sor22
- Secteur 2 : Lep10/lia2/Lia44/Mar123

DESCRIPTION DE L'ACTION

1. Modalités techniques de mise en œuvre

La plupart des mares agricoles sont d'origine anthropique et sont considérées comme un milieu transitoire. Elles ont donc besoin d'une surveillance régulière et d'interventions ponctuelles pour rester dans un bon état de conservation et accueillantes pour la faune dont le T. crêté.

Gestion de la végétation aquatique

- Un **écrémage** annuel est nécessaire pour permettre une bonne oxygénation de la mare et maintenir un équilibre de cet écosystème. L'expansion des lentilles d'eau est alors limitée en agissant régulièrement (1 fois par an). Seule une partie de cette végétation aquatique flottante est supprimée (2/3 au maximum).
- ⚠ Attention : cette végétation abrite de nombreux organismes. Pour ne pas leur porter atteinte, il suffit de laisser les végétaux retirés de la mare durant une journée ou deux au niveau des berges avant de les exporter réellement. Ainsi, la microfaune aura le temps de retourner à l'eau.
- Le **ratelage** permet de retirer les algues filamenteuses avec un râteau. Il faut cependant veiller à ne pas arracher les autres plantes. Ce travail est réalisé occasionnellement en automne et seul les **2/3 des algues** doivent être retirées.
- ⚠ Attention : hors de l'eau, le réseau formé par les algues devient un véritable piège pour les organismes s'y trouvant. Il convient alors de "laver" les algues dans un récipient afin de récolter les organismes et ainsi de pouvoir les relâcher par la suite.
- Un **faucardage** est nécessaire environ **tous les deux ans** pour éviter la fermeture naturelle de la mare. Une fauche des végétaux de la berge à **10 cm au-dessus de la surface de l'eau** permet de supprimer les parties fanées en fin de saison, d'évacuer les substances polluantes stockées, de limiter l'apport de matière organiques et de rajeunir le peuplement végétal. Ce travail est à réaliser une fois par an ou une fois tous les deux ans selon l'évolution de la végétation, sur seulement les **2/3 de la mare**.

Gestion de la végétation ligneuse

Un **élagage** est nécessaire si les arbres et arbustes situés à proximité de la mare deviennent trop envahissants et ombragent le plan d'eau à plus de 1/3 de sa surface. Les branches coupées peuvent être laissées à proximité de la mare : elles servent d'abris naturel pour la faune de cet écosystème.

2. Conditions particulières d'exécution

- La période de travaux doit se tenir en dehors de la période de reproduction de la faune (avifaune, herpétofaune, etc..), à savoir entre octobre et janvier.
- Les interventions douces sont à privilégier en réalisant les travaux en plusieurs fois et/ou seulement sur une partie de la mare.

ACTEURS CONCERNÉS

- Propriétaires et exploitants agricoles
- Collectivités

PARTENAIRES ET STRUCTURES RESSOURCES

- PNRA
- Association ReNard : structure animatrice du PRAM
- Agences de l'eau

INDICATEURS DE SUIVI ET D'EVALUATION DE L'ACTION

à court terme : nombre d'exploitants accompagnés et sensibilisés à la démarche
à long terme : nombre de mares entretenues

RESTAURATION DES MARES

OBJECTIF

Améliorer l'état de conservation des mares et les rendre plus accueillantes pour la faune et notamment pour le Triton crêté.

CADRE DE L'ACTION

RÉSULTATS ATTENDUS

- à court terme : maintien des mares
- à long terme : amélioration de l'état de conservation des mares

MARES CONCERNÉES

- Secteur 1 : Ham-Moin-1/Chatsor1/ChatSor25/Sor17/MB-40/MB-8
- Secteur 2 :LoBo1/Lia23/Lia24/Lia47/Malr4/Marl9/Lep10

DESCRIPTION DE L'ACTION

1. Modalités techniques de mise en œuvre

Réouverture

Si la mare est trop envahie par les ligneux, il convient de l'éclaircir. Il est nécessaire de supprimer certains ligneux pour éviter une fermeture de la mare et permettre un bon ensoleillement sur au moins 2/3 de la surface de la mare. En revanche, il n'est pas nécessaire d'enlever la totalité des ligneux présents ; une petite zone d'ombre (1/3 de la surface de la mare) est appréciable pour garder une zone de fraîcheur en période estivale, et pour ralentir l'évaporation lors des fortes chaleurs.

La période d'intervention doit être préférentiellement en période hivernale, ou à partir de la mi-septembre.

Curage

L'envasement d'une mare est un phénomène naturel. La couche de vase peut atteindre une épaisseur importante et peut provoquer à terme un comblement de la pièce d'eau. Il convient alors de procéder à un curage de la mare.

Pour éviter un changement trop brutal de l'écosystème, le curage ne doit concerner qu'une partie de la mare. **Seulement 1/3 ou la moitié de la surface de la mare doivent être curés à la fois**, afin de laisser une zone de refuge à la faune y vivant. Le curage de la totalité de la mare s'étale donc sur plusieurs années.

La fin de l'été est préconisée pour réaliser les curages.

⚠ Attention : les boues de curage doivent être déposées à une certaine distance de la berge pour éviter qu'elles ne retombent dans la mare. Elles peuvent être utilisées pour enrichir le sol, à condition qu'elles ne contiennent pas de polluants.

Reprofilage

Les mares avec des berges aux pentes trop abruptes sont de véritables pièges pour la faune qui ne peut plus sortir de celle-ci. De plus, la végétation peine à s'y installer. Ainsi, il est nécessaire de reprofiler ces pentes à 20° ou 30° maximum.

Pour fixer ces pentes, la végétation doit recoloniser rapidement les berges. Il est donc conseillé de laisser une petite épaisseur de vase (10 cm), véritable banque de graines, ce qui accélérera le processus de recolonisation.

Recreusage

En cas d'assèchement estival, il peut être nécessaire de recreuser la mare.

En effet, si la profondeur de la mare n'est plus suffisante (<0,8m), il est nécessaire d'augmenter la profondeur de celle-ci afin de compenser la perte d'eau par évaporation.

Ces travaux doivent avoir lieu en période automnale ou au début de l'hiver.

Mise en défens de la mare

Dans le cas où la mare est située dans une parcelle pâturée, impactant la végétation des berges et la qualité de l'eau, il est nécessaire de clôturer la mare. Cette mise en défens peut être totale ou partielle selon la mise en place ou non d'une pompe à museau.

2. Conditions particulières d'exécution

- La période de travaux doit se tenir en dehors de la période de reproduction de la faune (avifaune, herpétofaune, etc.), à savoir entre octobre et janvier.
- Les interventions douces sont à privilégier en réalisant les travaux en plusieurs fois et/ou seulement sur une partie de la mare.

ACTEURS CONCERNÉS

- Propriétaires et exploitants agricoles
- Collectivités

PARTENAIRES ET STRUCTURES RESSOURCES

- Chargée de missions TVB (PNRA)
- Association ReNard : structure animatrice du PRAM
- Agences de l'eau

INDICATEURS DE SUIVI ET D'EVALUATION DE L'ACTION

Nombre de mares restaurées

CRÉATION DE MARES

OBJECTIF

Améliorer et augmenter les réseaux de mares à l'échelle du PNR des Ardennes afin d'offrir des habitats favorables au T. crêté et ainsi assurer le maintien des populations voire améliorer leur état de conservation.

CADRE DE L'ACTION

RÉSULTATS ATTENDUS

- à court terme : augmenter le nombre de mares dans les réseaux existants
- à long terme : augmenter le nombre de réseaux de mares sur le PNRA

MARES CONCERNÉES

- Secteur 1 : HamMoin1/M-B1/M-B2
- Secteur 2 : Lia27/Lia23/Lia24/Lia47/Lo-Bo1

DESCRIPTION DE L'ACTION

1. Modalités techniques de mise en œuvre

Emplacement

L'objectif étant de créer des réseaux de mares utilisables par le Triton crêté, les mares ne doivent pas être à plus de 500m les unes des autres. De plus, il faut veiller à ne pas être trop éloigné d'un site d'hivernage (<1000m).

Pour choisir le meilleur emplacement d'une mare il est nécessaire d'analyser le contexte général, à savoir :

- la topographie du milieu pour connaître le sens d'écoulement de l'eau : la mare doit être idéalement située à un **point bas** afin de récupérer l'eau de ruissellement (attention aux pollution !).
- la présence d'une résurgence ou d'une nappe souterraine peu profonde : sources naturelles qui permettent de maintenir la mare en eau.
- la pédologie pour connaître la composition du sol (imperméabilité) : les secteurs **argileux, argilo-limoneux ou argilo-marneux** naturellement peu perméables, voire imperméables sont à privilégier.
- la distance à un axe routier pour éviter l'écrasement lors des déplacements : la mare doit se situer **au minimum à 250m d'une zone d'écrasement fort** (route départementale, autoroute, voie ferrée).
- la présence de ligneux pour connaître le degré d'ensoleillement : il est conseillé d'**ombrager la mare sur 1/3 de sa surface au maximum**. En effet, un peu d'ombrage permet d'éviter une forte évaporation en été mais un bon ensoleillement est indispensable au développement biologique des organismes dont les larves d'amphibiens. Cependant, l'apport important de feuilles mortes en automne peut accélérer son atterrissement. De plus, une trop grande proportion de ligneux accélérerait l'atterrissement de la mare suite aux chutes de feuilles et de branches qui s'accumuleraient au fond de la pièce d'eau.

Forme

Il est conseillé de privilégier des **contours sinueux** qui permettront d'augmenter la surface des berges et d'offrir une diversité d'habitats pour la faune et la flore.

Superficie

Afin de répondre aux usages d'une mare en contexte agricole, de limiter l'eutrophisation et de favoriser au mieux la biodiversité, un **minimum de 50 -100 m²** est recommandé.

Profondeur

Une mare avec une **diversité de profondeurs** est à privilégier pour créer une hétérogénéité de niches écologiques. La création de paliers successifs est préconisée. De plus, **une zone profonde d'au moins 1m** est indispensable pour éviter un assèchement en été et offrir un refuge à la faune en période de gel. Cette zone profonde doit correspondre à au moins 10 à 15% de la mare. En revanche, au-delà de 2m la lumière n'arrive plus au fond de la mare.

Berges

Des **berges en pentes douces** (inférieures à 15° soit entre 20 et 25%) **sur au moins 1/3** de la de la mare faciliteront l'implantation naturelle de la végétation et la colonisation par la faune. De plus, les berges en pentes douces correspondent de préférence au berges orientées au Nord afin de bénéficier d'un bon ensoleillement.

Mise en défens de la mare

Une **mise en défens de la mare s'impose** si la mare est creusée dans une prairie pâturée afin que le bétail ne vienne pas dégrader les berges et souiller l'eau de ses déjections. Une clôture solide de type agricole (barbelés ou grillage ovine) est mise en place.

Si la mare est utilisée pour l'abreuvement du bétail, une pompe à mufle peut être installée avec une crépine fixée à un pieu dans la zone profonde de la mare. Une descente à l'eau empierrée peut également être aménagée.

2. Conditions particulières d'exécution

- La période de travaux n'est pas stricte même s'il est préférable d'éviter le printemps pour le dérangement de la faune occasionné ou les périodes de gel et les jours qui suivent d'importantes précipitations. Ainsi les mois d'automne sont à privilégier pour permettre le remplissage naturel des mares.
- Au besoin prévoir un accès spécifique pour les engins, temporairement protégé (dépôts de géotextile de protection par exemple). L'utilisation d'un matériel adapté aux sols permet de limiter le tassement : pelle mécanique sur chenille ou équipée de pneu basse pression.
- Toute réglementation afférente en vigueur doit être respectée, notamment loi sur l'eau.
- Lors du choix de l'emplacement, il est important de se renseigner sur une éventuelle présence d'espèces protégées, de une zone humide ou d'un site d'intérêt écologique ou patrimonial. En effet, il est important de consulter le Plan d'Occupation des Sols (ou le Plan Local d'Urbanisme) et le règlement sanitaire départemental.
- Toute introduction d'animaux ou de végétaux est à proscrire. Ils investiront la mare par eux-mêmes.
- L'introduction d'alevins ou de poissons adultes est également à proscrire.

ACTEURS CONCERNÉS

- Propriétaires et exploitants agricoles
- Collectivités

PARTENAIRES ET STRUCTURES RESSOURCES

- Chargée de missions TVB (PNRA)
- Association ReNard : structure animatrice du PRAM
- Agences de l'eau

INDICATEURS DE SUIVI ET D'EVALUATION DE L'ACTION

- à court terme : nombre de mares créées
- à long terme : nombre de mares colonisées par le Triton crêté

Autres annexes

(Non citées dans le texte)



MASTER 2 GESTION DE LA BIODIVERSITE

CAHIER DES CHARGES DU STAGE DE FIN D'ETUDES 2022-2023

Nom du stagiaire : GAYOUT
Mèl du stagiaire : aurore.gayout@gmail.com

Prénom du stagiaire : Aurore
N° portable du stagiaire : 06-44-22-63-81

Titre du stage : Gestion conservatoire du Triton crêté sur le territoire du Parc Naturel Régional des Ardennes : suivi des populations et propositions de gestion

Nom de la structure d'accueil : Parc Naturel Régional des Ardennes

Adresse postale de la structure d'accueil : RTE Sécheval – RD140 RTE de la Boutillette - 08150 RENWEZ

Nom et prénom du maître de stage : FOURDRAIN Valentin

Qualité du maître de stage : chargé de mission environnement

Mèl du maître de stage : valentin.fourdrain@parc-naturel-ardennes.fr
N° téléphone du maître de stage : 07-77-97-94-62

Dates de début et de fin du stage : Du 27 février 2023 au 27 août 2023

Problématique et objectifs généraux du stage : Le Parc souhaite améliorer sa connaissance de l'état de conservation de ses populations de Triton crêté, espèce emblématique, par une recherche exhaustive de l'espèce au sein d'un réseau de mares identifiées comme favorables, la proposition de mesures conservatoires et la mise en place d'un protocole standardisé de suivi pluriannuel des effectifs. Cette étude est nécessaire afin de décrire la répartition des populations, de proposer et hiérarchiser des mesures de gestion et suivre la dynamique de ces populations.

Missions précises :

- **Phase 1 :** Effectuer une recherche bibliographique sur l'espèce, les méthodologies de détection et de suivi.
- **Phase 2 :** Concevoir et mettre en œuvre un protocole de suivi de l'espèce depuis l'acquisition des données jusqu'à leur capitalisation et analyse. Une première étape consistera à réaliser les analyses adaptées pour comparer des données acquises en 2020 aux données qui seront acquises en 2023.
- **Phase 3 :** Concevoir et mettre en œuvre un protocole de suivis scientifiques des mares identifiées en 2020.
Il s'agira notamment de définir :
 - o le protocole (variables à mesurer, plan d'échantillonnage, planning prévisionnel...),
 - o la collecte des données,
 - o le stockage et l'analyse des données.

- **Phase 4 :** Rechercher et contacter les propriétaires et les acteurs en lien avec les mares qui seront prospectées.
- **Phase 5 :** Proposer et hiérarchiser des actions de gestion en lien avec les menaces observées. Mise en lien avec la TVB.

Idéalement, une réunion de lancement puis une réunion de restitution des résultats du stage auprès des acteurs et propriétaires concernés devraient être prévues.

Calendrier prévisionnel du déroulement du stage : début du terrain à partir du mois de mars jusque début fin juin début juillet, phasé selon le protocole POP amphibien

Délivrables à fournir à la structure : Rapport d'étude avec résultats des analyses statistiques et cartographie.

Compétences requises :

- Connaissances en herpétologie,
- Expérience dans la mise en place de protocoles scientifiques,
- Gestion des espaces naturels,
- Logiciels de traitement cartographique Q-GIS,
- Rigueur scientifique,
- Autonomie,
- Esprit de synthèse et d'analyse,
- Facilités relationnelles.

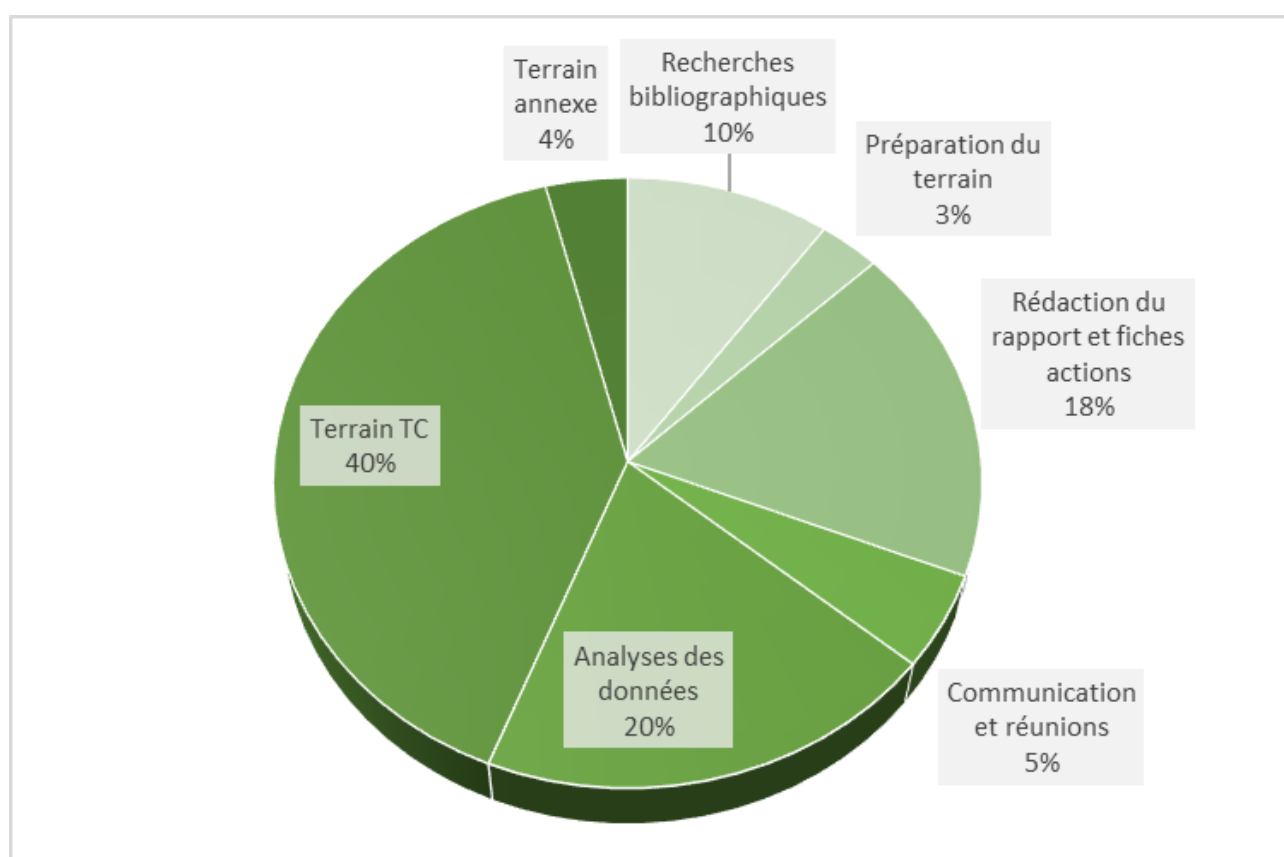
Travail avec une/des espèces protégées ou en espace protégé : OUI

Si oui, la structure d'accueil dispose t'elle des autorisations administratives nécessaires à la bonne réalisation du travail envisagé, notamment pour la capture temporaire/la détention/le transport/l'équipement d'espèces protégées, la récolte d'échantillons/de données en parc national...) ? OUI.

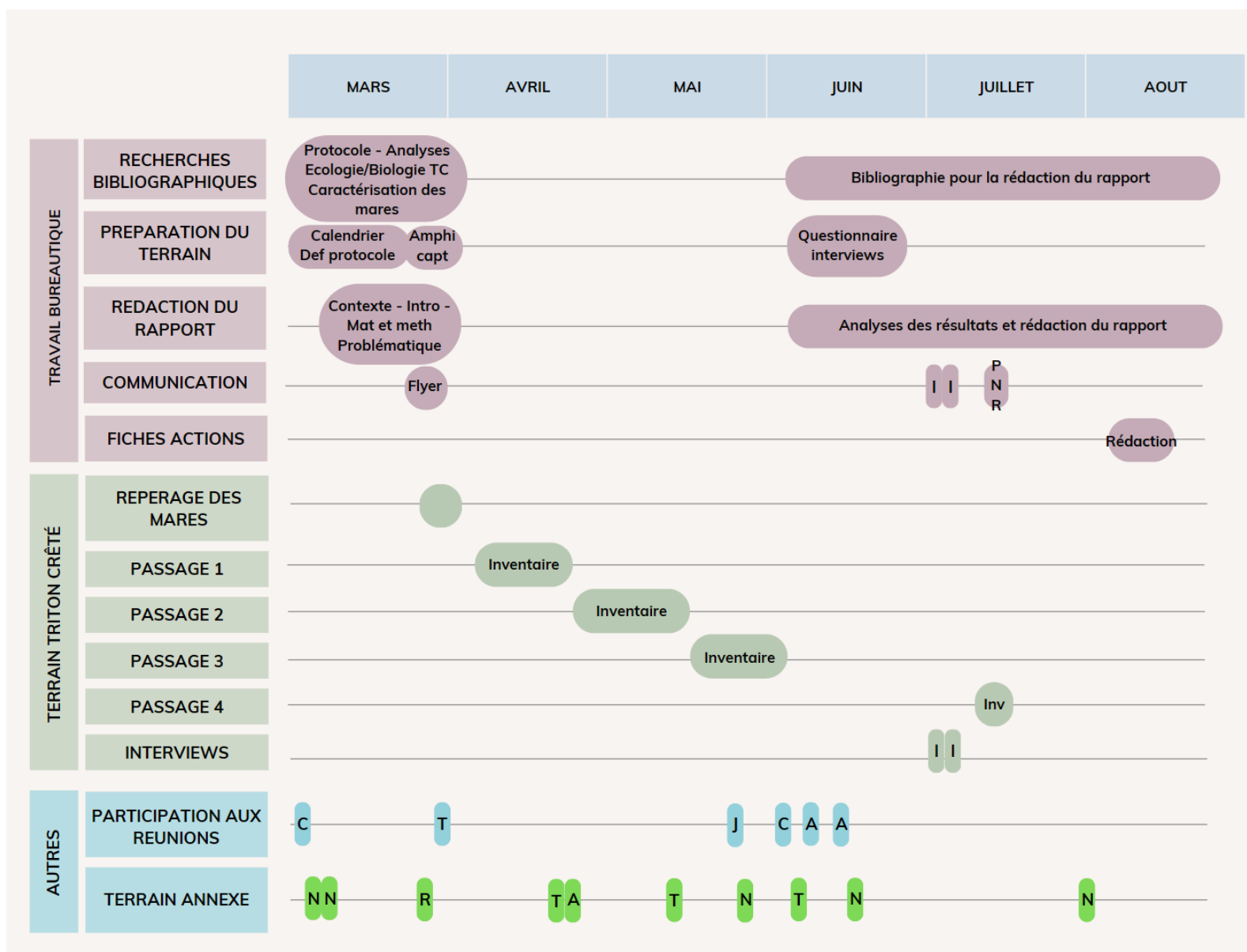
Conditions de travail particulières (rayer les mentions inutiles) :

Travail en situation de travailleur isolé : La situation de travailleur isolée est à proscrire.
 Travail de nuit : OUI (ponctuel) Majoration de la gratification pour le travail de nuit : NON
 Travail le weekend : OUI (ponctuel)
 Travail éloigné du lieu de rattachement (>2h de route) : NON
 Travail à proximité directe de milieux aquatiques : OUI Si oui quel type : mares, ornières, fossés
 Travail en milieux de montagne : NON
 Travail en zone et période de chasse : NON
 Travail en milieux méditerranéen soumis à un risque incendie estival : NON.
 Travail dans la zone d'influence d'un barrage hydro-électrique : NON.
 Travail sur terrain militaire : NON.
 Travail en carrière, sur un chantier en cours : NON
 Travail à l'étranger : NON
 Travail en forêt tropicale : NON
 Travail sous-terrain : NON
 Travail à bord d'une embarcation : NON.
 Travail de Pêche électrique : NON
 Travail sub-aquatique : NON
 Travail en milieu souterrain : NON

Annexe 2' : « Pie chart » présentant les missions réalisées et leur proportion relative



Annexe 3' : Diagramme de GANT présentant les activités réalisées au cours du stage, leur proportion relative et leur chronologie



PNR : Présentation du stage et des résultats à l'équipe du Parc
I : Préparation des interviews

I : Interview des éleveurs

C : Commission pôle environnement
J : Journée de lancement de la charte
A : Ateliers de concertation/charte
T : COPIL Trames verte et bleue

N : Natura 2000
R : RNR de Bois-en-Val
T : Trames verte et bleue
A : Association naturaliste ReNard

Annexe 4' : Bilan personnel du stage

Ce stage de fin d'études au sein du Parc Naturel Régional des Ardennes m'a permis de travailler dans un environnement dédié à la préservation de la biodiversité et à la promotion du patrimoine local. Les différentes missions que j'ai réalisées ont contribué à développer mes compétences et m'ont amené à acquérir des connaissances spécifiques dans divers domaines :

- **Conservation et gestion :**

La veille environnementale menée par le Parc a permis de réaliser cette étude sur la conservation du Triton crêté. J'ai ainsi pu contribuer concrètement aux initiatives de préservation de la biodiversité et de restauration écologique menées par le Parc.

Etant passionnée d'herpétologie et par la biodiversité, ce stage a nourri durant ces quelques mois, mon besoin d'expériences de terrain en lien avec le vivant, dans un territoire inconnu auparavant, m'offrant l'opportunité de découvrir de nouveaux milieux avec une faune et une flore locales.

En plus du terrain lié à l'étude du triton, j'ai pu participer à des activités de suivi des espèces via les actions menées par les différents chargés de missions de l'équipe du Parc. Cette situation a facilité la rencontre et l'échange avec des acteurs locaux travaillant dans la protection de l'environnement, telles que des chargés de missions naturalistes de l'association ReNard ou encore une chargée de missions herpétologue employée au Conservatoire d'Espaces Naturels de Champagne-Ardenne.

- **Communication et Sensibilisation :**

Les rencontres et les différents échanges avec les éleveurs ont été très enrichissants, et m'ont permis de comprendre leurs préoccupations et leurs perceptions de la biodiversité et des milieux. Ces échanges m'ont permis de mieux appréhender les attentes des acteurs locaux et ainsi de préconiser des mesures de gestion répondant tant aux besoins écologiques des espèces, qu'aux exigences du travail d'éleveur. Ainsi, cette partie du stage m'a enseigné la nécessité de mettre en œuvre une démarche participative afin que les différents partenaires s'expriment sur les enjeux et se sentent impliqués dans le projet de préservation d'une espèce qui partage le même territoire ; c'est en usant de pédagogie et en réalisant des compromis constructifs que le projet de préservation du Triton crêté a pu avancer.

Dans ces missions de sensibilisation du public, j'ai également pu réaliser un flyer destiné aux éleveurs, afin qu'ils apprennent à connaître le Triton crêté et ses exigences écologiques, mais aussi qu'ils prennent conscience de son degré de protection à l'échelle nationale.

En outre, j'ai participé à des événements éducatifs ainsi qu'à des activités de sensibilisation destinées au grand public ; cela correspond notamment à des animations scolaires au sein de la Réserve de Bois en Val, et à des animations grand public animées par les chargés de missions Natura 2000 du PNRA.

- **Travail en Équipe et Coordination :**

Cette expérience au Parc m'a montré à quel point la collaboration au sein d'une équipe est essentielle pour mener à bien des projets de conservation et de développement durable. J'ai participé à des réunions de coordination, à des activités de terrain et à des projets communs qui m'ont enseigné l'importance de la coopération.

J'ai également pu travailler en concertation avec la chargée de missions TVB, puisque c'est dans le cadre de ses missions que les projets d'entretien, de restauration ou de création de mares auront lieu.

En conclusion, ce stage au Parc Naturel Régional des Ardennes m'a permis de développer une réelle autonomie dans l'élaboration de projet et dans la réalisation d'étude scientifique. La concertation avec les acteurs locaux, qu'ils soient éleveurs ou élus, m'a permis de prendre conscience des compromis qu'il est nécessaire de réaliser pour atteindre un objectif commun, ce qui me sera très utile pour les missions de mon futur poste de chargée de missions Natura 2000 au sein d'une collectivité territoriale.

RESUME/ABSTRACT

Résumé :

Le Triton crêté (*Triturus cristatus*) est une espèce d'urodèle classée comme quasi-menacée sur la liste rouge des reptiles et amphibiens de France métropolitaine. Ce triton dont l'aire de répartition s'étend sur une large partie nord du territoire, est présent au niveau du Grand Est, et en particulier dans les Ardennes où il est là aussi classé comme espèce quasi-menacée. Ainsi, afin d'améliorer l'état de conservation des populations ardennaises de cette espèce, l'étude présente consistait à réaliser un inventaire d'un réseau de mares déjà étudié en 2020. L'objectif était de connaître l'évolution des populations étudiées, mais aussi de déterminer quelles métriques paysagères des sites de reproduction et des habitats terrestres influencent la présence et la reproduction du triton. Un protocole de capture-marquage-recapture a été mis en place pour estimer la taille des populations et mettre en évidence les réseaux de mares nécessaires aux tritons. Il semblerait qu'il existe une relation significative entre le nombre de mares présentes dans un rayon de 500m et la présence du triton, mettant en avant une dynamique en métapopulation. Ainsi, des mesures de gestion sont proposées pour améliorer en ce sens les continuités entre les réseaux de mares, permettant d'optimiser le mode de vie en métapopulation.

Dans cette étude, la plupart des mares bocagères se trouvant situées au sein de parcelles pâturées, leurs berges se voient fortement piétinées, nuisant à la qualité de l'eau et à la végétation aquatique.

Ainsi des propositions de restauration de mares, voire de création de pièces d'eau sont aussi explicitées et déclinées sous forme de fiches actions permettant d'orienter de futurs travaux réalisables dans le cadre de la restauration de la Trame Verte et Bleue (TVB) sur le territoire du Parc Naturel Régional des Ardennes.

Mots clés : capture-marquage-recapture ; mares bocagères ; occurrence ; mesures de gestion

Abstract:

The great crested newt (*Triturus cristatus*) is a species of urodele classified as near-threatened on the red list of reptiles and amphibians in mainland France. This newt, whose area of distribution extends over a large part of northern France, is present in the Grand Est region, particularly in the Ardennes, where it is also classified as a near-threatened species. So, in order to improve the conservation status of the Ardennes populations of this species, the current study consisted of produce an inventory of a network of ponds already studied in 2020. The aim was to find out how the populations studied were evolving, but also to determine which landscape metrics for breeding sites and terrestrial habitats influence the presence and reproduction of the newt. A capture-marking-recapture protocol was used to estimate the size of the populations and highlight the networks of pools required by the newts. It would appear that there is a significant relationship between the number of pools present within a 500m radius and the presence of the newt, highlighting a metapopulation dynamic. So, management measures are therefore proposed to improve continuity between networks of pools, enable optimising the metapopulation lifestyle.

In this study, most of the bocage ponds are located within grazed plots, so their banks are heavily trampled, damaging the quality of the water and the aquatic vegetation.

Proposals for the restoration of ponds, and even the creation of stretch of water, are also explained and set out in the form of action sheets to guide future work that can be carried out as part of the restoration of the green and blue network in the Ardennes Regional Natural Park.

Key words: capture-marking-recapture ; bocage ponds ; occurrence ; management measures