



Master pro 2<sup>ème</sup> année  
Espace Rural et Environnement  
Centre des Sciences de la Terre  
Université de Bourgogne  
6, boulevard Gabriel - 21000 DIJON

Ligue pour la Protection des Oiseaux  
8, rue Adèle Riton  
67000 STRASBOURG

# **Le Cincle plongeur *Cinclus cinclus* du massif vosgien (Alsace 67)**

Bilan du programme de suivi  
et programme d'études

Mémoire de stage

**MARICHY Raoul**  
Promotion 2006 - 2007

Sous la direction de :  
Braun Christian, directeur de la LPO  
Faire Bruno, enseignant - chercheur à l'université de Bourgogne



Rendu le 04/09./2007

# **REMERCIEMENTS**

Tout d'abord, je tiens à remercier Mr. Robert FOHR pour son temps passé à mes côtés sur le terrain et pour avoir partagé sa passion pour cet oiseau ainsi que ses connaissances. Ce travail n'aurait pu être mené sans les nombreuses heures qu'il a passé dans les rivières alsaciennes à rechercher le Cincle. Merci également à Pierre MATZKE pour son implication dans ce programme et pour m'avoir autorisé à utiliser ses photographies.

Je veux exprimer ma reconnaissance à toute l'équipe de la LPO Alsace qui m'a chaleureusement accueilli en Alsace. Je remercie Mr. Christian BRAUN pour m'avoir accordé sa confiance dans la réalisation de cette étude. La relecture et correction du présent document a également été faite par l'équipe de la LPO : je les en remercie.

Je tiens également à exprimer toute ma gratitude à Yves MULLER (président de la LPO Alsace) pour son travail de bibliographie et de relecture du présent document mais aussi Jean-Marc BRONNER (vice-président de la LPO Alsace) pour son travail de recherche de données météo.

Les autres salariés, stagiaires et bénévoles de la LPO Alsace ne sont également pas en reste pour les remerciements ainsi que ceux des autres associations (GEPMA, Bufo, Alsace Nature et Imago) rencontrés tout au long de ce stage.

Merci à eux pour ces bons moments passés à observer les milans royaux et pie-grièches ; à rechercher le calamite et autres amphibiens ; à capturer les chauves-souris dans les forêts d'Alsace Bossue pour finir la soirée au coin d'un feu ; à transférer les oiseaux blessés au centre de soins...

Je suis particulièrement reconnaissant envers Mr. Bruno FAIVRE (Maitre de conférence à l'Université de Bourgogne) d'avoir accepté d'être mon tuteur de stage et de m'avoir guidé dans ma réflexion pour l'élaboration de cette étude.

Le travail présenté dans ce mémoire a été financé par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse. Je remercie Mlle Lemoine Marie de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse pour m'avoir guidé dans la recherche de données de qualité de l'eau et pour m'avoir apporté son avis sur ce présent document.

Merci également à tous ceux (famille, amis et anonymes croisés tout au long de ce stage) que je ne peux nommer ici mais qui m'ont aidé et encouragé, de près ou de loin. Je les en remercie vivement.

*Que toutes les personnes que je n'aurai cité personnellement m'en excuse. Mes remerciements leurs sont également adressés.*



## PRESENTATION LPO



### La Ligue pour la Protection des Oiseaux

La Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO), association née en 1912, se compose de délégations, groupes, relais et antennes réunis autour d'une association nationale reconnue d'utilité publique depuis 1986, comptant à ce jour plus de 38 288 membres. La LPO est le représentant officiel de BirdLife International en France depuis 1993. BirdLife International est un mouvement mondial de conservation de la nature et des oiseaux, dont la sphère d'action s'étend de l'action locale jusqu'au niveau de la politique internationale.

La Ligue pour la Protection des Oiseaux a pour but "la protection des oiseaux et des écosystèmes dont ils dépendent et, en particulier, la faune et la flore qui y sont associées", et plus globalement la biodiversité. Les orientations 2006-2010 de la LPO participent à la stratégie de conservation des oiseaux et de leurs milieux qu'anime BirdLife International au niveau européen et mondial.

### LPO - Délégation Alsace

#### **Présentation**

La Ligue pour la Protection des Oiseaux – Délégation Alsace, appelée communément « LPO Alsace », a pour missions la protection et la sauvegarde des oiseaux, celles des milieux dont ils dépendent et la sensibilisation du public. Son siège est à Strasbourg. Forte de près de 2000 membres et d'une dizaine de salariés, la LPO Alsace est une association régie par la loi de 1924.

Créée en 1957, elle est d'abord restreinte au seul département du Haut-Rhin (Ligue haut-rhinoise pour la Protection des Oiseaux), puis elle s'étend à l'ensemble de l'Alsace en 1985 (Ligue d'Alsace pour la Protection des Oiseaux). Elle prend sa forme actuelle de délégation de la LPO France en mars 1995, après fusion avec deux autres associations régionales consacrées à l'étude et à la protection des oiseaux (le Centre d'Etudes Ornithologiques d'Alsace, CEOA, créé en 1972, d'une part, et le Fonds d'Intervention pour les Rapaces - Section Alsace, FIR Alsace, créé en 1977, d'autre part).

La LPO Alsace a cependant conservé des statuts propres qui lui confèrent une large autonomie. Elle a également gardé sa reconnaissance d'utilité publique, accordée en 1987.

#### **Un réseau associatif**

La LPO Alsace est par ailleurs membre d'Alsace Nature, la fédération régionale des associations de protection de la nature, elle-même membre de France Nature Environnement, la fédération nationale des associations de protection de la nature. Elle est également adhérente à l'ARIENA, Association Régionale pour l'Initiation à l'Environnement et à la Nature en Alsace, ainsi qu'à ODONAT, Office des Données NATuralistes d'Alsace.

#### **Fonctionnement**

La LPO - Alsace, dont le président est Yves Muller réalise des actions avec ses membres, ses abonnés, ses donateurs, ses sympathisants et avec la contribution active de bénévoles. Ce réseau de femmes et d'hommes se structure autour de l'association nationale, de la délégation Alsace, groupes, relais, sites et antennes. Toutes ces personnes sont les acteurs de la vie associative de la LPO. Les

bénévoles se répartissent selon leurs centres d'intérêt en groupes thématiques (groupe scientifique, centre de soins, station ornithologique de Kembs, groupe chevêche...), départementaux (groupes Bas-Rhin et Haut-Rhin) ou locaux (groupe Saint-Amarin, groupe des jeunes de Nambenheim).

Par exemple, le groupe scientifique de la LPO Alsace, constitué d'un réseau d'observateurs bénévoles, réalise des enquêtes ornithologiques régionales et participe aux enquêtes nationales, dans le but de mieux connaître le statut de certaines espèces ou de certains sites.

Ces actions sont également coordonnées par une équipe salariée :

- Directeur : Christian Braun
- Secrétariat, comptabilité : Jessica Raichle
- Conservation / Inventaires scientifiques : Eric Buchel, Sébastien Didier, Laurent Waeffler
- Communication, Informatique, Vie associative : Nicolas Buhrel
- Animation : Marc Keller, Sophie Boithiot, Laurent Waeffler
- Programme tri-national "Vergers et biodiversité" : Bruce Ronchi
- Site Internet, gestion des données ornithologiques : Cathy Zell

### **La LPO Alsace, ses actions**

- assure la protection et le suivi d'espèces menacées,
- accueille et soigne les oiseaux en détresse dans son Centre de soins de Pfettisheim,
- agit en justice en se portant partie civile lors de la destruction d'espèces protégées,
- est le référent scientifique sur l'avifaune d'Alsace pour l'administration, les collectivités et d'autres associations de protection de la nature, notamment Alsace Nature et le Conservatoire des Sites Alsaciens
- est propriétaire de terrains à valeur ornithologique et botanique,
- s'investit dans la protection des milieux naturels en Alsace, grâce aux refuges LPO (plus de 380 hectares) et par un partenariat avec le Conservatoire des Sites Alsaciens,
- s'investit dans la désignation de ZPS au titre de la DO et dans l'élaboration de DOCOBS.
- est membre de nombreuses commissions officielles traitant de la gestion de la faune et de l'environnement (chasse, gravières, sites...).
- participe aux comités de gestion de différents espaces naturels protégés, qui totalisent plusieurs milliers d'hectares dans la région,

### **Financement**

Outre les cotisations et les dons de ses membres et les travaux d'études, le fonctionnement de la LPO Alsace est rendu possible par le soutien financier de ses partenaires publics et privés :

- L'UE, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, le CR d'Alsace, les CG du Bas-Rhin et du Haut-Rhin, la DIREN, la Communauté Urbaine de Strasbourg, les Communes de Sélestat et d'Illzach, le PNR des Ballons des Vosges
- Les partenaires privés, entre autres : LOHR, EDF, BANQUE POPULAIRE, CREDIT MUTUEL, la Chocolaterie ADAM de Herrlisheim et les fondations Nature et Découverte, Véolia, MAVA pour la Protection de la Nature

**Le Cincle plongeur *Cinclus cinclus* du massif vosgien**  
**(Alsace - 67)**

**Bilan du programme de suivi et programme d'étude**



Bronner J.M. - *Cinclus cinclus*

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>Partie I : APPROCHE DESCRIPTIVE ET ANALYTIQUE DE LA ZONE D'ETUDE</b>	<b>5</b>
<b>A - Informations générales, localisation et description sommaire de la zone d'étude</b>	<b>5</b>
<b>B - Environnement et patrimoine</b>	<b>5</b>
1 - Environnement	5
<b>a -Altitude</b>	<b>5</b>
<b>b -Climat</b>	<b>5</b>
<b>c - Hydrographie et qualité de l'eau</b>	<b>6</b>
2 - Approche socio-économique et influence sur le milieu aquatique	7
<b>PARTIE II : MATERIEL ET METHODE</b>	<b>10</b>
<b>A - Le Cincle plongeur <i>Cinclus cinclus</i> : description de l'espèce</b>	<b>10</b>
1 - Habitat et répartition	10
2 - Identification et comportement	10
3 - Alimentation	11
4 - Reproduction	11
5 - Statut	11
<b>B - Méthodologie pour l'étude de la population</b>	<b>11</b>
1 - Localisation des sites de nidification et suivi de la population	11
2 - Caractérisation de la population	12
<b>C - Analyses statistiques</b>	<b>13</b>
<b>PARTIE III : ETUDE D'UNE POPULATION DE CINCLE PLONGEUR <i>Cinclus cinclus</i> DANS LES VOSGES ALSACIENNES (67)</b>	<b>14</b>
<b>A - Répartition et densité</b>	<b>14</b>
<b>B - Evolution des effectifs de la population</b>	<b>16</b>
<b>C - Données morphométriques</b>	<b>19</b>
<b>D - Reproduction</b>	<b>20</b>
1 - Date de première ponte	21
2 - Date de seconde ponte	22
3 - Influence de l'altitude sur les dates de pontes	23
4 - Taux de secondes pontes	23
5 - Taille de pontes	23
6 - Taille des nichées à l'envol	24
<b>E - Mouvements d'individus au sein de la population</b>	<b>25</b>
1 - Mouvements hivernaux des adultes	25
2 - Dispersion	26
<b>PARTIE IV : PROPOSITION D'ETUDE ET PLAN DE TRAVAIL</b>	<b>27</b>
<b>A - Etude du lien entre qualité de l'environnement et présence du Cincle plongeur</b>	<b>27</b>

1 - Protocole global de l'étude	27
<b>a - Calendrier de travail</b>	<b>27</b>
<b>b - Approche spatiale : protocole d'étude</b>	<b>28</b>
<b>c - Approche temporelle, variations intra-annuelles : protocole d'étude</b>	<b>28</b>
2 - Protocole d'échantillonnage de terrain	28
<b>a - Informations générales</b>	<b>29</b>
<b>b - Météo</b>	<b>29</b>
<b>c - Paramètres physico-chimiques de l'eau</b>	<b>29</b>
<b>d - Échantillonnage des invertébrés benthiques</b>	<b>30</b>
<b>e - Caractéristiques de l'habitat et du milieu physique</b>	<b>30</b>
3 - Traitement des échantillons	31
4 - Analyse spatio-temporelle des peuplements de macro-invertébrés benthiques	31
<b>a - Structure faunistique des peuplements des macro-invertébrés benthiques</b>	<b>32</b>
<b>b - Distribution de fréquences des notes d'affinités pour les différentes modalités d'un trait</b>	<b>33</b>
<b>c - Confrontation entre structure faunistique et organisation des traits biologiques et/ou écologiques de peuplements macrobenthiques</b>	<b>35</b>
5 - Analyse de l'habitat et de la distribution du Cincle plongeur	36
<b>B - Pose de nichoir et sensibilisation des acteurs</b>	<b>36</b>
 <i>CONCLUSION</i>	 <b>39</b>
 <i>APPROCHE CRITIQUE DE CE STAGE</i>	 <b>40</b>
 <i>BIBLIOGRAPHIE</i>	 <b>41</b>

# SOMMAIRE DES CARTES ET FIGURES

## Cartes :

<i>Carte 1 : Localisation de la zone d'étude</i>	4
<i>Carte 2 : Localisation et description de la zone d'étude</i>	9
<i>Carte 3 : Localisation des sites de nidification du Cincle plongeur <i>Cinclus cinclus</i></i>	15

## Figures :

<i>Figure 1 : Diagramme ombrothermique et données extrêmes de températures et précipitations sur la période 2000-2007</i>	6
<i>Figure 2 : Nom et longueur des cours d'eau prospectés</i>	6
<i>Figure 3 : Valeurs d'Indice Biologique Globale Normalisé, nombre de groupes indicateurs et variété taxonomique en 2004 pour différentes stations sur les cours d'eau de la zone d'étude. Evolution de ces indices sur la période 2000-2004.</i>	7
<i>Figure 4 : Carte des rejets de collectivités et industries</i>	8
<i>Figure 5 : Carte de répartition du Cincle plongeur en Europe</i>	10
<i>Figure 6 : Densité de couples sur les différents cours d'eau</i>	14
<i>Figure 7 : Evolution du nombre total de couples, du nombre de couples nicheurs et producteurs pour la période 2000-2007</i>	17
<i>Figure 8 : Evolution (2000-2007), moyenne et variance du nombre de couples nicheurs par rivière</i>	17
<i>Figure 9 : Données morphométriques du Cincle plongeur dans la zone d'étude</i>	20
<i>Figure 10 : Nombre de premières et secondes pontes constatées selon les années</i>	20
<i>Figure 11 : Répartition des pontes au cours de la saison de reproduction</i>	21
<i>Figure 12 : Corrélation entre paramètres climatiques et date moyenne de première ponte</i>	22
<i>Figure 13 : Influence de l'altitude sur les dates de premières et secondes pontes</i>	23
<i>Figure 14 : Influence des facteurs année et rivière sur les tailles moyennes de première et seconde pontes</i>	23
<i>Figure 15 : Influence de la température moyenne de la période hivernale (janvier à mars) sur la taille moyenne de ponte</i>	24
<i>Figure 16 : Comparaison des proportions de taux de réussites des nichées selon les pontes</i>	24
<i>Figure 17 : Influence des facteurs années et rivière sur le nombre de jeunes à l'envol</i>	24
<i>Figure 18 : Distances moyenne et variance des mouvements hivernaux pour la population et selon les sexes</i>	25
<i>Figure 19 : Distance moyenne et variance de dispersion pour la population et selon les sexes</i>	26
<i>Figure 20 : Paramètres couramment mesurés lors des analyses d'eau</i>	30
<i>Figure 21 : Code couleur utilisé suivant la valeur de l'IBGN</i>	33
<i>Figure 22 : Exemple simplifié d'utilisation des tableaux de traits pour le calcul</i>	34
<i>Figure 23 : Confrontation de la structure faunistique d'un ensemble de relevés avec l'organisation des traits biologiques de leurs peuplements. Démarche méthodologique</i>	35



# **INTRODUCTION**

L'eau est une ressource vitale pour l'humanité et nous devons nous préoccuper de sa gestion. Celle-ci fait l'objet de multiples usages tels l'irrigation pour l'agriculture, l'alimentation en eau potable ou l'utilisation de l'énergie hydro-électrique. Pendant longtemps, les hommes se sont peu préoccupés de leur milieu naturel, s'ingérant dans la nature et usant d'elle sans compter, rejetant largement effluents et déchets de toutes sortes. Les usages se sont d'ailleurs intensifiés et les volumes d'eau prélevés se sont considérablement accrus depuis le début du XX<sup>ème</sup> siècle. Mais cette accélération des prélèvements et des rejets cause une altération croissante à la fois sur les aspects quantitatifs et qualitatifs de la ressource. D'autant plus que le formidable essor démographique que va connaître notre planète dans les vingt-cinq prochaines années va nécessairement s'accompagner d'une explosion de la consommation de l'eau et de la dégradation de sa qualité.

L'eau, élément d'intérêt général, fait donc désormais l'objet d'un accord européen sur des principes communs de contrôle, d'évaluation et de gestion durable de la ressource fixés dans la Directive Cadre sur l'Eau (Directive 2000/60CE – DCE). Ce premier accord à l'échelle européenne fixe l'ensemble des conditions que doit respecter ce patrimoine commun et notamment l'objectif à atteindre d'ici 2015 : un « bon état écologique » pour toutes les masses d'eau avec obligation de résultats. Toutes les eaux de surfaces devront atteindre un bon état écologique et chimique et, pour les eaux souterraines, un bon état chimique ainsi qu'un bon état quantitatif. Ainsi, pour chaque district hydrographique ou bassin versant hydrographique, la DCE demande d'établir un état des lieux de la qualité de l'eau, un programme de surveillance, un programme de mesures et un plan de gestion afin de satisfaire à cet objectif fixé. Cela passe notamment par une évaluation globale des incidences des activités humaines et une étude des multiples utilisations de l'eau constituant autant de facteurs potentiels de dégradation de la qualité.

La législation française en matière d'eau était guidée par la loi n°64-1265 du 16 décembre 1964, complétée par la loi n°84-512 (loi pêche) du 29 juin 1984 et confortée par la loi n°92-3 (loi sur l'eau) du 3 janvier 1992. Ces textes ont inspiré l'Union Européenne pour fixer en 2000 le cadre de la politique communautaire de l'eau, la DCE. Mais devant cet « empilement » de textes parfois très anciens, la loi sur l'eau (n° 2006-1772) du 12 décembre 2006 a permis de remettre à plat les bases de la gestion de l'eau tout en confortant les grands principes et en optimisant l'action publique. Elle fixe également les principes pour atteindre l'objectif de bon état écologique des eaux en 2015 et ainsi respecter l'ensemble des directives européennes.

Mais avant ces derniers textes, les enjeux de la préservation de l'eau avaient déjà été perçus. C'est pourquoi certains bassins hydrographiques dont le bassin Rhin-Meuse ont lancé dès 1996 des études sur la qualité de l'eau suite à la réflexion lancée pour la réalisation d'un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (Comité de bassin, 1996). Ce premier état du milieu aquatique réalisé par l'agence de l'eau Rhin-Meuse en 1996 a permis de définir les grandes orientations pour la préservation de l'eau et de la ressource aquatique. Le premier bilan, insatisfaisant, démontrait une mauvaise santé des petits cours d'eau, un défaut d'entretien des berges et du lit, une raréfaction des zones humides ainsi que des problèmes de pollutions des eaux souterraines. Des objectifs ont donc été fixés afin de répondre aux enjeux déterminés pour cette ressource (Comité de bassin, 1996) :

- Préservation des eaux souterraines et des milieux aquatiques associés
- Restauration et mise en valeur du patrimoine eau
- Gestion quantitative
- Respect des exigences de santé publique

- Prise en compte de la gestion des eaux dans les projets d'aménagement de l'espace
- Gestion concertée

Dès 2001, une tendance globale à l'amélioration (AERM, 2001) de la qualité générale des cours d'eau est notée malgré certaines difficultés à reconquérir une eau de bonne qualité dans certains secteurs du fait de pollutions diffuses, notamment par les nitrates et autres produits phytosanitaires. L'évolution positive de la qualité des eaux se confirme même par la suite mais reste toutefois insuffisante (DIREN Alsace *et al.*, 2005). L'évaluation de la qualité physico-chimique montre qu'à peine plus de la moitié des points de mesures présentent une qualité bonne à très bonne pour les macro-polluants (pollution organique, azotée et phosphorée). L'évaluation biologique montre que trois quarts des stations françaises présentent une qualité moyenne à mauvaise. La qualité morphologique est également mauvaise ou très mauvaise sur la plus grande partie des cours d'eau sauf exceptions. Le Giessen, par exemple, est remarquable par la bonne qualité globale de son milieu physique, altéré toutefois localement dans les villages de moyenne montagne et au débouché dans la plaine de Sélestat (AERM & DIREN Alsace, 2004).

Les cours d'eau constituent un élément important du paysage alsacien et sont donc des milieux de vie pour de nombreuses espèces animales et végétales. L'ensemble des organismes vivants peuplant un habitat est l'expression synthétique des facteurs écologiques qui conditionnent le milieu. L'utilisation de variables biologiques et l'analyse de la composition faunistique se sont ainsi progressivement imposées comme moyen d'apprécier la qualité des eaux et des systèmes aquatiques, car elles présentent un certain nombre d'avantages et de complémentarités par rapport aux variables physico-chimiques. En raison du caractère intégrateur des organismes étudiés appelés indicateurs biologiques, elles permettent de diagnostiquer une pollution de l'eau ou une dégradation globale de l'habitat sans préjuger des causes de ces altérations. Elles visent à caractériser les perturbations par leurs effets et non par leurs causes. D'autre part, elles peuvent révéler une pollution ponctuelle, passée, au contraire d'une analyse trop tardive de l'eau, les populations aquatiques constituant une véritable mémoire.

Parmi les méthodes couramment utilisées, on peut citer l'Indice Biologique Global Normalisé (norme AFNOR, mars 2004) et plus récemment l'Indice Poissons Rivière (CSP, 2006). Ces techniques sont basées sur la sensibilité des organismes aquatiques à toutes pollutions, que celles-ci soient dues à des apports organiques excessifs (eutrophie) ou à des apports de substances chimiques toxiques non ou difficilement dégradables. D'autres espèces peuvent également être utilisées comme « indicateur biologique » comme les diatomées (IBD, normalisation en cours) ou les lichens.

Une espèce est dite indicatrice, lorsque sa présence dans un milieu quelconque indique ou témoigne de l'existence d'un facteur ou d'une donnée bien précise dans son habitat. La salinité, le pH, un certain degré de pollution ou la nature de cette pollution sont, entre autres, les facteurs qu'une espèce puisse indiquer dans son milieu. En outre, l'importance du facteur indiqué réside dans le fait qu'il échappe à l'observation et sa connaissance nécessite une recherche ou un effort supplémentaire tels que des analyses ou des mesures précises. L'espèce en question permet donc un « diagnostic » rapide et précieux du milieu pour pouvoir prendre une décision ou une orientation quelconque.

Le Cincle plongeur (*Cinclus cinclus*) est un hôte typique des rivières, et plus particulièrement des cours d'eau rapides coulant sur un lit de graviers ou de roc. Il se caractérise par une association complète et exclusive à ce type de milieux dont il dépend largement. En effet, son régime alimentaire est essentiellement constitué d'invertébrés aquatiques tels les nymphes et larves d'éphémères (Baetidae) ou trichoptères (Hydropsychidae) (Ormerod *et al.*, 1987). On admet donc communément que cet oiseau est un indicateur sur la qualité des milieux aquatiques de montagnes ou, au contraire, l'altération de l'eau. Cette espèce pourrait s'avérer être un indicateur plus puissant de la qualité d'un écosystème aquatique. Un indice « oiseau », tel qu'il semble se développer

actuellement, intègre davantage de composantes révélatrices des caractéristiques d'un milieu. La qualité physico-chimique, la qualité biologique et la qualité morphologique seraient révélées par la présence de l'oiseau. Mais un tel outil reste encore à développer notamment en précisant le lien entre la présence du Cincle et la qualité de l'eau.

Le livre rouge des oiseaux nicheurs d'Alsace (CEOA, 1989) ne mentionne pas le Cincle plongeur comme une espèce menacée. Mais les listes rouges de la nature menacée en Alsace (ODONAT, 2003) citent cet oiseau dans la catégorie des espèces à surveiller puisque son statut régional peut facilement (re)devenir défavorable. Ceci peut avoir diverses raisons que nous tenterons de préciser par la suite : dégradation de la qualité de l'eau et des ressources alimentaires disponibles, dégradation de l'habitat...

Il fut constaté, en Alsace et plus précisément sur les bassins versants périphériques au Champ du Feu, que des sites de reproduction avaient disparu suite à divers travaux d'aménagement sur les cours d'eau : endiguement des rivières et remplacement progressif des vieux ponts en pierre par des ponts en béton aux parois lisses. Ceci offre de moins en moins de conditions de vie favorables aux Cincles. S'ajoutent également les pollutions diverses des cours d'eau – d'origine anthropique ou non - réduisant ainsi la qualité de l'habitat de cet oiseau.

Dans les années 1994 à 1996, la LPO Alsace s'est inquiétée de la disparition d'un certain nombre de ces sites de nidification. Pour pallier à cette crise du logement, la LPO a mis en place, en partenariat avec le Conseil Général du Bas-Rhin et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, une centaine de sites de reproduction artificiels sur l'ensemble des versants du Champ du Feu. D'autres sites ont été équipés de nichoirs dans le Haut-Rhin. Cette pose de nichoirs a permis, dès 1995 et 1996 (LPO *et al*, 1995 ; LPO *et al*, 1996), de constater que l'oiseau n'était pas réfractaire à ces installations puisque le taux d'occupation des nichoirs augmentait au cours des années (LPO *et al*, 1996).

Dans les cadres conjoints d'activités de la LPO et du Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO) rattaché au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN), un travail de recherche sur le Cincle plongeur s'est donc développé depuis 1998 sous la tutelle de R. Fohr avec le soutien financier du Conseil Général du Bas-Rhin et de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse. Au delà des simples questions d'évaluation des effectifs de la population nicheuse du massif du Champs du Feu, il s'agit surtout de connaître la vitalité et la dynamique de la population et d'expliquer les comportements de reproduction et de repos de cet oiseau ainsi que les modalités qui conditionnent ces comportements.

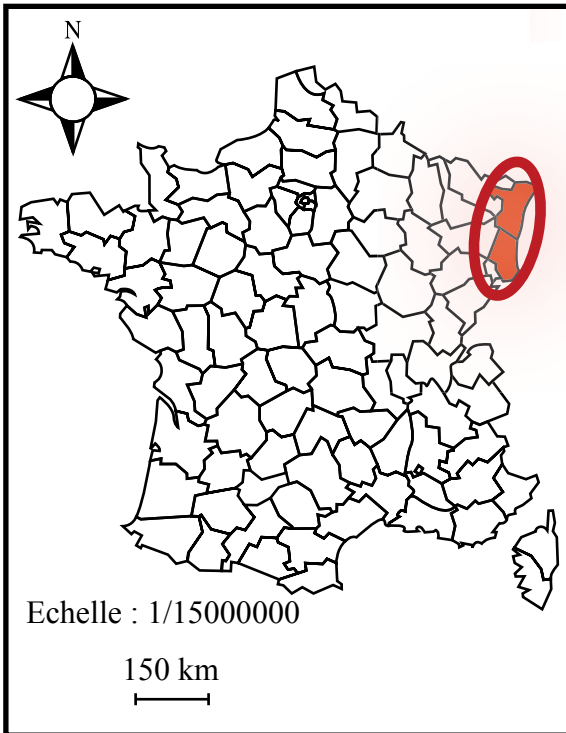
Après neuf années de suivis, il convient donc de faire un point sur cette population nicheuse de Cincle afin de la caractériser par sa répartition, sa dynamique dans cet environnement changeant. Nous aborderons notamment des questions de densité de population, d'évolution des effectifs nicheurs, de dispersion des juvéniles à la recherche d'un territoire, de dispersion des adultes durant la période hivernale.

Les causes de variation des effectifs et de réussites des pontes seront également recherchées en caractérisant le lien qu'il peut exister entre certains paramètres (morphologie de l'oiseau, démographie de la population) et les conditions environnementales. Nous verrons donc quelles peuvent être les conséquences des conditions climatiques sur les oiseaux et la nidification.

L'influence de la qualité des eaux prendra également toute son importance dans ce document puisqu'un protocole de suivi sera mis en place afin de comprendre plus précisément la relation qu'il existe entre la présence du Cincle plongeur et la qualité des cours d'eau (appréciée notamment par les macro-invertébrés dont se nourrit le Cincle).

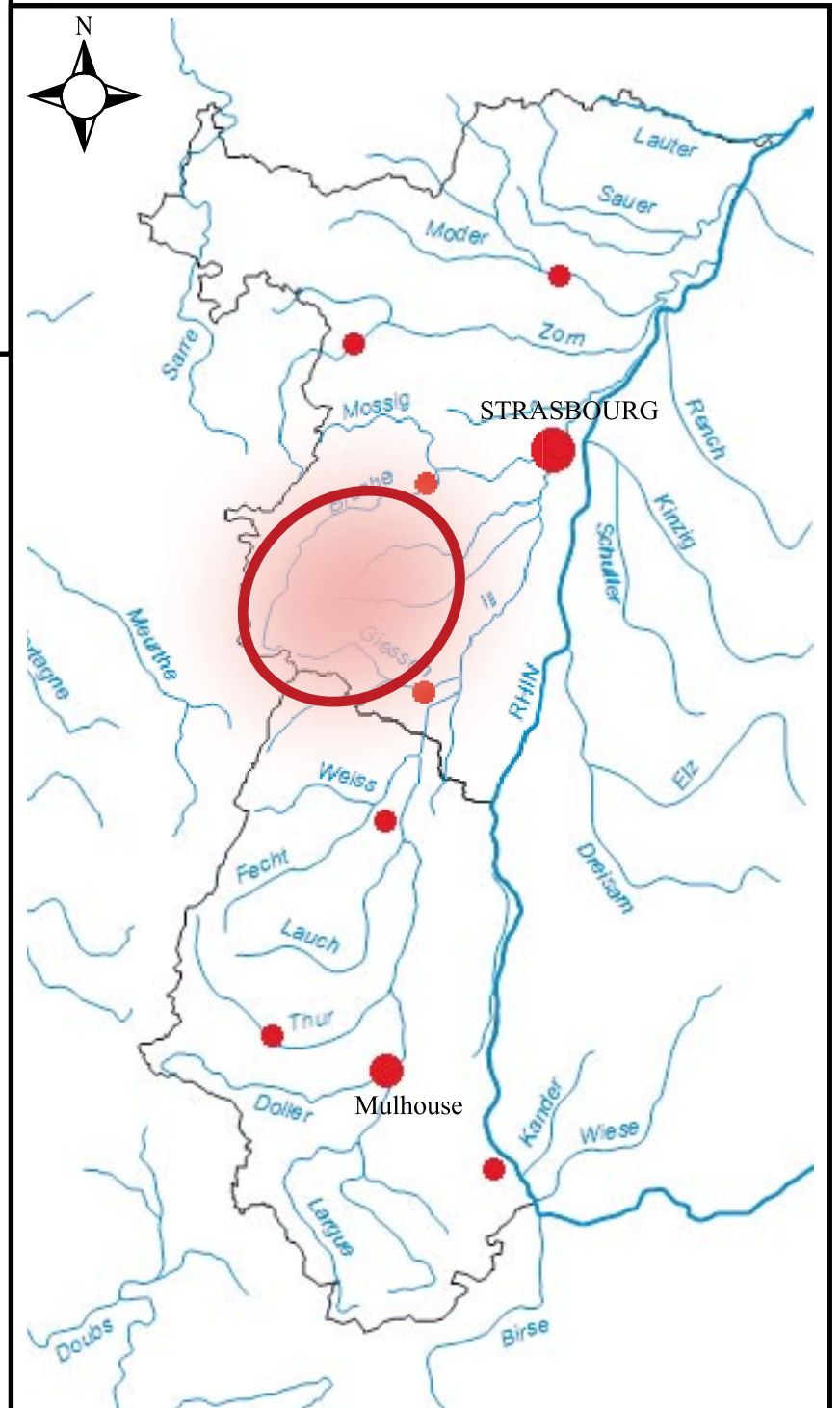
Nous aborderons également une réflexion sur la nécessité de mener des actions de protection de l'espèce par la pose des nichoirs et comment peuvent être menées ces actions. Ceci permettra de décider de l'opportunité de poursuivre ce genre d'action et dans quelle mesure certains partenaires peuvent intervenir dans ce programme de protection.

Carte 1: Localisation de la zone d'étude



EN FRANCE

EN ALSACE



# **Partie I : APPROCHE DESCRIPTIVE ET ANALYTIQUE DE LA ZONE D'ETUDE**

## **A - Informations générales, localisation et description sommaire de la zone d'étude**

L'étude porte sur un secteur d'Alsace (67) en périphérie du Champ du Feu et du Climont sur un versant oriental court et abrupt. Cette zone se situe entre Strasbourg et Sélestat, dans la vallée de la Bruche et du val de Villé (*Carte 1*) au cœur des Vosges cristallines. Trois unités éco-géographiques sont couvertes : les Vosges moyennes, les Collines sous-vosgiennes Nord et Sud. Les Vosges moyennes se caractérisent par une couverture forestière à dominante résineuse presque continue (sauf dans les fonds de vallée et sur le sommet du Champ du Feu) et une agriculture en régression (Wenger S. & Didier S., 1999). Pour illustration, entre 1950 et 1999, le val de Villé a perdu 2000 hectares d'espaces ouverts au profit de 1700 hectares de forêt et 300 hectares de zone urbanisée. Le paysage des collines sous-vosgiennes est quant à lui dominé par le vignoble (Wenger S. & Didier S., 1999) du fait d'un ensoleillement accru, de précipitations moins fréquentes et d'une exposition favorable. Enfin, dans la partie Est de la zone d'étude, au pied des collines sous-vosgiennes, commence la plaine du Rhin avec ses cultures intensives.

Le Cincle plongeur est nicheur sur les rivières de cette zone. Ce sont au total cinq cours d'eau qui ont été prospectés pour le besoin de l'étude (*Carte 2*) : l'Ehn, la Kirneck, l'Andlau, le Giessen, la Bruche (et ses affluents). La zone d'étude a donc été restreinte aux limites des bassins versants de ces cours d'eau pour la partie Ouest et par la courbe de niveau d'altitude 200 mètres à l'Est. En effet, en deçà de cette altitude, le profil des cours d'eau change (vitesse du courant, substrat) et le Cincle n'est alors aperçu que très rarement en plaine (Gradoz P. ; *Comm. pers.*).

## **B - Environnement et patrimoine**

### **1 - Environnement**

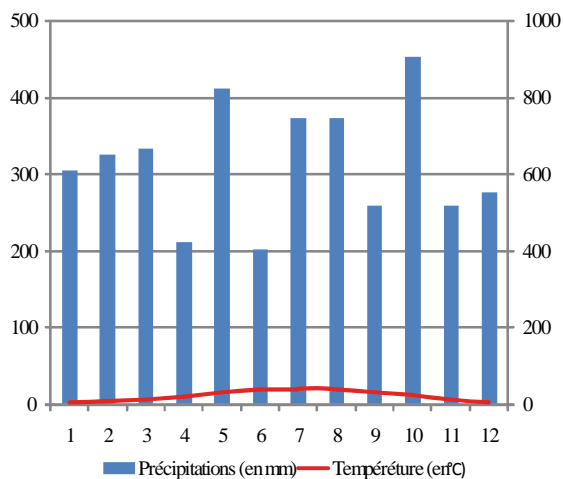
#### ***a - Altitude***

L'altitude de la zone d'étude varie entre 200 m pour le site de nidification le plus bas et 830 m pour le site le plus haut soit une différence de 630 m. Cette zone de relief présente une altitude maximale au Champ du Feu qui culmine à 1099 m. Les effets de l'altitude sur la reproduction du Cincle ont pu être mesurés : pour 100 m d'altitude supplémentaire, le retard de ponte du premier œuf est de 5 jours (Schmid, 1985) voire 19 en haute altitude (Breitenmoser-Wursten, 1988) et le succès de reproduction augmente de 7,9% (Schmid, 1985).

#### ***b - Climat***

Les conditions printanières ont une influence sur la reproduction des oiseaux en conditionnant la date de ponte et la réussite de celle-ci. Si les conditions sont optimales (élévation de la température et rallongement des journées) alors l'oiseau sera tenté de commencer à pondre plus tôt dans la saison au risque de voir cette ponte échouer si les conditions se dégradent (baisse soudaine et prolongée des températures).

Caractéristiques globales : L'Alsace appartient au domaine climatique de l'Europe occidentale et présente un climat semi-continentale de transition où les influences océaniques et continentales se combinent en permanence. Les températures moyennes (*Fig 1*) pour la période 2000-2007 s'échelonnent entre 2,4°C (janvier) et 20,32°C (juillet). Les précipitations moyennes (*Fig 1*) varient entre 403 mm (juin) et 904 mm (octobre). Les données extrêmes pour la période 2000-2007 apparaissent dans la figure 1. Les printemps sont souvent capricieux : de belles journées



	T°C (°C)	Précipitations (en mm)
Minimum	-18,7	56
Maximum	39,5	1835

Figure 1: Diagramme ombrothermique et données extrêmes de températures et précipitations sur la période 2000-2007

de ralentissement dans la saison de reproduction a donc été ressentie durant cette période. Le mois d'avril, quant à lui, a été exceptionnellement chaud et sec. Mai a été également très chaud mais abondamment pluvieux. Ce printemps 2007 aura donc été exceptionnellement chaud. Le mois de juin continue cette longue série de mois à la douceur remarquable.

### c - Hydrographie et qualité de l'eau

Cours d'eau	Longueur prospectée (en m)
Andlau	15625
Barembach	6500
Bruche	42250
Climontaine	8000
Ehn	13125
Framont	6875
Giessen	32875
Hasel	15375
Kirneck	11625
Magel	19125
Netzenbach	10000
Champenay	5750
Rothaine	8625
Russ	5875
Schirgoutte	7500
TOTAL	209125

Figure 2 : Nom et longueur des cours d'eau prospectés

la Bruche et l'Ehn. Le Giessen, moins urbanisé sur ses rives, ne subit pas cette dégradation entre l'amont et l'aval du cours d'eau.

ensoleillées et chaudes alternent avec des refroidissements brutaux caractérisés par des giboulées. Les étés sont chauds et orageux du fait de la protection du massif des Vosges à l'Ouest et du massif de la Forêt Noire à l'Est. Les automnes se caractérisent par des périodes de beau temps anticyclonique particulièrement fréquentes et durables. Les hivers sont froids et enneigés. Des températures minimales de  $-18,7^{\circ}\text{C}$  ont été atteintes en janvier 2001 et jusqu'à 25 jours de gelées en janvier 2000. Un maximum de  $8,3^{\circ}\text{C}$  a également été observé durant cette même période hivernale (janvier 2000).

Conditions climatiques de la saison de reproduction 2007: L'hiver 2007 est le plus doux jamais recensé, ce qui a permis des pontes relativement précoces (février). Les jours avec gelées ont été moins nombreux et le cumul de précipitations est légèrement excédentaire pour le mois de février très arrosé. Le mois de mars est marqué par un sursaut hivernal où pluie et neige se mêlent et tombent en abondance. Une impression

de ralentissement dans la saison de reproduction a donc été ressentie durant cette période. Le mois d'avril, quant à lui, a été exceptionnellement chaud et sec. Mai a été également très chaud mais abondamment pluvieux. Ce printemps 2007 aura donc été exceptionnellement chaud. Le mois de juin continue cette longue série de mois à la douceur remarquable.

La zone d'étude est constituée de 5 bassins hydrographiques : la Bruche, l'Ehn, la Kirneck, l'Andlau et le Giessen. Tous sont des affluents de l'III et font partie de l'unité hydrographique de la plaine du Rhin. Ce sont au total 15 cours d'eau qui sont suivis dans leur totalité ou pour partie, soit un linéaire de 209 km (Fig. 2).

Qualité de l'eau des cours d'eau: les données IBGN obtenues sur le site internet du sandre (<http://sandre.eaufrance.fr/>) permettent de faire une première évaluation de la qualité de certaines rivières de la zone d'étude (Fig 3).

La qualité de l'eau est bonne (IBGN>13) pour 4 stations voire très bonne pour celle de Saint Blaise la Roche (IBGN>17), située en tête de bassin. On dénombre également 5 stations ayant un IBGN inférieur à 12 et une où cet indice est mauvais (IBGN= 8). Dans l'ensemble, la qualité des cours d'eau s'est dégradée sur la période 2000-2004 pour la plupart des stations de prélèvement. De même, une dégradation sur le profil amont-aval est observée sur

Rivière	Station	IBGN		Nombre de groupes indicateurs		Variété taxonomique	
Andlau	Andlau	16	↓	7	↓	36	↑
Bruche	Saint Blaise la Roche	17	→	8	↑	36	↓
Bruche	Wisches	9	↓	3	↓	23	↓
Bruche	Gresswiller	9	↓	4	→	18	↓
Ehn	Ottrot	16	→	8	↓	30	↑
Ehn	Meistratzheim	12	↑	5	↑	26	↑
Giessen	St Martin	10	↑	4	→	21	↑
Giessen	Villé	15	↓	7	→	31	↓
Giessen	Thanvillé	13	↓	6	↓	26	↓
Kirneck	Valff	8	↓	2	↓	24	↑
Magel	Mollkirch	9	↓	4	↓	20	↓

Figure 3 : Valeurs d'Indice Biologique Globale Normalisé, nombre de groupes indicateurs et variété taxonomique en 2004 pour différentes stations sur les cours d'eau de la zone d'étude. Evolution de ces indices sur la période 2000-2004.

Rmq : pour un même cours d'eau, les stations sont classées selon le profil amont → aval

Il apparaît donc des disparités dans la qualité biologique des cours d'eau et surtout dans l'évolution de cette qualité, chaque rivière ne subissant pas les mêmes pressions de dégradation. Ces données peuvent donc conditionner la présence et l'évolution de la population de Cincle sur ces cours d'eau.

## 2 - Approche socio-économique et influence sur le milieu aquatique

Le secteur du Rhin supérieur est fortement marqué sur l'ensemble de son territoire par des activités humaines avec notamment des secteurs densément peuplés. La zone d'étude n'échappe pas à ce phénomène et l'on observe une concentration des agglomérations dans les fonds de vallée formant ainsi un réseau presque continue d'habitations le long des cours d'eau. La capacité réceptrice de ces cours d'eau explique également la présence d'industries. De plus la totalité des versants de la partie Est de la zone d'étude fait l'objet d'une exploitation agricole intensive (vignoble). En raison des usages intensifs, le milieu subit une multitude de modifications ayant entraînés un déficit écologique dû notamment à l'aménagement artificiel des rivières et de leurs berges, un cloisonnement des cours d'eau...

Rejets urbains : après traitement en station communale, les eaux usées sont rejetées dans les eaux de surface. On observe une réduction sensible des rejets de polluants malgré l'augmentation du volume d'eau usée rejetée (DIREN Alsace *et al.*, 2005). Mais encore 6% des eaux usées ne font pas l'objet de traitement notamment dans les secteurs reculés de fond de vallée et peuvent être à l'origine de pollutions diverses.

Rejets d'industries non raccordées : ces industries possèdent leur propre système d'assainissement au fonctionnement plus ou moins efficace. Les 26 points de rejets déclarés sont localisés (Fig. 4). Mais le flux de pollution résiduelle contient tout de même un spectre de substances très variable selon les industries.

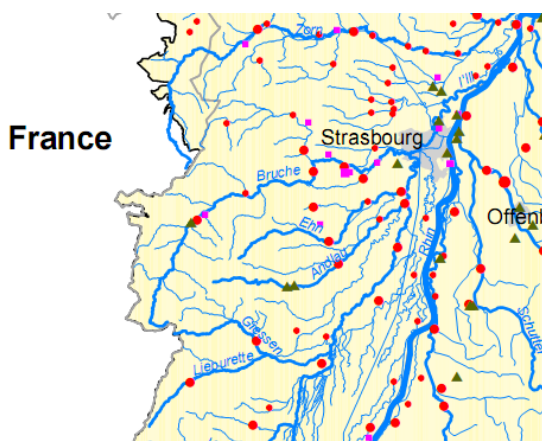


Figure 4 : Carte des rejets de collectivités et industries (extrait de DIREN et al, 2005)

conséquences de faire baisser les niveaux d'eau du cours principal durant les périodes d'étiage. De plus lors de la restitution, un bouleversement du milieu peut avoir lieu puisque l'on observe parfois une eau dont la proportion de sédiments en suspension est forte. Cela conduit à des dépôts fins en aval de ces zones et un comblement du lit. Il n'est pas à exclure que des substances plus ou moins nocives soient présentes dans ces eaux (aquarium de Ottrot par exemple).

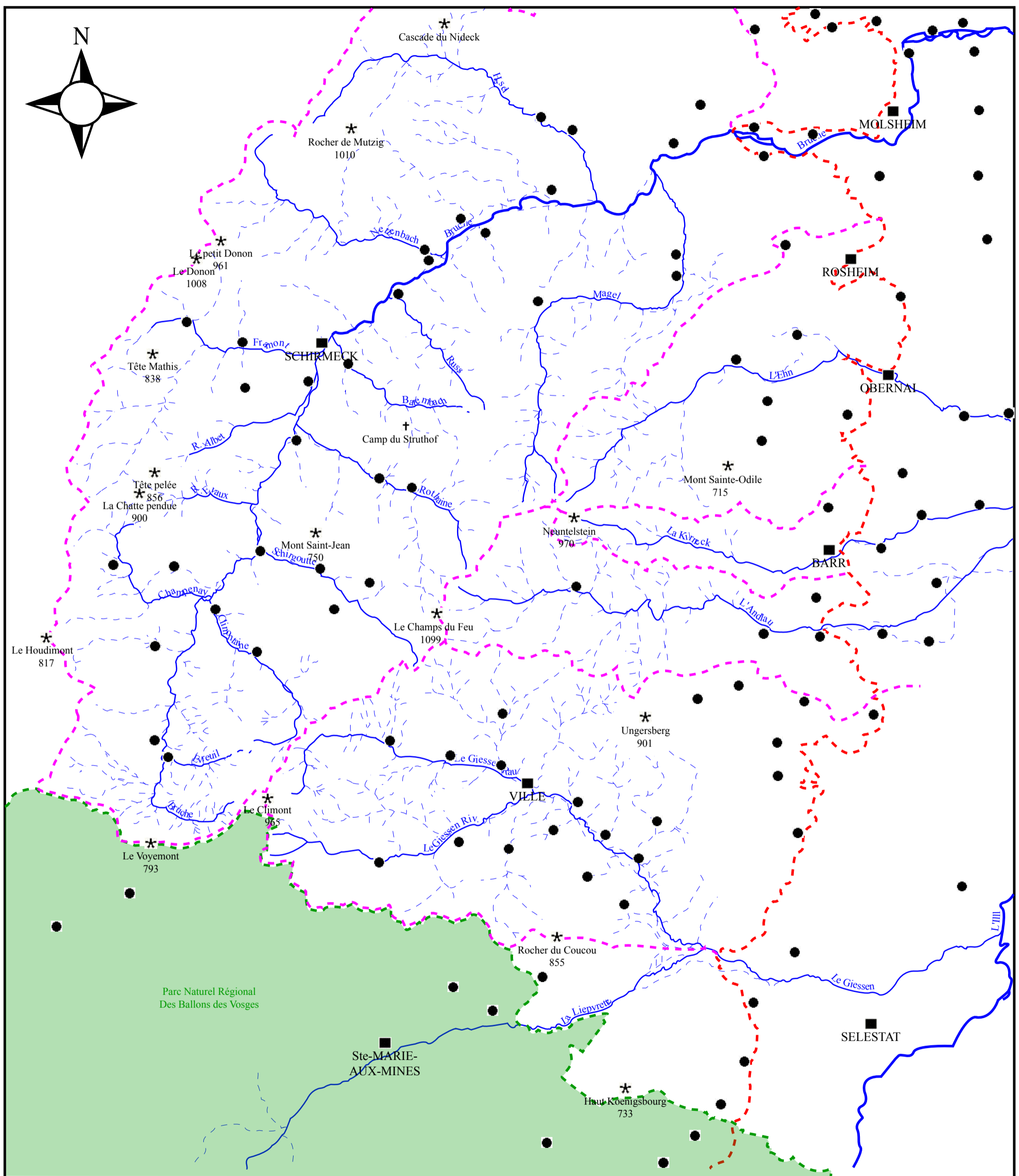
Les prélèvements pour arroser le bois sont également importants dans les scieries qui se sont installées le long de la Bruche. Mais les propriétaires riverains jouent également une part non négligeable dans ces prélèvements d'eau (malgré l'interdiction) à des fins personnelles.

Pollution diffuses : le succès relatif obtenu dans le traitement des rejets ponctuels d'eaux usées est à mettre au regard de l'importance croissante que représentent les pollutions d'origine diffuse en particulier celles dues aux nutriments (azote et phosphore) et aux produits phytosanitaires principalement utilisés en agriculture. Il est estimé que le tiers du réseau hydrographique du Rhin fait l'objet de pressions significatives. La zone d'étude ne fait pas exception à cela dans sa partie Est de vignoble notamment.

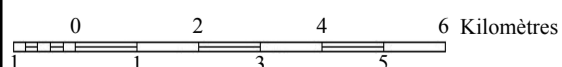
Prélèvement et dérivation des eaux de surfaces : ces prélèvements à des fins industrielles se font sans restitution immédiate et généralement par dérivation du cours principal dans un chenal. Cela a pour



Carte 2 : Localisation et description de la zone d'étude



ECHELLE : 1 / 125000



**LEGENDE :**

- ★ Sommet
- Chef-lieu de canton
- Commune
- Cours d'eau
- Limite de bassin versant
- Courbe de niveau d'altitude 200m
- Limite du PNR des Ballons des Vosges

## PARTIE II : MATERIEL ET METHODE

### A - Le Cincle plongeur *Cinclus cinclus* : description de l'espèce

Le Cincle plongeur fait partie de l'ordre des passériformes, de la famille des cinclidés et du genre *Cinclus*. Il est également appelé merle d'eau (Fr.), White-Throated Dipper (GB.) ou encore Wasseramsel (D.). Il existe 5 espèces du même genre :

- Cincle plongeur *Cinclus cinclus* (Linnaeus, 1758)
- Cincle de Pallas *Cinclus pallasii* (Temminck, 1820)
- Cincle d'Amérique *Cinclus mexicanus* (Swainson, 1827)
- Cincle à tête blanche *Cinclus leucocephalus* (Tschudi, 1844)
- Cincle à gorge rousse *Cinclus schultzi* (Cabanis, 1882)

Jusqu'à 14 sous-espèces ont été reconnues pour l'espèce *Cinclus cinclus* selon les caractères morphologiques (Cramp, 1988). La présence de quatre sous-espèces en Europe reste encore sujette à débat (Lauga *et al.*, 2005) :

- *C.c. cinlus* en Scandinavie
- *C.c. gularis* en Grande-Bretagne
- *C.c. aquaticus* en Europe centrale, la sous-espèce rencontrée en Alsace
- *C.c. hibernicus* en Irlande et au nord de la Grande-Bretagne



Figure 5 : Carte de répartition du Cincle plongeur en Europe

### **1 - Habitat et répartition**

Le Cincle fait partie des rares espèces totalement inféodées aux cours d'eau tant pour son alimentation que pour l'emplacement de ses sites de reproduction ou encore ses déplacements. Il est rencontré sur des cours d'eau rapides, dans les endroits rocaillieux et escarpés et prioritairement en altitude

Le Cincle niche en Europe de l'Espagne à l'Irlande et jusqu'en Russie et Turquie (Fig. 5). Sédentaire en France, il est rencontré en Corse, dans les Pyrénées, les Alpes, le Massif Central, le Morvan, les quarts nord-est et sud-est de la France (exceptée en plaine lorraine).

### **2 - Identification et comportement**

Lors de ses vols rasant et sinueux au dessus des eaux torrentueuses, cet oiseau de la taille d'un étourneau se caractérise par un dos gris ardoise, sombre avec des liserés bruns, noirs. C'est lorsqu'il se pose que l'on distingue aisément sa silhouette trapue et rondelette, son large plastron d'un blanc pur, le bas du ventre pourvu d'une large bande brune, roussâtre, sa queue dressée tel le troglodyte et sa paupière blanchâtre visible quand il cligne de l'œil. Les jeunes se reconnaissent à leur couleur jaunâtre et à un plastron beaucoup plus diffus.

Ses mouvements sont aussi caractéristiques que sa silhouette : après un vol rapide et nerveux au ras de l'eau, l'oiseau se pose habituellement sur une pierre où il se livre à diverses courbettes incessantes avant de repartir. Il se reposera plus loin toujours agité de ses tics nerveux sur ses pattes à ressort, abaissant la queue à petits coups, clignant des paupières à tout instant pour signaler sa nervosité.

### **3 - Alimentation**

Le Cincle plongeur se nourrit d'insectes et de larves, d'insectes aquatiques, de petits crustacés et de mollusques. Son régime alimentaire est constitué majoritairement d'éphémères, de plécoptères et de trichoptères (Ormerod *et al.*, 1987).

### **4 - Reproduction**

Les couples commencent à se former à partir de janvier. Les parades nuptiales sont observables à tout moment de l'année, mais sont plus nombreuses en mars et avril. Lorsque la saison de reproduction approche, la femelle sollicite de la nourriture à son partenaire, en se repliant sur elle-même et agitant ses ailes. Le mâle s'exécute à contrecœur au début, et c'est lorsque que les deux individus échangent pacifiquement la nourriture que le couple est formé. Le Cincle plongeur niche près de la surface, ou à environ 2 mètres au-dessus de l'eau sous un pont. Il utilise aussi des cavités dans la rive, des trous dans les murs ou les vieux arbres au-dessus de l'eau. Les deux adultes construisent le grand nid en forme de dôme, avec de la mousse, des herbes sèches et des feuilles. Mais cette construction n'est qu'un abri. L'entrée est cachée sous un rebord végétal, et c'est là qu'est le vrai nid, une coupe d'herbes et de laîches, tapissée de feuilles, principalement des feuilles de chêne pédonculé (*Quercus robur*). La femelle dépose 4 à 6 œufs blancs en mars ou avril. L'incubation dure environ 16 jours, assurée par la femelle. Le mâle s'approche du nid uniquement quand la femelle va se nourrir, et il surveille le site. Les poussins sont nidicoles et sont nourris par les deux parents pendant un mois. Mais les jeunes peuvent quitter le nid avant, à environ 20 jours après la naissance. Lorsqu'ils sont âgés de 5 à 7 semaines, leurs parents les chassent du territoire. Ils doivent alors se trouver un autre territoire pour passer l'hiver.

### **5 - Statut**

Le Cincle est une espèce protégée en France au titre de la loi du 10 juillet 1976 et de l'arrêté du 17 avril 1981 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire (Fiers *et al.*, 1997). Au niveau européen, l'espèce est inscrite à l'annexe II de la convention de Berne. Son statut biologique français estime la population entre 1 000 et 10 000 couples sédentaires et hivernants (Fiers *et al.*, 1997). BirdLife International (2004) estime que la population européenne est stable et que celle-ci compte 170 000 à 330 000 couples dont 10 000 à 30 000 en France. Toutefois aucune donnée ne permet de dégager de tendance sur l'évolution de ces effectifs. En Alsace, cette espèce est « à surveiller » puisque « son statut régional n'est pas jugé défavorable mais à surveiller car il pourrait facilement le (re)devenir » (ODONAT, 2003).

## **B - Méthodologie pour l'étude de la population**

La population des rivières considérées fait l'objet d'un suivi depuis l'année 1995 par la LPO suite à la pose de nichoirs. Cela a constitué une première approche de la distribution de l'espèce et a servi de base au travail futur. Dès l'année 1998, un suivi de population plus poussé a été entrepris par Fohr R., sous l'égide du MNHN et du CRBPO, dans le cadre d'un programme personnel intitulé : « Suivi du Cincle plongeur (*Cinclus cinclus*) dans les Vosges moyennes alsaciennes ».

Dans le cadre de ce travail, deux approches ont été menées :

- Localisation des sites de nidification
- Suivi et caractérisation de la population

### **1 - Localisation des sites de nidification et suivi de la population**

Ce travail de localisation a commencé dès 1998 par une prospection de l'ensemble des cours d'eau de la zone afin de relever les traces de nidification. Les recherches de sites de nidification se sont déroulées majoritairement en aplomb de l'eau, en dessous des arbres creux, des rochers, édifices ou accessoires de toutes sortes qui bordent ou recouvrent certains tronçons de rivières. Un nombre conséquent de bâtis parfois anciens laissent apparaître des interstices peu maçonnés ou

s'effritant, permettant l'accrochage de mousses ou de brindilles. Ceux récents constitués de béton lisse semblent moins favorables mais recueillent parfois, dans une cassure ou sur un rebord, la boule en mousse caractéristique des Cincles. De plus peu de sites naturels sont disponibles car il n'y a ni rocher en milieu de rivière ni falaise bordant le cours d'eau. La recherche d'autres indices de présence a largement contribué dans l'approche et la détection des sites de nidification. Ces indices sont : les fientes sur rochers émergents, les cris, les va-et-vient des éleveurs, les demi-tours en approche soit d'un rival, soit d'une limite de domaine ou du nid lui-même.

Avec le recul des années, il est apparu que l'ensemble des sites où le Cincle peut potentiellement nicher ont été identifiés et localisés et l'on estime que 90% de ces sites ont été découverts dès 2000. Mais de nouveaux sites peuvent être rencontrés au cours des prospections auquel cas ils sont rajoutés à l'inventaire. Inversement, certains sites ont été « détruits » du fait de la réfection des ponts ou de l'aménagement des cours d'eau. Dans ce cas, afin de conserver un effort constant de prospection, des nichoirs sont posés.

L'ensemble de ces sites est ensuite contrôlé chaque année durant la période de reproduction de février à mi-juin à raison d'une visite par semaine pour déterminer s'ils sont occupés ou non. Les différents stades de la nidification sont alors notés, à savoir de manière chronologique les stades « *Amorce* », « *Ebauche* », « *Boule* », « *Boule + Tasse* », « *Feuilles* », « *Ponte* ». Le déroulement de la nidification est ensuite estimé afin de limiter les perturbations. La date de « *Ponte du premier œuf* » est obtenue par observation ou estimation à partir du nombre d'œufs comptés (en considérant la ponte d'un œuf par jour). La date d'« *Éclosion* » est estimée par l'ajout de 16 jours d'incubation à partir du dernier œuf pondu. Une visite est alors effectuée à cette date pour constater la réussite de l'incubation ou alors l'« *Ejection* » des œufs et une éventuelle « *Ponte de remplacement* ». Une « *Seconde ponte* » peut de nouveau avoir lieu par la suite. Sa date est estimée après l'« *Envol des jeunes* » à 20 jours de l'éclosion plus une semaine de battement. De nouvelles visites sont alors faites de manières hebdomadaires jusqu'à ce que l'on constate une nouvelle nidification ou alors l'abandon définitif du nid pour la saison.

## **2 - Caractérisation de la population**

En plus du suivi de la phénologie, des caractéristiques de la population ont été prises à partir de la capture et baguage (bague aluminium du MNHN de Paris) des individus de cette population. Cette méthode permet de relever des données morphométriques propres à chaque oiseau (longueur alaire, longueur tête-bec, longueur du tarse selon la méthode de Spitznagel et masse) de la population.

Les captures se font en deux saisons distinctes : période de reproduction et période hivernale. Les premières permettent d'identifier les couples présents sur les territoires et de mettre éventuellement en évidence des cas de polygynie (Marzolin, 1988). Les individus femelles sont généralement pris au nid, à la main ou à l'aide d'une épuisette, durant l'incubation. Les mâles sont quant à eux capturés à l'aide d'un filet tendu en travers du ruisseau et par traque sur le domaine identifié. Cette capture intervient lorsque les pulli sont âgés d'une dizaine de jour puisque les mâles ne nourrissent pas ou peu auparavant. Les pulli sont également bagués à cette même période. Le baguage des nichées permet de calculer des distances de dispersion des jeunes à la recherche d'un territoire dès lors que l'oiseau est contrôlé (au moins deux captures) les années suivantes. Cette distance est calculée en mesurant sur carte IGN la distance « à vol d'oiseau » entre les points de capture.

Après une pause durant la période de mue (mi-juin à fin août), les secondes captures interviennent dès septembre-octobre jusqu'en janvier-février par prospection de l'ensemble des cours d'eau. Des filets sont placés tout au long des rivières et des traques permettent de rabattre les oiseaux dans les filets. Ces captures permettent de calculer des distances de déplacement des adultes lors de la période hivernale.

Des interruptions des prospections et captures sont toutefois à mentionner. Certaines, en fin de période hivernale et début de saison de reproduction, concernent surtout les semaines de crues liées à l'apport des fontes en altitude. De même, en hiver, la glace entre les rochers émergents, les chutes de neige ou le givre ont imposé l'arrêt dans la pose des filets pour des raisons de sécurité personnelle et d'éthique de capture. De plus, en ces périodes plus ou moins prolongées de basses températures pouvant avoisiner les moins 10°C, la présence de l'oiseau s'est révélée aléatoire au-dessus des 250 m d'altitude.

## **C - Analyses statistiques**

Les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel JUMP (JMP 5.1.2. -SAS Institute Inc.).

L'évolution des effectifs a été testée par une analyse de régression linéaire (*Linear regression*). Ce test permet de mettre en évidence le lien entre le nombre de couples et l'année ; une tendance d'évolution peut alors être mise en évidence. D'un point de vue purement statistique, il ne s'agit peut être pas du test le plus approprié à ce genre d'analyse mais il reste un outil couramment utilisé dans ce genre de situation (Pearce *et al.*, 2005).

Un chi-deux de Pearson (*Pearson chi square*) permet de comparer des proportions (de couples) selon le facteur « rivières ». Les proportions comparées sont :

- Proportion de couples nicheurs par rapport au nombre total de couples
- Proportion de couples producteurs d'au moins un jeune par rapport au nombre total de couples
- Proportion de couples producteurs d'au moins un jeune par rapport au nombre de couples nicheurs

L'analyse des paramètres morphologiques et des distances de dispersion a été menée par un test de Mann-Whitney (*Mann-Whitney's test*) pour comparer les masses, longueur alaire, longueur tête-bec, longueur de tarse et distance de dispersion en fonction du sexe. Ce test permet de comparer les valeurs moyennes d'un caractère en fonction de deux variables lorsque la distribution de ce trait ne suit pas une loi normale. En effet, la condition de normalité des données (masses...) n'est pas suivie et ne permet pas un test paramétrique.

Les comparaisons de date de ponte en fonction des années et des rivières ont été faites par un test de Kruskal-Wallis (*Kruskal-Wallis's test*). Les dates de ponte ont été au préalable transformées en jour février pour permettre l'analyse et le calcul d'une moyenne. Ainsi, le premier février a une date 1 et le premier mars une date 29. Ce test permet en effet de comparer les valeurs moyennes d'un caractère en fonction de plusieurs variables lorsque la distribution de ce trait ne suit pas une loi normale. Un test d'appariement de moyennes (*Mean comparison by each pair, Student's t*) a été également mené afin de regrouper les rivières ayant les mêmes caractéristiques.

La corrélation entre les conditions climatiques (diverses températures, précipitations) et date de ponte a été testée avec le test du Rho de Spearman (*Spearman's Rho*). Lorsqu'une corrélation significative est démontrée ( $p < 0,05$ ), une régression linéaire (*Linear regression*) est faite afin de caractériser plus précisément le lien entre les paramètres.

# **PARTIE III : ETUDE D'UNE POPULATION DE CINCLE PLONGEUR *Cinclus cinclus* DANS LES VOSGES ALSACIENNES (67)**

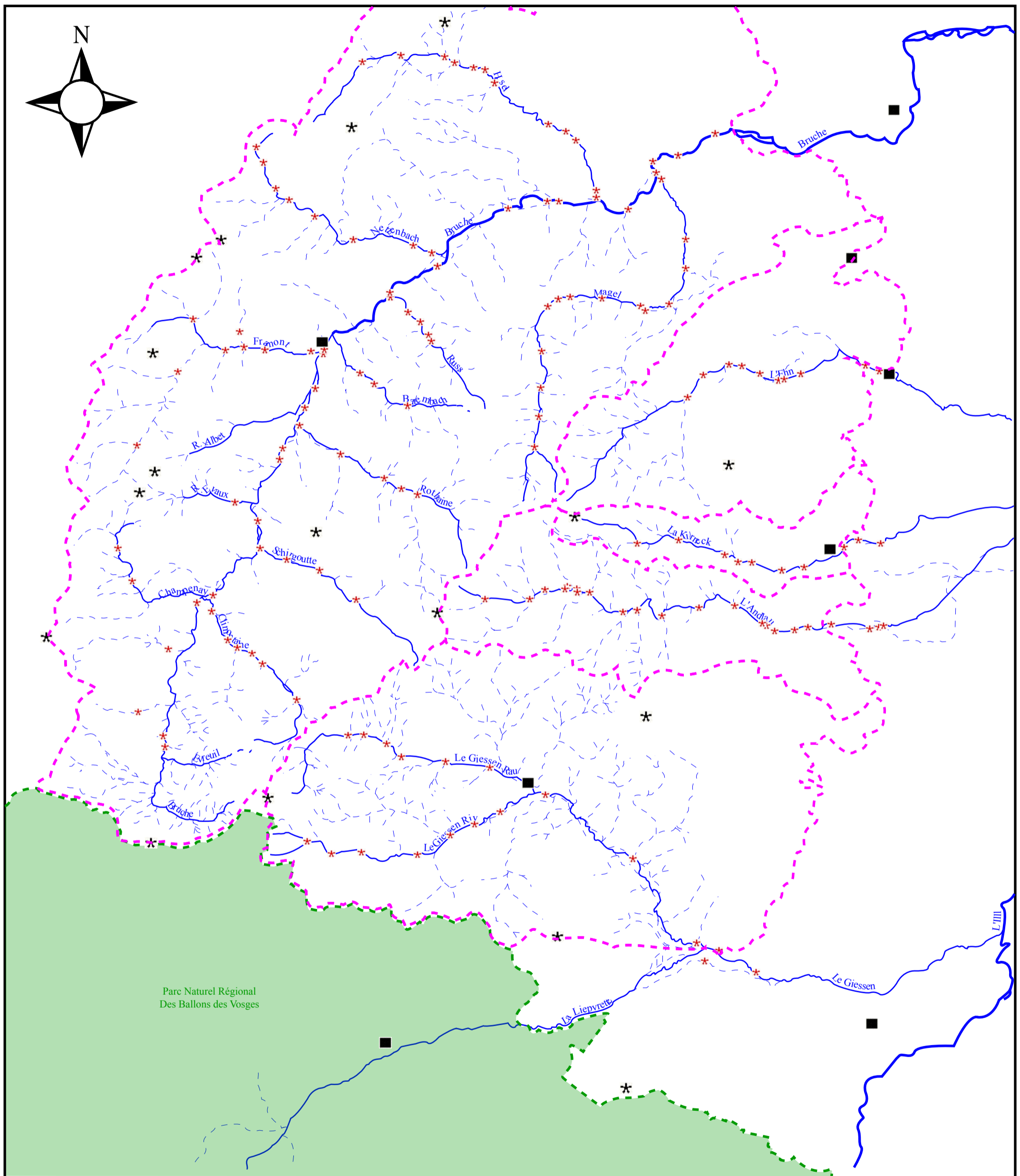
## **A - Répartition et densité**

Au cours de cette étude, 152 sites de nidifications ont été localisés (*Carte 3*) sur l'ensemble des cours d'eau. De fortes variations de répartition existent entre les rivières (*Fig. 6*) puisque l'on peut dénombrer 2 sites sur le ruisseau de Champenay et 26 sur la Bruche. Il apparaît que l'oiseau se localise davantage dans les zones urbanisées lui offrant de multiples possibilités de nidifications sous les ponts ou bâtis recouvrant ou bordant la rivière. A l'opposé, à proximité des sources, les sites sont beaucoup plus rares. Il semble donc que l'oiseau soit, dans un certain sens, tributaire des constructions anthropiques pour sa nidification puisque seuls quelques sites naturels ont été trouvés ponctuellement dans cette zone. Ces constructions ont l'avantage d'offrir une sécurité par rapport aux prédateurs mais, dès lors que des travaux ont lieu pour réaménager un pont ou autre bâtiment, le site est perdu. En effet, les blocs de bétons lisses sont actuellement préférés aux pierres en grès lors d'une reconstruction et les jointures sont systématiquement rebouchées lors de travaux de consolidation. Certes, la pose de nichoirs s'avère être un moyen temporaire pour combler ces destructions mais des aménagements à plus longs termes pourront s'avérer nécessaires. L'absence de l'oiseau à proximité de certaines sources s'explique aussi par le manque de constructions humaines mais également par un changement d'habitat. Ces secteurs d'altitude sont essentiellement bordés par des forêts de résineux. Les rivières sont alors moins productives en invertébrés dont se nourrit l'oiseau. De plus, le massif vosgien présente un réseau hydrographique sensible aux dépôts atmosphériques acides, engendrant de fait une acidification des eaux de surface et une modification des communautés d'invertébrés des cours d'eau (Felten, 2003).

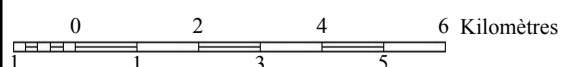
Cours d'eau	Longueur prospectée (en m)	Nombre total de sites	Densité maximale possible (/ 10km)	Moyenne	Extrêmes (min-max)
Andlau	15625	22	14,08	4,24	(1,92 - 5,12)
Barembach	6500	3	4,62	1,35	(0 - 3,08)
Bruche	42250	26	6,15	2,66	(1,18 - 3,31)
Climontaine	8000	6	7,50	2,81	(1,25 - 3,75)
Ehn	13125	10	7,62	4,38	(3,05 - 6,09)
Framont	6875	8	11,64	3,82	(0 - 7,27)
Giessen	32875	19	5,78	2,59	(1,52 - 3,65)
Hasel	15375	11	7,15	3,17	(0,65 - 4,55)
Kirneck	11625	10	8,60	1,94	(0,86 - 3,44)
Magel	19125	14	7,32	2,61	(1,05 - 4,71)
Netzenbach	10000	8	8,00	2,50	(0 - 3)
Champenay	5750	2	3,48	1,74	(0 - 3,48)
Rothaine	8625	5	5,80	5,36	(3,48 - 6,96)
Russ	5875	5	8,51	2,77	(1,70 - 3,40)
Schirgoutte	7500	3	4,00	1,17	(0 - 2,67)
<b>TOTAL</b>	<b>209125</b>	<b>152</b>	<b>7,27</b>	<b>2,90</b>	<b>(2,82 - 3,49)</b>

*Figure 6 : Densité de couples sur les différents cours d'eau*

Carte 3 : Localisation des sites de nidification du Cincle plongeur *Cinclus cinclus*



ECHELLE : 1 / 125000



**LEGENDE :**

- ★ Sommet
- Chef-lieu de canton
- Commune
- ★ Nid
- Cours d'eau
- Limite de zone d'étude
- Limite du PNR des Ballons des Vosges

A partir des 152 sites de nidification recensés, la fourchette maximale des densités par cours d'eau s'échelonnent de 3,48 à 14,08 soit 7,27 sites de nidification par 10 kilomètres (*Fig. 6*) sur l'ensemble du linéaire de la zone d'étude. De fortes variations de densité existent donc au sein des différents bassins. Ces densités correspondent à celles observées par Vangeluwe (1993) mais la moyenne est inférieure à celle trouvée par Roché & D'Andurain (1995), tout en se situant dans la même fourchette de variations. « *De telles densités dans l'Allier et la Loire s'expliquent peut-être par la combinaison de plusieurs facteurs favorables : une altitude moyenne (...), des eaux peu acides, une bonne productivité biologique de la rivière* » (*in* Roché et D'Andurain, 1995). La variabilité, naturelle ou artificielle, de l'environnement des différentes rivières influence donc la capacité d'accueil du cours d'eau et donc l'effectif de la population et sa distribution.

Mais ces chiffres représentent la densité maximale si tout les sites de nidifications recensés étaient occupés chaque année. Or tous ces sites ne sont pas fréquentés continuellement à cause de fluctuations d'effectifs, de proximité entre sites. En effet, deux sites trop proches ne peuvent accueillir deux couples simultanément. Les densités réelles sont alors moindres (*Fig. 6*). Sur la période considérée, les densités moyennes par ruisseau s'échelonnent de 1,17 à 5,36 soit, en moyenne, 2,90 couples par 10 kilomètres sur l'ensemble du linéaire de la zone d'étude. Ces densités semblent bien loin de celles observées sur la Loire et l'Allier (Roché & D'Andurain, 1995) en condition plus favorables. La distribution spatiale de l'oiseau est fonction de différents paramètres interdépendants : la physionomie de l'habitat et les sites d'accueil pour le nid, la qualité chimique de l'eau et la disponibilité en nourriture. Une étude comparative des habitats entre la zone d'étude et ceux de l'Allier permettrait de mesurer les différences et de comprendre leur influence sur la distribution de l'oiseau.

## **B - Evolution des effectifs de la population**

Le suivi de la population de Cincle permet d'inventorier l'ensemble des couples fréquentant la zone étudiée pour la période 2000-2007. Les analyse d'évolution des effectifs se font à trois niveau :

- Le nombre total de couples varient de 54 à 75 couples ( $moy= 64$  ;  $\sigma= 76,13$ ) durant le suivi (*Fig. 7*).
- Le nombre de couples nicheurs évolue entre 38 et 73 couples ( $moy= 61$  ;  $\sigma= 118,55$ ). Tous les couples ne nichent donc pas faute de sites. Ceux-ci constitue une population de réserve variant entre 2 à 16 couples ( $moy= 6$  ;  $\sigma= 22,75$ ) selon les années, sans compter les individus qui auraient totalement échappé aux prospections et les mouvements d'individus d'autres secteurs.
- Le nombre de couples producteurs de jeune(s) à l'envol fluctue entre 37 et 67 couples ( $moy= 54$  ;  $\sigma= 98,86$ ) soit 1 à 19 couples ( $moy= 7$  ;  $\sigma= 29,70$ ) qui échouent dans leur nidification.

De manière globale, l'effectif total de cette population augmentent (*Fig. 7*) fortement au début du suivi pour atteindre un maximum en 2003. Puis un infléchissement de cette tendance (- 24 %) s'observe jusqu'en 2006 suivi d'une nouvelle augmentation (+ 21%) en 2007. Le nombre de couples nicheurs (*Fig. 7 et 8*) suit cette même tendance depuis le début du suivi mais le nombre de couples producteurs (*Fig. 7*) diminue progressivement depuis 2003. Le nombre de nichées qui échouent augmente même de manière significative (*Linear regression* ;  $F_{1,7} = 12,1985$  ;  $p = 0,0129$ ) passant de 1 et 3 en 2000 et 2001 à 19 nichées en 2007 confirmant cette baisse du nombre de couples producteurs.

La forte augmentation des effectifs au début du suivi n'est probablement qu'une illusion plus qu'un fait réel. L'accroissement tient davantage à un affinement de la méthode de prospection et de capture des individus permettant ainsi de se faire une idée plus juste des effectifs de la population. Par la suite, ces effectifs fluctuent autour de la valeur moyenne. Un travail à plus long terme permettra de déterminer s'il y a une confirmation de ces fluctuations (d'une périodicité que l'on pourrait, à première vue, estimer à 5 ans) ou si une tendance positive ou négative se dessinera.



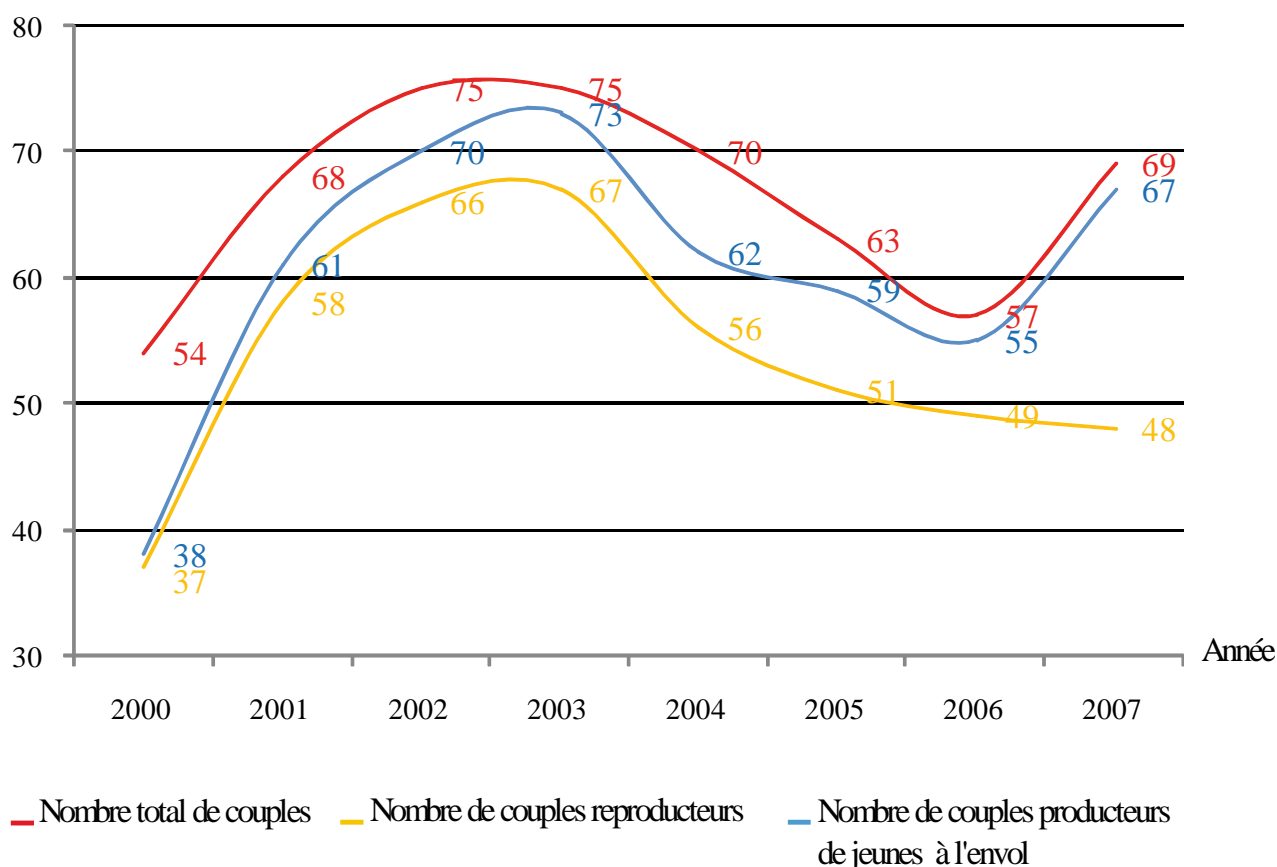


Figure 7 : Evolution du nombre total de couples, du nombre de couples nicheurs et producteurs pour la période 2000-2007

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne	Variance
Andlau	3	7	8	8	8	8	7	4	6,63	3,98
Barembach	0	1	1	1	1	0	1	2	0,88	0,41
Bruche	5	13	14	11	14	12	9	12	11,25	9,07
Climontaine	2	3	3	2	2	2	1	3	2,25	0,50
Ehn	4	5	6	6	4	7	6	8	5,75	1,93
Framont	0	3	5	5	2	2	2	2	2,63	2,84
Giessen	11	11	12	10	6	7	5	6	8,50	7,71
Hasel	1	4	6	7	4	6	4	7	4,88	4,13
Kirneck	3	2	1	4	4	2	1	1	2,25	1,64
Magel	2	3	3	8	5	3	9	7	5,00	7,14
Netzenbach	0	3	3	3	3	2	3	3	2,50	1,14
Champenay	0	0	1	1	2	2	0	2	1,00	0,86
Rothaine	5	3	5	5	5	5	3	6	4,63	1,13
Russ	2	2	1	1	2	1	2	2	1,63	0,27
Schirgoutte	0	1	1	1	0	0	2	2	0,88	0,70
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>61</b>	<b>70</b>	<b>73</b>	<b>62</b>	<b>59</b>	<b>55</b>	<b>67</b>	<b>60,63</b>	<b>118,55</b>

Figure 8 : Evolution (2000-2007), moyenne et variance du nombre de couples nicheurs par rivière

L'effectif total de couples nicheurs fluctue au fil des ans autour de la valeur moyenne sans mettre en évidence de tendance globale mais des évolutions se dessinent à l'échelle des cours d'eau. Le nombre de couples nicheurs sur le Giessen diminuent de manière significative (*Linear regression* ;  $F= 21$  ;  $p = 0,004$ ). A l'opposé, les effectifs nicheurs de l'Ehn augmentent significativement (*Linear regression* ;  $F= 6,237$  ;  $p = 0,047$ ) et, de manière moindre, la Magel présente également cette augmentation (*Linear regression* ;  $F_{1;7} = 5,062$  ;  $p = 0,065$ ). Les autres

cours d'eau présentent des variations d'effectifs plus ou moins importantes selon les années sans montrer de réelle évolution. Certains de ces cours d'eau présentent tout de même de forte variance de leur effectif nicheur tel le Framont ou la Schirgoutte (Fig 8). Enfin, certains, tels la Climontaine ou le Russ (Fig 8), présentent peu de fluctuations d'effectif et semblent beaucoup plus « stables ».

La forte variance du nombre de couples nicheurs sur certains cours d'eau pourrait démontrer une instabilité de la population sur ces rivières. Or cela tient davantage aux caractéristiques du cours d'eau. Ainsi, un cours d'eau tel la Schirgoutte offre peu de possibilité à l'oiseau pour nicher et n'est donc fréquenté que par peu de couples. Dès lors qu'un couple ne se reforme pas suite à la mortalité d'un partenaire, le site ne verra pas de nouvelle nichée durant quelques années avant qu'un autre individu ne revienne former un nouveau couple. On peut, par exemple, observer au cours des années du suivi sur ce ruisseau, qu'il n'y a eu aucune reproduction durant deux années consécutives alors qu'au moins un individu fut observé. Ce phénomène ne se produit pas sur les rivières plus longues comme la Climontaine puisque leur taille permet à une population de réserve de s'installer pour ensuite reconquérir les territoires vacants très rapidement.

Les tendances à la baisse pour le Giessen et à l'augmentation pour l'Ehn et la Magel pourraient tenir à l'urbanisation différente sur les cours d'eau. Les rives du Giessen sont bordées de nombreuses communes (une dizaine en proximité immédiate) alors que celles-ci sont moins nombreuses (2 et 3) et de tailles moindres sur l'Ehn et la Magel. Les pressions sur le milieu sont donc différentes. L'étude des caractéristiques physico-chimiques et de leur évolution sur ces cours d'eau permettra de voir si cette hypothèse se vérifie.

Par contre la baisse observée du nombre de couples producteurs depuis 2003 est plus inquiétante puisque le nombre de couples nicheurs ne suit pas cette tendance. Les possibilités de trouver un site de nidification évoluent peu au cours du temps. En effet, lors de la réfection d'un ouvrage où l'oiseau était nicheur, une mesure de conservation du site est mise en place par la pose d'un nichoir. On peut même penser que les possibilités de trouver un site augmentent puisque certains ouvrages se dégradent progressivement. La population trouvera donc toujours des sites de nidification. Une dégradation de la qualité de l'eau et une accumulation de produits polluants dans l'organisme des oiseaux n'est pas à exclure et pourrait expliquer cette baisse du nombre de couples producteurs. Bustnes *et al.* (1998) ont montré que la concentration en PCB d'un organisme avait une influence sur le comportement d'incubation chez le goéland bourgmestre (*Larus hyperboreus*). On peut alors émettre l'hypothèse que la durée d'incubation soit perturbée et que les périodes d'absence de la femelle au nid soient trop longues. De plus, l'effet sur la génération naissante et ses performances (en termes de survie et de reproduction) à longs termes n'est pas encore connu chez le Cincle malgré les études sur l'effet des PCB sur cet oiseau (Ormerod *et al.*, 2000).

Le nombre de couples nicheurs, pris isolément, n'apporte que peu d'informations et ne permet pas de comparaisons entre cours d'eau. Il paraît plus intéressant de voir, parmi l'ensemble des couples inventoriés, la proportion de ceux qui ont tenté de nicher. Ces proportions sont significativement différentes selon les cours d'eau (Pearson *Chi-square* ;  $\chi^2 = 56,664$  ;  $p < 0,001$ ). Ainsi, sur l'ensemble des couples identifiés jusqu'à présent, 91% ont, en moyenne, entrepris de nicher mais des disparités existent entre les rivières. Par exemple, l'ensemble des couples fréquentant la Climontaine, la Bruche, le Barembach et le Framont ont niché mais 70% des couples de la Magel se sont reproduits et 78% sur la Schirgoutte et la Kirneck. On peut alors émettre l'hypothèse que certains cours d'eau soient plus favorables à l'accueil et la nidification du Cincle.

Le nombre de couples producteurs d'au moins un jeune à l'envol n'apporte également que peu d'informations pris isolément. Il est plus intéressant de regarder la proportion de couples producteurs par rapport au nombre total de couples ou au nombre de couples nicheurs. La proportion de couples producteurs par rapport à l'ensemble des couples identifiés est significativement différente selon les cours d'eau (Pearson *Chi-square* ;  $\chi^2 = 35,861$  ;  $p = 0,001$ ) tout comme la proportion de couples nicheurs. 81% des couples identifiés ont, en moyenne, été producteurs d'au moins un jeune à l'envol avec là encore de grande disparité selon les cours d'eau

(100% pour le Framont et, à l'opposé, 63% pour le ruisseau de Champenay et 65% pour la Kirneck). Mais, par rapport au nombre de couples nicheurs, les proportions de couples producteurs ne diffèrent pas significativement selon les rivières (*Pearson Chi-square* ;  $\chi^2 = 20,487$  ;  $p = 0,116$ ). On peut donc penser que chaque couple nicheur de la population a, pour une même saison de reproduction, la même probabilité de mener à terme une nichée et les conditions lors de l'élevage des jeunes n'influencent pas sur la réussite de cette nichée.

Les proportions de couples nicheurs et producteurs sont donc différentes selon les rivières, certaines sont donc plus favorables à l'accueil, la nidification et la production de jeunes à l'envol. Différentes hypothèses, non exclusives, peuvent être émises pour expliquer cette répartition différente des proportions :

➤ Les conditions climatiques conditionnent le début de la nidification et la condition physique des individus. En hiver, le Cincle se déplace sur les cours d'eau à la recherche de conditions plus favorables. Mais, si le froid perdure en début de saison lorsque les couples sont cantonnés, les couples devront investir davantage d'énergie dans leur survie au détriment de la reproduction ou de la réussite d'une nichée. La configuration des vallées différentes selon les cours d'eau explique des conditions climatiques variables au sein de la zone d'étude et donc ces différences de proportion entre les rivières.

➤ L'habitat en termes de potentialité d'accueil varie également selon les cours d'eau. Il a été constaté que le Cincle nichait surtout dans des sites artificiels (ponts, voutes...). Or l'urbanisation est différente selon les vallées et certains cours d'eau sont beaucoup plus sujet à aménagement offrant alors davantage de sites favorables. Malgré le réaménagement après travaux de sites anciennement occupés, tous les individus de la population ne trouveront pas de sites favorables pour accrocher leur nid et constitueront une population de réserve même si le milieu présentait les conditions nécessaires à la nidification. Cela explique donc les différences de proportion de couples nicheurs par rapport au nombre total de couples.

➤ L'habitat en termes de qualité de l'eau et de quantité de ressources alimentaires peut également conditionner ces différences de proportions entre rivière. Certains cours d'eau offrent moins de ressources alimentaires au Cincle. Les couples ne possèdent donc pas les conditions physiques nécessaires à la production d'une nichée et n'investiront pas dans la reproduction.

➤ Le parasitisme et la prédation peuvent aussi avoir des conséquences et expliquer que certains cours d'eau soient plus favorables. En effet, il a été constaté que certains sites étaient plus soumis à ces phénomènes lors de la phase de construction du nid notamment. La configuration de certains ponts facilite dans certains cas l'accès au nid par des prédateurs. Le parasitisme reste quant à lui mal connu dans cette étude bien qu'il soit observé. Or il apparaît que le pic de ponte de certains parasites se situe peu avant la ponte de l'oiseau (Doyle, 2005) afin de synchroniser développement des parasites et développement des oisillons pour permettre la dispersion du parasite. Si la densité de parasites est trop importante, peut-elle conduire à l'abandon de la nidification et de la construction du nid ? Une étude plus poussée dans ce domaine devrait être menée afin de connaître davantage l'influence du parasitisme des nids.

## **C - Données morphométriques**

La *figure 9* nous donne les valeurs moyennes et extrêmes des traits morphométriques (masse, longueur ailaire, longueur tête-bec, longueur du tarse) relevés pour les 1903 oiseaux capturés dans la zone d'étude. Le dimorphisme sexuel mâle/femelle pour cette espèce est mis en évidence puisque, pour l'ensemble des traits mesurés, la valeur moyenne est significativement supérieure pour le mâle (*Mann-Whitney's test* ;  $p < 0,001$ ) mais les intervalles de mesures étant important, la plupart de ces critères ne permettent pas de distinguer le sexe lors de la capture. Selon Marzolin (1988), seules les mesures d'ailes pliées étaient distinctes, ce qui est également le cas dans cette population puisque la zone de chevauchement des longueurs ailaire est restreinte malgré quelques extrêmes.

	Moyenne n= 1903	Variance	Femelle n= 959	Mâle n= 944	Test statistique (Mann-Whitney's test)	ddl	Probabilité
Masse (en gr)	70,58	49,14	67,74 (44-89)	74,92 (54-93)	454,788	1	p< 0,001
Longueur alaire (en mm)	91,73	21,21	88,47 (74-98,5)	96,72 (89-113)	1216,749	1	p< 0,001
Longueur tête-bec (en mm)	46,36	1,75	45,73 (42-54,8)	47,27 (36-52)	639,691	1	p< 0,001
Longueur tarse (en mm)	34,37	6,48	33,50 (25-67)	35,65 (31,5-45,5)	492,813	1	p< 0,001

Figure 9 : Données morphométriques du Cincle plongeur dans la zone d'étude

Minimum et maximum figurent entre parenthèses sous la valeur moyenne

La longueur du tarse et la longueur de l'aile sont supérieures de moins de 1 mm pour les deux sexes par rapport à la population de Lorraine (Marzolin, 1990). La longueur tête-bec n'est quant à elle pas comparable puisque les méthodes de mesures sont différentes. La masse présente une moyenne supérieure à l'intervalle de 50-70 grammes proposés par Géroutet (1998) et davantage de variations dues notamment à la période de relevés des mesures. Pour cette étude les données sont prises plusieurs fois pour un même oiseau au cours de l'année. Or la masse de l'oiseau n'est pas constante (Marzolin, 1990). Davantage de mesures prises en période de reproduction (où l'oiseau atteint sa masse maximale) expliquent cette masse supérieure.

## **D - Reproduction**

Année	Ponte 1	Ponte 2
2000	38	6
2001	61	21
2002	70	19
2003	73	17
2004	62	15
2005	59	8
2006	55	16
2007	67	25

Figure 10 : Nombre de premières et secondes pontes constatées selon les années

Ces huit années de suivi permettent de se faire une représentation plus précise de la phénologie de la reproduction du Cincle en Alsace à partir des 612 pontes constatées (485 P1 et 127 P2 ; Fig. 10). Il apparaît que trois pontes peuvent avoir lieu au cours de la saison de reproduction : la première étant en moyenne au 4 avril ( $\sigma= 20,27$ ) et la seconde au 4 mai ( $\sigma= 13,75$ ). La troisième ponte est une ponte de remplacement lorsqu'une ponte échoue. La date de cette ponte de remplacement a été prise en compte comme date de première ou seconde ponte selon laquelle avait échoué. La reproduction peut s'étaler, selon les conditions climatiques printanières, du 14 février pour les plus précoces jusqu'au 6 juin pour les plus tardives (Fig. 11).

Une grande diversité apparaît dans la formulation exacte des paramètres étudiés pour une population puisque certains auteurs distinguent les deux pontes, d'autres non. Les comparaisons sont alors difficiles. Mais il apparaît dans un premier temps que la date moyenne de première ponte se rapprocherait de celle des populations allemandes ou autrichiennes (Roché & D'Andurain, 1995) plutôt que celle des populations lorraines (Roché & D'Andurain, 1995). Un travail plus récent (D'Amico *et al.*, 2003) montre toutefois que la date moyenne de première ponte en Lorraine se situerait dans la 19<sup>ième</sup> pentade (soit les 2 et 3 avril) et la seconde dans la 26<sup>ième</sup> pentade (6 mai), ce qui correspond à celles obtenues en Alsace. Toutefois, un écart de 1 mois est observé par rapport à la population d'Auvergne (Boitier, 2004) et un étalement beaucoup plus long des pontes. Les dates obtenues en Alsace semblent donc bien s'inscrire dans le gradient nord-sud d'étalement des dates de pontes.

Nombre de pontes

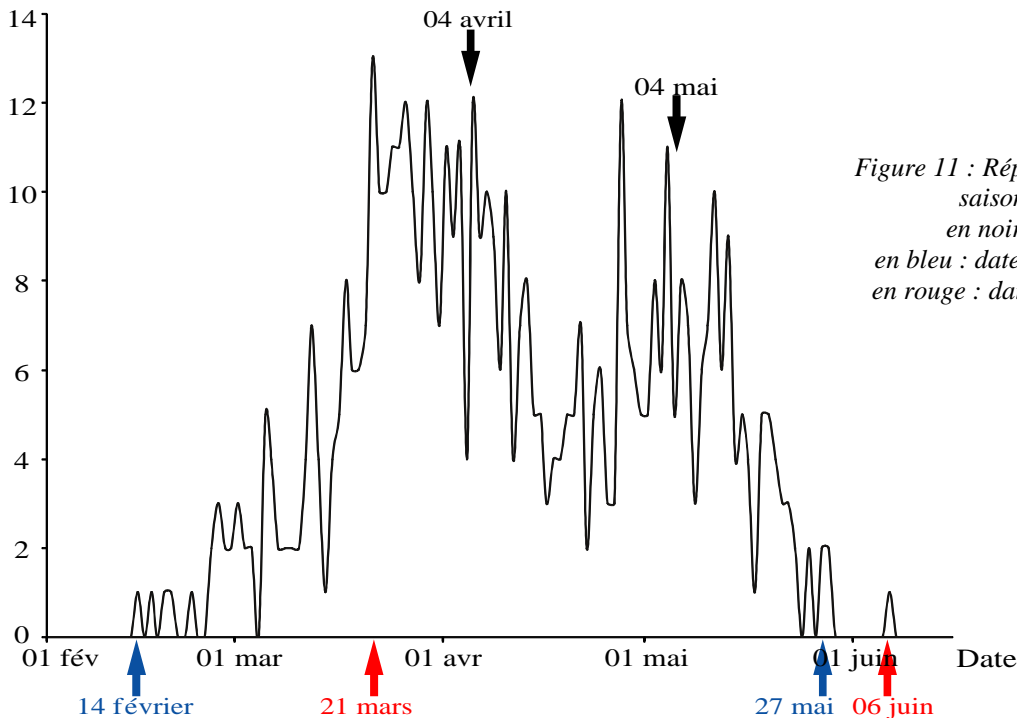


Figure 11 : Répartition des pontes au cours de la saison de reproduction  
 en noir : date moyenne de ponte  
 en bleu : dates extrêmes de la première ponte  
 en rouge : dates extrêmes de la seconde ponte

## 1 - Date de première ponte

La date moyenne de ponte à l'échelle de la population, sur la période considérée, varie significativement selon les années (*Kruskal Wallis test* ;  $\chi^2 = 39,610$  ;  $p < 0,001$ ). Ainsi, en 2000, celle-ci se situait au 19 avril ( $\sigma = 3,70$ ) alors qu'en 2007, le 23 mars ( $\sigma = 2,83$ ) est la date moyenne de ponte soit 27 jours de différence. On observe même, depuis le début du suivi, une tendance significative (*Linear regression* ;  $F = 18,106$  ;  $p < 0,0001$ ) vers des pontes plus précoces. Ce phénomène a déjà été démontré pour d'autres espèces (Pearce-Higgins *et al*, 2005 ; Visser *et al*, 2005) dans des études portant sur les changements globaux. Nous verrons donc par la suite l'influence et comment intervient l'environnement (et notamment les températures) sur les dates de ponte. Ceci permettra de déterminer si l'on peut se placer dans cette perspective de changements globaux ou alors s'il s'agit d'une stratégie adaptative de l'oiseau afin de répondre au mieux aux conditions environnementales du printemps. Cette dernière hypothèse semble être plus plausible. En effet, les populations d'Auvergne, qui subissent également l'influence de ces changements globaux, n'ont pas avancé la date moyenne de ponte durant les années 1997-2002 (Boitier, 2004).

La date moyenne de ponte, sur la période considérée, varie également de manière significative selon les cours d'eau (*Kruskal Wallis test* ;  $\chi^2 = 32,826$  ;  $p = 0,003$ ). Les rivières présentant les mêmes caractéristiques ont été regroupées (*Mean comparison by each pair, Student's t*). La Bruche, le Giessen, la Magel et la Rothaine sont les cours d'eau aux dates de ponte les plus précoces (du 30 mars au 2 avril). L'Andlau, la Kirneck, le ruisseau de Champenay et le Russ sont les rivières où les pontes sont les plus tardives (du 13 avril au 16 avril). Les dates moyennes de ponte des autres rivières se situent globalement autour du 4 avril. Il apparaît que ces groupes reflètent en partie les caractéristiques des cours d'eau (morphologie, relief...) : les dates les plus tardives se retrouvent sur des cours d'eau torrentueux coulant dans des vallées relativement encaissées où les températures plus clémentes du printemps se font ressentir tardivement. A l'inverse, une vallée large avec une rivière plus calme permet un réchauffement printanier plus rapide et conduit donc à des pontes plus précoces, comme sur la Bruche. Toutefois une étude plus poussée de ces caractéristiques pour chacun des cours d'eau et de leur bassin versant permettrait de confirmer cette hypothèse.

Il n'y a pas de relation significative entre la date moyenne des premières pontes et le volume de précipitations hivernales selon les années (*Spearman's Rho* ;  $r = -0,167$  ;  $p = 0,693$ ), ni avec les températures moyennes durant cette même période (*Spearman's Rho* ;  $r = -0,238$  ;  $p = 0,570$ ). Cette influence supposée nulle du volume de précipitation durant la période hivernale suggère que l'augmentation des débits et de la turbidité, et donc un accès et une disponibilité moindre des proies, n'affectent guère l'espèce au début de la saison de reproduction. En effet, il est observé que l'oiseau réagissait rapidement à ces conditions en poursuivant sa recherche de nourriture sur les affluents plus petits et donc moins soumis à ces variations de niveaux d'eau et de turbidité. Boitier (2004) a tout de même constaté à plusieurs reprises que l'oiseau pouvait différer la ponte de quelques jours, de sorte que le niveau d'eau pouvait retrouver un niveau plus stable.

D'autres éléments d'appréciation des conditions climatiques durant cette période hivernale (janvier, février et mars) ont été également pris en compte afin de mesurer l'influence des conditions climatiques sur la date de ponte. Aucun de ces paramètres n'a d'effet significatif sur la date de ponte (*Fig. 12*). De plus, aucune tendance vers un réchauffement de la période hivernale n'est constaté (*Linear regression* ;  $F = 0,596$  ;  $p = 0,470$ ). Toutefois, l'influence de la température de l'air en période hivernale sur la précocité des pontes n'est pas à négliger. Boitier (2004) a montré l'influence de la durée de la douceur hivernale et des températures maximales vers des pontes plus précoces. Ces résultats vont à l'encontre de ceci mais les échelles temporelle et spatiale ici utilisées sont insuffisamment précises pour une analyse statistique. En effet, la zone d'étude n'est couverte que par une station météo : il existe toutefois, au niveau des conditions climatiques, des variations locales qui ne peuvent alors pas être prise en compte.

	Nbjtn10	Nbjtn5	Nbjgelée	Nbjtx0	Txab
Spearman's Rho	0,268	0,310	0,095	0,359	-0,119
p	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

*Figure 12 : Corrélation entre paramètres climatiques et date moyenne de première ponte. (Spearman's rho, p= seuil de probabilité)*

*Nbjtn<10 : nombre de jours avec  $tn \leq -10$*

*Nbjtn<5 : nombre de jours avec  $tn \leq -5$*

*Nbjgelée : nombre de jours avec gelee (température mini < 0)*

*Nbjtx0 : nombre de jours avec température maxi  $\leq 0$  (gel continu)*

*Txab : température maxi du mois*

## 2 - Date de seconde ponte

La date de seconde ponte ne varie pas significativement selon les rivières (*Kruskall Wallis test* ;  $\chi^2 = 14,203$  ;  $p = 0,360$ ) mais on observe des variations selon les années (*Kruskall Wallis test* ;  $\chi^2 = 26,879$  ;  $p < 0,001$ ). Ainsi, en 2007, la seconde ponte était, en moyenne, au 26 avril ( $\sigma = 13,76$ ) alors qu'elle se situait au 13 mai ( $\sigma = 7,15$ ) en 2004 soit 18 jours de différence. Toutefois ces variations ne permettent pas, statistiquement, de déterminer de tendances significatives, à l'instar de la première ponte, vers des pontes plus précoces (*Linear regression* ;  $F = 2,301$  ;  $p = 0,132$ ). Boitier (2004) a quant à lui mis en évidence une seconde ponte plus précoce pour la population de l'Auvergne.

La durée moyenne entre deux pontes successives (moy = 50 ;  $\sigma = 9,35$  ; min = 29 ; max = 82) ne varie pas significativement selon les années (*Kruskall-Wallis's test* ;  $\chi^2 = 8,956$  ;  $p = 0,260$ ) et reste même sensiblement constante (*Linear regression* ;  $F = 0,341$  ;  $p = 0,560$ ). La date de première ponte influence donc directement celle de la seconde (*Linear regression* ;  $F = 111,859$  ;  $p < 0,001$ ) : une première ponte précoce conduira à une seconde ponte plus précoce également et à un plus grand nombre de deuxième ponte. Les variations dans cette durée sont probablement dûs à la date de première ponte : plus une première ponte sera tardive, plus l'éventuelle seconde ponte sera déposée rapidement (*Linear regression* ;  $F = 9,78$  ;  $p = 0,020$ ). Cet intervalle moyen observé entre deux pontes successives est similaire à celui enregistré en Auvergne (Boitier, 2004). La valeur de cet intervalle signifie que la femelle recommence à pondre quand les jeunes de la nichée sont âgés d'environ 29 jours, soit une dizaine de jours après leur envol du nid.

### 3 - Influence de l'altitude sur les dates de pontes

Linear regression	P1	P2
F	2,372	68,847
p	n.s.	< 0,001

Figure 13 : Influence de l'altitude sur les dates de premières et secondes pontes

La relation entre la date de ponte et l'altitude est significative seulement pour les secondes pontes (Fig. 13). Une élévation de 100 m engendre un délai supplémentaire de 8,20 jours dans notre zone d'étude pour les secondes pontes. Ces résultats sont totalement à l'inverse de ceux trouvés par Boitier

(2004) pour une population de Cincle en Auvergne. Ce délai de 8,20 jours ne peut être attribué totalement à un dénivelé somme toute assez modeste (630 m) et la bibliographie ne permet pas de dégager de tendance générale à l'échelle européenne de l'influence de l'altitude. Les délais varient en effet de 5 jours (Schmid, 1985) voire 19 en haute altitude (Breitenmoser-Wursten, 1988) et même jusqu'à 39 jours (Fracasso *et al.*, 2000).

### 4 - Taux de secondes pontes

Le taux moyen de seconde ponte (le nombre de couples ayant fait deux pontes par rapport au nombre total de couples reproducteurs) est de 23,71% avec là encore de grandes disparités selon les années. 10,53% des couples ont effectué deux pontes en 2000 contre 37,31% en 2007 mais l'accroissement de ce taux n'est statistiquement pas significative (*Linear regression* ; F= 1,820 ; p= 0,226) comme nous aurions pu le penser.

Ce taux de seconde ponte est inférieur à celui obtenu par Roché & D'Andurain (1995) pour les populations de l'Allier (33-45%) et de la Loire (28%) mais reste dans la fourchette de 5-6% (Efteland *in* Tyler & Ormerod, 1985) et 56% (Baake, 1982). Une étude plus récente montre un taux de seconde ponte pouvant atteindre 69,2 à 85,7% pour les populations d'Auvergne (Boitier, 2004). Cette variation du taux de seconde ponte à l'échelle européenne pourrait s'expliquer notamment par la proportion de sites de nidifications artificiels (nichoirs, ponts, moulins...) selon Breitenmoser-Wursten (1988). Ces derniers inciteraient davantage à une ponte plus précoce et donc à la production d'une seconde nichée. Les données obtenues pour cette population tendent à infirmer cette relation. En effet, l'ensemble des sites de nidification sont des sites artificiels. Seuls quelques rares nids « naturels » ont été rencontrés jusqu'à présent et ne permettent pas de confirmer cette hypothèse. La précocité de la première ponte a donc plus de conséquence sur ce taux de seconde ponte en laissant davantage de temps à un plus grand nombre de couple pour tenter une seconde nichée.

### 5 - Taille de pontes

Le nombre moyen d'œufs à la première ponte ( $n= 485$  ;  $moy= 4,73$  ;  $\sigma= 0,787$ ) est sensiblement supérieur (*Mann-Whitney's test* ;  $\chi^2= 24,787$  ;  $p< 0,0001$ ) à celui de la seconde ( $n=127$  ;  $moy= 4,32$  ;  $\sigma= 0,916$ ). Ces moyennes sont inférieures à celles obtenues sur les populations de l'Auvergne où la taille moyenne est de 5,13 œufs (Boitier, 2004) mais démontrent également une première ponte plus importante que la seconde. 59% des pontes comptent 5 œufs et 93,6% entre 4 et 6 œufs.

	P1	P2
Année	$\chi^2= 32,787$ $p< 0,001$	$\chi^2= 14,292$ $p= 0,046$
Rivière	$\chi^2= 21,377$ n.s.	$\chi^2= 15,510$ n.s.

Figure 14 : Influence des facteurs année et rivière sur les tailles moyennes de première et seconde pontes (*Kruskall-Wallis's test*)

Le facteur année a une influence significative sur les tailles de ponte (première et seconde, Fig. 14) alors que la rivière n'a pas de conséquences sur celles-ci (Fig. 14). Certaines années sont donc plus favorables pour la production d'œufs.

Les tailles moyennes de première ponte varient significativement de 4,60 œufs en 2000 à 5 en 2006 et une tendance à la hausse du nombre d'œufs est remarquée (*Linear regression* ; F= 4,641 ;  $p= 0,032$ ). On observe également une tendance à la hausse du nombre moyen d'œufs à la deuxième ponte (*Linear regression* ; F= 4,337 ;  $p= 0,039$ ). Boitier (2004) n'avait pas mis en évidence une

telle augmentation des tailles de ponte. Certaines années permettent donc à l'oiseau d'investir davantage dans la reproduction probablement grâce à des ressources alimentaires qui ont évolué au cours du temps. Il est également possible de relier cette augmentation à la date de ponte plus précoce au cours de ces années. En effet, dans le cas d'une ponte précoce, les individus sont soumis moins longtemps aux conditions climatiques de l'hiver. Ils ont donc des dépenses énergétiques moindres pour leur survie et une meilleure condition physique au sortir de l'hiver. Ceci leur permet donc un investissement plus important dans la reproduction. Les couples produisent donc plus d'œufs mais de moins en moins parviennent à mener une nichée à l'envol (*cf.* III- D- 6). Les causes de ces échecs peuvent être nombreuses mais il apparaît que le compromis dans l'allocation de l'énergie n'est pas optimal. Les individus investissent davantage dans la reproduction mais, au final, ne parviennent pas à produire plus, bien au contraire. Les perturbations de la couvaison, comme expliqué précédemment, peuvent également être la source de cet échec.

Les précipitations hivernales n'ont pas de relation significative avec la taille de ponte (*Spearman's Rho* ;  $r = -0,5$  ;  $p = 0,207$ ) alors que les températures hivernales ont une influence négative sur cette même taille de ponte (*Spearman's Rho* ;  $r = -0,4260$  ;  $p = 0,038$ ). Ainsi, la taille moyenne de ponte baisse (*Fig. 15*) lorsque les températures moyennes durant les mois de la période hivernale augmentent (*Linear regression* ;  $F = 4,603$  ;  $p = 0,043$ ).

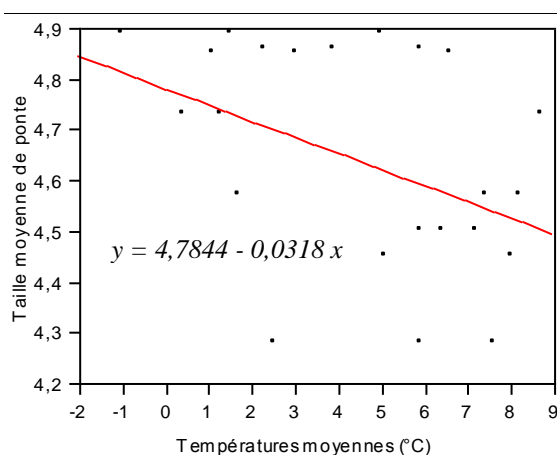


Figure 15 : Influence de la température moyenne de la période hivernale (janvier à mars) sur la taille moyenne de ponte

Une hypothèse pour expliquer ce phénomène serait qu'il s'agisse d'une stratégie d'ajustement aux conditions environnementales et surtout à la disponibilité des ressources (Winkler & Allen, 1996). Ainsi des températures élevées durant cette période peut conduire à un développement plus rapide des invertébrés dont se nourrit l'oiseau et donc un décalage par rapport à la date moyenne de ponte. La taille de ponte sera alors diminuée pour que les ressources soient suffisantes à l'élevage des jeunes

## 6 - Taille des nichées à l'envol

Le nombre moyen de jeunes à l'envol à la première ponte ( $n = 485$  ;  $moy = 3,52$  ;  $\sigma = 1,747$ ) est sensiblement supérieur (*Mann-Whitney's test* ;  $\chi^2 = 6,11$  ;  $p = 0,0134$ ) à celui de la seconde ( $n = 127$  ;  $moy = 3,21$  ;  $\sigma = 1,6116$ ). Les proportions de jeunes à l'envol par rapport au nombre d'œufs pondus sont quant à elles similaires entre les pontes (*Mann-Whitney's test* ;  $\chi^2 = 0,0301$  ;  $p = 0,8622$ ). 73,49% ( $\sigma = 34,75$ ) des œufs de première ponte aboutissent en moyenne à la production de jeunes à l'envol contre 73,80% ( $\sigma = 34,85$ ) pour la seconde ponte. Les taux de réussite des pontes sont sensiblement identiques entre les deux pontes (*Fig. 16*).

Taux de réussite	P1	P2	P1 + P2
0%	14,02%	13,38%	13,88%
100%	47,63%	49,61%	48,04%
< 50%	17,94%	18,11%	17,97%
> 50%	82,06%	81,89%	82,03%

Figure 16 : Comparaison des proportions de taux de réussites des nichées selon les pontes (*Kruskall-Wallis's test*)

	P1	P2
Année	$\chi^2 = 26,921$ $p < 0,001$	$\chi^2 = 6,775$ n.s.
Rivière	$\chi^2 = 12,916$ n.s.	$\chi^2 = 11,636$ n.s.

Figure 17 : Influence des facteurs années et rivière sur le nombre de jeunes à l'envol (*Kruskall-Wallis's test*)

Le facteur année n'a une influence significative que sur le nombre de jeunes à l'envol issus de la première ponte (*Fig. 17*) alors que la rivière n'a pas de conséquences sur celui-ci (*Fig. 17*).



Ainsi, le nombre moyen de jeunes à l'envol varie de 2,45 jeunes en 2007 à 3,93 en 2003 et une tendance à la baisse du nombre de jeunes est remarquée (*Linear regression* ;  $F= 14,17$  ;  $p < 0,001$ ). Le nombre de jeunes à l'envol passe alors en deçà de ceux trouvés dans d'autres populations d'Europe et est même largement inférieur (Roché & D'Andurain, 1995). Seul Shooter (1970) avait trouvé un nombre de jeunes sensiblement identique. Ceci confirme le phénomène cité précédemment, à savoir une baisse du nombre de couples producteurs.

## **E - Mouvements d'individus au sein de la population**

### **1 - Mouvements hivernaux des adultes**

	Moyenne (en km)	$\sigma$
Population	22,487	5,25
Femelle ( $n= 325$ )	21,90	4,57
Mâle ( $n= 189$ )	23,27	6,10

Figure 18 : Distances moyenne et variance des mouvements hivernaux pour la population et selon les sexes

Les populations françaises de Cincle sont sédentaires (Vansteenwegen, 1997). Selon ce même auteur, les mouvements seraient principalement erratiques ou dispersifs et selon Creutz (1966), l'espèce conserverait son caractère territoriale même en hiver. Mais Lundberg *et al.* (1981) constatent tout de même une certaine instabilité dans les effectifs de Cincles hivernants. La capture en période

hivernale (de novembre à janvier) et le contrôle d'individus déjà bagués ont permis de mettre en évidence ces mouvements d'individus durant l'hiver dans la zone d'étude (*Fig. 18*). En effet, ceux-ci sont soumis aux conditions hivernales et doivent tout de même se nourrir. Les individus se dispersent donc sur les cours d'eau à la recherche de tronçons de rivière plus favorables à la recherche de nourriture. On observe alors des déplacements moyens de 22,5 km (min= 20,5 km ; max= 36 km). Ces déplacements sont supérieurs pour les mâles (*Mann-Whitney's test* ;  $\chi^2= 83,229$  ;  $p < 0,0001$ ) qui parcourent plus de distances. En effet, l'oiseau conserve un comportement territorial (atténué certes) durant cette saison. Les mâles territorialisés ont donc un comportement de rejet de leurs congénères mâles, les obligeant à parcourir une distance supérieure à la recherche de nouveaux sites. Ils n'auront pas ce même comportement à l'égard des femelles et seront plus tolérants.

La condition physique d'un individu peut être évaluée par la régression (Green, 2001) de la masse par la longueur du tarse (*Linear regression* ;  $F= 223,219$  ;  $p < 0,0001$ ). On obtient alors un indice de condition physique (les résidus de régression). Or il apparaît que la distance des mouvements hivernaux est négativement influencée par la condition physique (*Linear regression* ;  $F= 4,3974$  ;  $p= 0,0363$ ) de l'individu. Un individu faible parcourt donc davantage de distance à la recherche de nourriture. Ceci s'explique par le fait que la condition physique est négativement corrélée à l'altitude (*Linear regression* ;  $F=5,7908$  ;  $p= 0,0162$ ) : les individus en altitude sont davantage soumis à la rigueur du climat de l'hiver et donc à des ressources alimentaires moins nombreuses. Ils devront donc, déjà affaiblis par les conditions climatiques, parcourir plus de distance afin de retrouver un secteur plus propice. De plus, les mâles se verront rejetés encore plus loin par leurs congénères déjà installés.

On remarque également que la distance des mouvements sont également fonction de l'âge des individus (*Kruskall-Wallis's test* ;  $\chi^2= 16,7803$  ;  $p= 0,0049$ ). On observe que cette distance augmente légèrement entre la première et seconde année pour diminuer ensuite progressivement quand l'âge augmente (*Polynomial regression degree 2* ;  $F= 3,1453$  ;  $p= 0,0436$ ). Cela vient du fait que la condition physique devient meilleure avec l'âge (*Linear regression* ;  $F= 29,114$  ;  $p < 0,0001$ ). Les individus sont alors moins obligés de se déplacer et sont plus aptes à défendre un territoire proche de leur lieu d'origine. Les plus jeunes sont alors rejetés plus loin sur le cours d'eau.

## 2 - Dispersion

	Moyenne (en km)	$\sigma$
Population	6,41	5,25
Femelle ( $n=77$ )	8,52	5,38
Mâle ( $n=60$ )	4,34	3,85

Figure 19 : Distance moyenne et variance de dispersion pour la population et selon les sexes

Les individus, après un premier hiver, se dispersent à la recherche d'un territoire de nidification et seront donc recapturés lors de leur première reproduction, permettant ainsi de voir leur distance de dispersion. Parmi les quelques 2000 individus bagués au nid, 137 ont été recapturés dans ce contexte. Il apparaît que la distance moyenne de dispersion est de 6,41 km ( $\sigma=5,250$ ). La distance de dispersion (Fig. 19) des femelles est nettement supérieure à celle des mâles (*Mann-Whitney's test* ;  $\chi^2=18,868$  ;  $p<0,001$ ). Ceci tient notamment dans le système d'appariement des individus : les mâles défendent un territoire et des ressources même si ce territoire n'offre pas les conditions optimales pour la nidification. Le choix des femelles est plus restrictif puisqu'elles restent sur un territoire en fonction de la qualité du site de nidification (protection face à la prédation, ressources...). Elles n'ont alors que peu de choix et sont obligées de parcourir des distances plus importantes avant de se cantonner.

La condition physique influence significativement la dispersion des individus (*Linear regression* ;  $F=6,501$  ;  $p=0,012$ ) mais on observe une différence selon les sexes. La dispersion des femelles n'est pas limitée par leur condition physique (*Linear regression* ;  $F=0,021$  ;  $p=0,88$ ) alors que celle des mâles en est fonction (*Linear regression* ;  $F=5,477$  ;  $p=0,023$ ). Un mâle en bonne condition physique se disperse moins qu'un autre mâle plus faible. En effet, ces derniers ont une capacité moindre à défendre leur territoire face à d'autres mâles et se verront donc repoussés sur des sites plus lointains. La dispersion des femelles est quant à elle davantage conditionnée par leur capacité à trouver un site de nidification.

Dans le cadre d'un programme de conservation de l'espèce, cet élément serait à prendre en compte afin de permettre la reconquête de cours d'eau où l'oiseau se raréfie. Dans la situation actuelle, l'Ehn et la Magel voient leurs effectifs nicheurs augmenter. Ces noyaux populationnels pourraient alors être considérés comme des populations sources et permettre l'extension de la population globale à partir de ces cours d'eau.

# **PARTIE IV : PROPOSITION D'ETUDE ET PLAN DE TRAVAIL**

## **A - Etude du lien entre qualité de l'environnement et présence du Cincle plongeur**

L'utilisation des invertébrés aquatiques pour mesurer la qualité d'une eau s'est révélée être une méthode pertinente et l'on a assisté au développement d'indices tel l'Indice Biologique Global Normalisé. Toutefois ces techniques ne permettent pas d'identifier directement le polluant à l'origine de la dégradation de la rivière mais fournissent des informations sur les réponses de l'environnement à ces perturbations.

Plusieurs études concernant le Cincle ont été réalisées sur sa répartition, sa densité ou encore sa biologie au sein d'une zone géographique ou encore sur l'influence de paramètres environnementaux (pollution, météo, altitude...) sur sa reproduction ou tout autre élément de la biologie de l'espèce. Toutefois peu d'études ont été menées afin de comprendre le lien entre la répartition de l'espèce et les conditions environnementales, notamment en termes de ressources alimentaires, de qualité de l'eau et de qualité de l'habitat. Une telle étude permettrait alors de déterminer le lien entre la présence du Cincle et la qualité de son environnement et de préciser dans quelle mesure le Cincle est indicateur de la qualité d'un milieu aquatique. En effet, il apparaît dans la répartition de la population que l'oiseau est absent de certains tronçons de rivière : peut-on alors considérer que cela reflète une mauvaise qualité de l'eau selon l'opinion communément admise ou alors tout simplement un manque en sites favorables à la nidification lié à la configuration de l'environnement ? Le développement d'un tel bio-indicateur et de modèles statistiques s'avèreraient également intéressants à tout point de vue. Un tel modèle basé sur la présence/absence de l'oiseau et sur sa reproduction intègrait en effet des composantes de qualité de l'eau et de l'environnement à une échelle plus ou moins large. Ceci permettrait alors un diagnostic avec un investissement en temps et argent limité par rapport à d'autres méthodes.

Dans une optique de conservation de l'espèce, la compréhension des causes de disparition s'avère également importante. Les objectifs et moyens d'action peuvent être totalement différents selon les sources de problèmes. Un problème de qualité de l'eau devra être traité dans un cadre plus large de gestion de la ressource en eau à l'échelle du bassin versant par un travail de concertation avec l'ensemble des usagers alors qu'un travail plus ponctuel peut être mené pour compenser et améliorer le potentiel en sites de nidification.

Deux approches peuvent alors être menées afin de comprendre l'importance de la qualité de l'habitat et des ressources alimentaires pour cet oiseau : spatiale et temporelle. Nous verrons donc par la suite l'intérêt de chacune d'elles et le protocole employé pour étudier la quantité et qualité des ressources alimentaires ainsi que les caractéristiques de différentes stations d'un cours d'eau selon ces deux approches. L'intégration de l'ensemble de ces données avec celles du suivi du Cincle permettra alors de comprendre la répartition de l'oiseau sur un cours d'eau et dans quelle mesure ces conditions interviennent sur sa présence/absence et sa reproduction.

Le détail du protocole d'échantillonnage de terrain et de recueil d'informations sera également développé afin de comprendre l'importance des données relevées dans la compréhension du lien Cincle – Qualité de l'environnement. Enfin les méthodologies du traitement des échantillons et des données récoltées seront abordés.

### **1 - Protocole global de l'étude**

#### ***a - Calendrier de travail***

La qualité de l'eau sera évaluée par diverses mesures physico-chimiques de l'eau et par l'analyse des peuplements d'invertébrés. La qualité physique du cours d'eau et donc de l'habitat se

fera par divers relevés des caractéristiques de cet habitat. Ce travail se déroulera sur plusieurs années :

Le travail sera organisé de la manière suivante au cours du temps :

- Année 1 : approche spatiale
- Année 2 : approche temporelle (variations intra-annuelles)
- Année 3 : approche spatiale et temporelle (variations inter-annuelles)
- Année 4 : approche temporelle, variations intra-annuelles
- ...

### ***b - Approche spatiale : protocole d'étude***

Des échantillonnages d'invertébrés et des relevés de caractéristiques seront faits tout au long d'un cours d'eau à intervalle régulier de distance. Le choix du cours d'eau s'est porté sur le *Giessen* jusqu'à la confluence en aval de Villé (*Carte 1*) soit un linéaire de 11 km. En effet, dans ce secteur, on observe une alternance entre zones urbanisées et zones naturelles tout au long du cours d'eau ainsi qu'une densité de couples représentative de celle de la population. De plus, ce cours d'eau fait l'objet d'un suivi de la qualité de l'habitat, de sorte que des données existent déjà et permettront de faire des comparaisons. Un prélèvement tous les kilomètres sur cette distance permet ainsi d'obtenir un nombre d'échantillons intéressant (11 sites avec 8 prélèvements) pour un traitement statistique. De plus l'alternance zones urbanisées/zones naturelles conduit à avoir des échantillons sur ces deux types de milieux tout au long du gradient amont/aval. La Clémontaine et le Framont présentent approximativement les mêmes caractéristiques, s'il s'avère difficile de réaliser les prélèvements sur le *Giessen*. La distance de ces cours d'eau étant moindre (et donc le nombre de prélèvements), le traitement statistique sera moins puissant.

Réitérer cette étude tous les deux ans permettra de suivre l'évolution de l'environnement et ainsi affiner la relation entre le Cincle et la qualité de l'eau. Cette approche évolutive des peuplements d'invertébrés pourra être également mise en relation avec le suivi de la population de Cincle et ainsi mettre en évidence son influence sur la répartition de l'oiseau et sa dynamique. Le pas de temps de deux ans est choisi car les invertébrés ont ainsi la possibilité de réagir et mettre en évidence des perturbations même ponctuelles qui se refléteront alors sur la répartition et la reproduction de l'oiseau. Un pas de temps plus important ne permettra pas de mettre en avant ces perturbations ponctuelles.

### ***c - Approche temporelle, variations intra-annuelles : protocole d'étude***

Lorsque l'approche spatiale de la répartition sera mieux cernée, les caractéristiques du cours d'eau seront alors mieux connues et, par traitements statistiques, il aura été possible de regrouper les stations présentant les mêmes caractéristiques en différents groupes. Ces groupes se définiront probablement selon un gradient de qualité du cours d'eau. Il serait alors intéressant de choisir deux sites (un sur chaque extremum de qualité) où un suivi temporel (au sein d'une saison de reproduction) de l'évolution des peuplements d'invertébrés serait effectué. Des prélèvements réguliers (de l'ordre de 15 à 20 jours) seront donc réalisés.

Réitérer ce suivi temporel sur plusieurs années permettra de constituer une base de données qui permettra de comprendre l'influence des ressources alimentaires sur certains comportements du Cincle. En effet, les causes d'abandon d'un site occupé en début de saison, les causes de l'éjection des couvées, les causes d'échecs de nichées sont encore mal connues. Il serait alors intéressant de comprendre les causes de ces phénomènes.

## **2 - Protocole d'échantillonnage de terrain**

Le protocole d'échantillonnage est largement basé sur la méthodologie de l'IBGN afin d'avoir une méthode standardisée et permettre de calculer un indice de qualité d'eau que l'on pourra comparer avec d'autres données officielles. Le travail se déroulera donc de la manière suivante :

➤ Remplir la fiche de terrain (*Annexe 1*) pour les informations générales, conditions météorologiques et prendre les photographies du site. Identifier les différents habitats où seront réalisés les prélèvements.

➤ Définir et matérialiser le tronçon d'échantillonnage dont la longueur est sensiblement égale à dix fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement. Une fois la zone d'échantillonnage définie, le travail sera commencé du côté aval.

➤ Réaliser les analyses physico-chimiques de qualité de l'eau en évitant de perturber les points de prélèvement.

➤ Effectuer les échantillonnages de faune benthique

➤ Remplir la fiche de terrain (*Annexe 2*) sur les caractéristiques physiques du tronçon.

Celui-ci se veut assez détaillé afin de comprendre l'importance de chacune des données sur les peuplements d'invertébrés et le Cincle. De plus, les références citées permettront d'orienter les recherches documentaires pour l'interprétation des informations recueillies.

### ***a - Informations générales***

#### **❖ *Procédures initiales***

A l'arrivée sur le site d'échantillonnage, le numéro de station, nom du ruisseau, date et heure sont notés sur la feuille de terrain, si cela n'a été effectué préalablement. Les variables de position géographique comme la latitude, la longitude, l'altitude et la distance à la source sont obtenues (ou vérifiées) par l'utilisation d'une carte topographique et ont été notées préalablement ou le seront lors de la visite ou de la saisie informatique des données. Grâce à une localisation précise du centre du tronçon d'échantillonnage par ses coordonnées géographiques, les sites seront aisément retrouvés pour des études ultérieures. L'importance de l'altitude réside surtout dans son effet local sur le régime de température d'un site, le développement des insectes aquatiques ou la reproduction du Cincle. La distance à la source, quant à elle, est une mesure de la position du site sur le ruisseau et apporte des informations liées au *River Continuum Concept* (Vannote *et al.*, 1980). Bien que celui-ci ne soit pas aussi hautement considéré de nos jours, il contient des éléments importants concernant le fonctionnement longitudinal des ruisseaux, ainsi que la distribution de groupes fonctionnels d'organismes.

#### **❖ *Photos du site***

Premièrement, une photo de la feuille de terrain, incluant le numéro ou le nom du site, est prise afin d'identifier la série de photos suivantes (amont, aval et travers du ruisseau). De plus, une photo du substrat sur lequel l'échantillon d'invertébrés sera recueilli est faite dans une zone d'eau calme (*Note : une règle de métal est incluse dans la photo en guise d'échelle*). Une vue d'ensemble du paysage environnant est réalisée pour aider à la description de la station. Ces photos fournissent des informations importantes sur les conditions du site et peuvent aider à résoudre certains problèmes qui peuvent être rencontrés durant les analyses ultérieures.

### ***b - Météo***

Des précipitations abondantes ont un impact sur les débits et niveau d'eau mais également sur les peuplements d'invertébrés. Dans le cas de l'approche spatiale, les conditions des jours précédents devront être prises en compte dans le choix de la période d'échantillonnage. De manière générale, les prélèvements seront réalisés en période de débit stabilisé depuis au moins 10 jours afin de minimiser l'impact des conditions climatiques et de standardiser les conditions de prélèvements. Les données météo du jour (T°C, rosée, brouillard...) sont notées lors du prélèvement. Dans le cas de l'approche temporelle, les conditions seront là très importantes mais ne conditionneront pas le choix de la période d'échantillonnage. En effet, quelques soient les conditions climatiques, le Cincle doit pouvoir trouver la nourriture nécessaire à sa survie et éventuellement au nourrissage des juvéniles. Les prélèvements auront donc lieu à la date fixée quelques soient les conditions des jours précédents. Au contraire, les échantillons réalisés durant ces périodes permettront de comprendre l'effet des précipitations sur les peuplements d'invertébrés et de mettre en évidence un lien entre événements pluvieux et leur durée, qualité de l'eau et certains comportements d'échecs et d'éjection des nichées.

### ***c - Paramètres physico-chimiques de l'eau***

Les matières dissoutes retrouvées dans l'eau sont déterminées par les processus d'érosion du bassin versant, du substrat rocheux et par la géologie de surface. La mesure de plusieurs variables-clé qui affectent directement ou indirectement les invertébrés, peut fournir une grande quantité d'information concernant le type et l'origine des polluants et leur impact sur un ruisseau.

Certains paramètres physicochimiques peuvent être mesurés directement sur le terrain avec des appareils de mesure portables (pH mètre, conductimètre). D'autres doivent être mesurés au laboratoire sur les prélèvements réalisés sur le terrain. La démarche d'analyse sur le terrain sera privilégiée avec des kits d'analyse (type trousse Merck) ou avec des bandelettes de détection à usage unique. Ces dernières permettent une évaluation semi-quantitative, certes peu précise, mais le plus souvent suffisante pour mettre en évidence des perturbations. Les paramètres couramment mesurés lors de l'analyse d'une eau, peuvent être évalués avec de telles méthodes.

Température	Concentrations en ions
pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Dureté	Ca <sup>2+</sup>
Conductivité	Cl <sup>-</sup>
Turbidité	Fe <sup>3+</sup>
Oxygène dissous	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

Figure 20 : Paramètres couramment mesurés lors des analyses d'eau

Selon le matériel de mesure acheté et le fabricant, les tests proposés dans une trousse de terrain peuvent être plus ou moins variés. Les mesures proposées précédemment sont celles effectuées le plus couramment mais il est possible d'élargir ces mesures selon les possibilités offertes par le matériel acquis et selon l'intérêt que peut apporter cette mesure.

#### ***d - Échantillonnage des invertébrés benthiques***

Un schéma du tronçon échantillonné sera fait pour se représenter de manière précise la répartition des points de prélèvements pour les prélèvements ultérieurs. Le numéro de prélèvement sera reporté dans le tableau de répartition des prélèvements entre les habitats et vitesse superficielle du courant correspondants.

Les échantillonnages sont réalisés à l'aide d'un filet de type Suber (Ø= 500µm). Chaque échantillonnage sera constitué de huit prélèvements sur 1m<sup>2</sup> chacun effectués dans les différents habitats présents sur la station. Les catégories de supports sont recherchés dans l'ordre de succession figurant en ordonné du tableau d'échantillonnage (*Annexe 1*). Cet agencement recommande de prospecter prioritairement les habitats les plus hospitaliers pour la faune. Pour chaque catégorie de support le prélèvement est réalisé pour la classe de vitesse où le support est le plus représenté. Les vitesses superficielles sont évaluées pour chaque habitat. Lorsqu'une station monotone ne présente pas les huit types de supports, le nombre de prélèvements est complété à huit par des prélèvements réalisés sur le support dominant dans des vitesses différentes.

Le filet devra toujours être en contact avec le substrat et orienté de sorte que le courant entraîne les invertébrés dans le filet. Les roches incrustées devront être frottées à la main après avoir été retournée. Les substrats plus fins seront mis en suspension pour entraîner les invertébrés dans le filet. L'échantillon est vérifié, les grosses roches et les branches sont enlevées après avoir été rincées et inspectées afin de s'assurer qu'il ne restait pas d'organismes. (*Note : veiller à ce que les durées de prélèvement soient homogènes pour chaque station*). Le prélèvement est ensuite déposé dans un contenant où l'on notera le numéro de station et de prélèvement avec un marqueur (par sécurité une étiquette écrite au crayon peut être placée dans le bocal). Les coutures et les replis du filet seront inspectés soigneusement. Chaque prélèvement sera fixé immédiatement sur le terrain par une solution de formol à 10% et à volume égale au prélèvement.

#### ***e - Caractéristiques de l'habitat et du milieu physique***

Des travaux ont été engagés au niveau national par les Agences de l'Eau pour mettre au point des systèmes d'évaluation de la qualité (SEQ) de chacune des composantes du cours d'eau. Dans ce cadre, l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a engagé depuis 1992 une démarche visant à mettre en œuvre un outil d'évaluation de la qualité du milieu physique des cours d'eau. En 1995, le Conseil Scientifique du Comité de Bassin Rhin-Meuse a validé l'outil provisoire élaboré par l'Agence de

l'Eau. Cette méthode est actuellement opérationnelle et a été appliquée à différents cours d'eau du bassin, et notamment en Alsace.

Le système d'évaluation de la qualité du milieu physique est un outil destiné à répondre aux objectifs suivants :

- Evaluer l'état de la qualité des composantes physiques des cours d'eau en mesurant leur écart par rapport à une situation dite de référence ;
- Offrir un outil d'aide à la décision dans les grands choix stratégiques d'aménagement, de restauration et de gestion des cours d'eau, sans se substituer à des études préalables davantage détaillées.

L'indice "milieu physique" est un outil permettant d'évaluer la qualité du milieu physique d'un tronçon de cours d'eau de façon précise, objective et reproductible. Il fait référence au fonctionnement et à la dynamique naturelle du cours d'eau. L'outil d'évaluation s'appuie sur plusieurs éléments :

- La typologie des rivières. L'indice "milieu physique" est basé sur la comparaison entre le fonctionnement observé sur une portion de cours d'eau et un fonctionnement "naturel" (dans un milieu le moins artificialisé possible) identifié sur le type géomorphologique correspondant à ce cours d'eau. Cette approche permet ainsi de comparer entre eux des systèmes de même nature.
- Une méthode de découpage en tronçons homogènes.
- Une fiche de description du milieu physique unique pour tous les types de cours d'eau présents dans le bassin (nombreuses variables permettant de décrire des situations très diverses). Un observateur, même non spécialiste peut faire une description objective, en utilisant des descripteurs standardisés (AERM, 1999).
- Un traitement informatisé de ces données avec pondération des paramètres.

L'analyse de la qualité de l'habitat du Giessen se basera donc sur cette méthodologie et la fiche de description du milieu physique (*Annexe 2*) proposée par l'Agence de l'Eau sera complétée.

### **3 - Traitement des échantillons**

Le traitement des échantillons consiste, un échantillon à la fois, à :

- Trier les échantillons à l'aide d'une loupe binoculaire. Chaque type d'organismes est déposé dans un contenant différent pour faciliter la détermination ultérieure. Les échantillons devraient être transférés dans une solution d'éthanol 70% de retour « au laboratoire » après 72 heures. Cette méthode permet de fixer les tissus sans dissoudre les dépôts de calcaire de l'exosquelette de certains taxa, maintient la couleur, remplace la plupart de l'eau des organismes par de l'alcool et rend le triage plus confortable.
- Identifier (à l'aide de Tachet *et al.*, 2006) les taxons afin de déterminer le nombre d'individus par taxons, la variété ou richesse taxonomique St (nombre total de taxons avec au moins un individu) et son groupe faunistique indicateur GI (premier taxon parmi les taxons indicateurs à avoir une présence significative de 3 ou 10 individus). L'unité taxonomique retenue est la famille à l'exception de quelques groupes (*Annexes 3 et 4*).

Remarque : les fourreaux et coquilles vides ne seront pas pris en compte dans le décompte des organismes.

### **4 - Analyse spatio-temporelle des peuplements de macro-invertébrés benthiques**

Les données recueillies lors des prélèvements de terrain devront ensuite être analysées afin de tirer des conclusions sur le lien entre Cincle et qualité de l'eau.

Il sera dans un premier temps possible de réaliser des statistiques à partir de divers indices et des Analyses Factorielles de Correspondance (AFC) pour comparer les structures faunistiques des différentes stations.

Mais cette approche ne saurait être suffisante pour développer de manière complète le lien entre le Cincle et son environnement. Des approches statistiques beaucoup plus poussées existent. Quelques études ont développé davantage ces méthodes : Tachet *et al.* (2006) et Usseglio-Polatera

& Beisel (2003) ont particulièrement travaillé sur l'analyse spatio-temporelle des peuplements de macro-invertébrés benthiques.

Ces documents sont particulièrement intéressants et permettraient, en comparant les résultats obtenus, de développer un modèle statistique performant. Il est conseillé de se référer à ces travaux pour approfondir les démarches et l'analyse des résultats. Ici ne seront abordés que leurs objectifs et méthodologies en guise d'introduction et d'orientation de travail.

Ces analyses ont été développées à partir du logiciel R (R Development Core Team, 2007), logiciel libre de droit accessible sur <http://www.R-project.org>, auquel est ajoutée l'extension ADE-4 (Thioulouse *et al.*, 2007). Cette extension est disponible gratuitement à l'adresse : <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/accueil.php?lang=>.

### ***a - Structure faunistique des peuplements des macro-invertébrés benthiques***

#### **❖ *Analyse exploratoire globale***

Cette analyse préliminaire vise à comparer la structure faunistique des différentes stations sur la base des relevés faunistiques effectués. L'exploitation est réalisée après harmonisation des niveaux d'identification. Le jeu de données des abondances (x) des taxons se présente alors dans sa version harmonisée sous le format (Y taxons \* 11 relevés). Usseglio-Polatera & Beisel (2003) proposent de traiter les abondances sous leur forme logarithmique [ $x \rightarrow \log(x+1)$ ] avant d'appliquer une analyse factorielle de correspondance. Les stations seront alors regroupées selon leurs structures faunistiques et refléteront probablement un gradient longitudinal et un gradient croissant de perturbations des peuplements. Ces regroupements de stations seront ensuite utiles notamment pour des analyses de types ANOVA (ou autres) et pour déterminer les stations à échantillonner dans le cadre de l'approche temporelle.

#### **❖ *Indice de structure***

Il est suggéré que les indices suivants soient considérés lors de l'analyse des données, et que les résultats soient présentés sous forme graphique de manière suivante :

- Abscisse : distance à la source (km)
- Ordonné : indice mesuré (unité)

Ceci permettra alors de voir l'évolution longitudinal de cet indice et de mettre en évidence des évolutions. Sur le graphique, des données ponctuelles telles la localisation d'une agglomération, canal, barrage... pourront être représentées. Un impact sur les peuplements d'invertébrés pourra alors être mis en évidence de manière visuelle et faciliter les interprétations. Les indices étudiés sont :

➤ Richesse taxonomique : De manière générale, la richesse augmente avec l'accroissement de la qualité de l'eau, la qualité, la disponibilité ou la convenance de l'habitat. La richesse taxonomique est déterminée par le compte du nombre total de familles présentes.

➤ Richesse d'EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) : Cet indice mesure le nombre total d'Epheméroptères, Plecoptères et Trichoptères dans l'échantillon, ces organismes étant généralement les plus sensibles aux perturbations d'habitat. Ces invertébrés constituent également le régime alimentaire principal du Cincle (Ormerod *et al.*, 1987). Une distribution uniforme et élevée d'EPT indique une bonne qualité de l'eau.

➤ Diversité de Shannon-Wiener : Différents indices de diversité insistent sur les composantes de richesse en espèces et d'équitabilité à des degrés différents. L'indice utilisé le plus communément est l'indice de diversité de Shannon-Wiener.

➤ Équitabilité : Ceci exprime l'uniformité de distribution des individus selon les espèces, et est souvent appelé régularité. L'équitabilité est exprimée par l'indice de régularité de Pielou.

➤ Abondance/Dominance : Les courbes de dominance sont basées sur le classement des taxa en ordre décroissant d'abondance, exprimés en pourcentage de l'abondance totale (de toutes les espèces). Les données sont résumées dans un graphique, avec le rang des espèces en abscisse, et leur pourcentage en ordonnée. La pente de ces courbes devient plus abrupte avec une augmentation de la dominance.



➤ **Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) et Groupes Indicateurs (GI) :** L'IBGN est établi à partir du tableau de détermination (*Annexe 3 et 4*) comprenant en ordonnée les 9 groupes faunistiques indicateurs (GI) et en abscisse les 14 classes de variété taxonomique (St). La détermination du GI s'effectue en prospectant l'ordonnée du tableau de haut en bas (GI 9 à GI 1) et en arrêtant l'examen à la première présence significative ( $n > 3$  individus ou  $n > 10$  individus) d'un taxon du répertoire en ordonnée du tableau et à partir de son abscisse (St).

Pour une interprétation rapide des résultats de l'IBGN, chaque station d'échantillonnage est affectée d'une couleur suivant la valeur de l'IBGN (*Fig. 21*). Ces résultats peuvent ensuite être représentés sous forme cartographique suivant ce même code couleur.

<b>IBGN</b>	> ou = à 17	16-13	12-09	8-5	< ou = à 4
<b>Couleur</b>	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge

*Figure 21 : Code couleur utilisé suivant la valeur de l'IBGN*

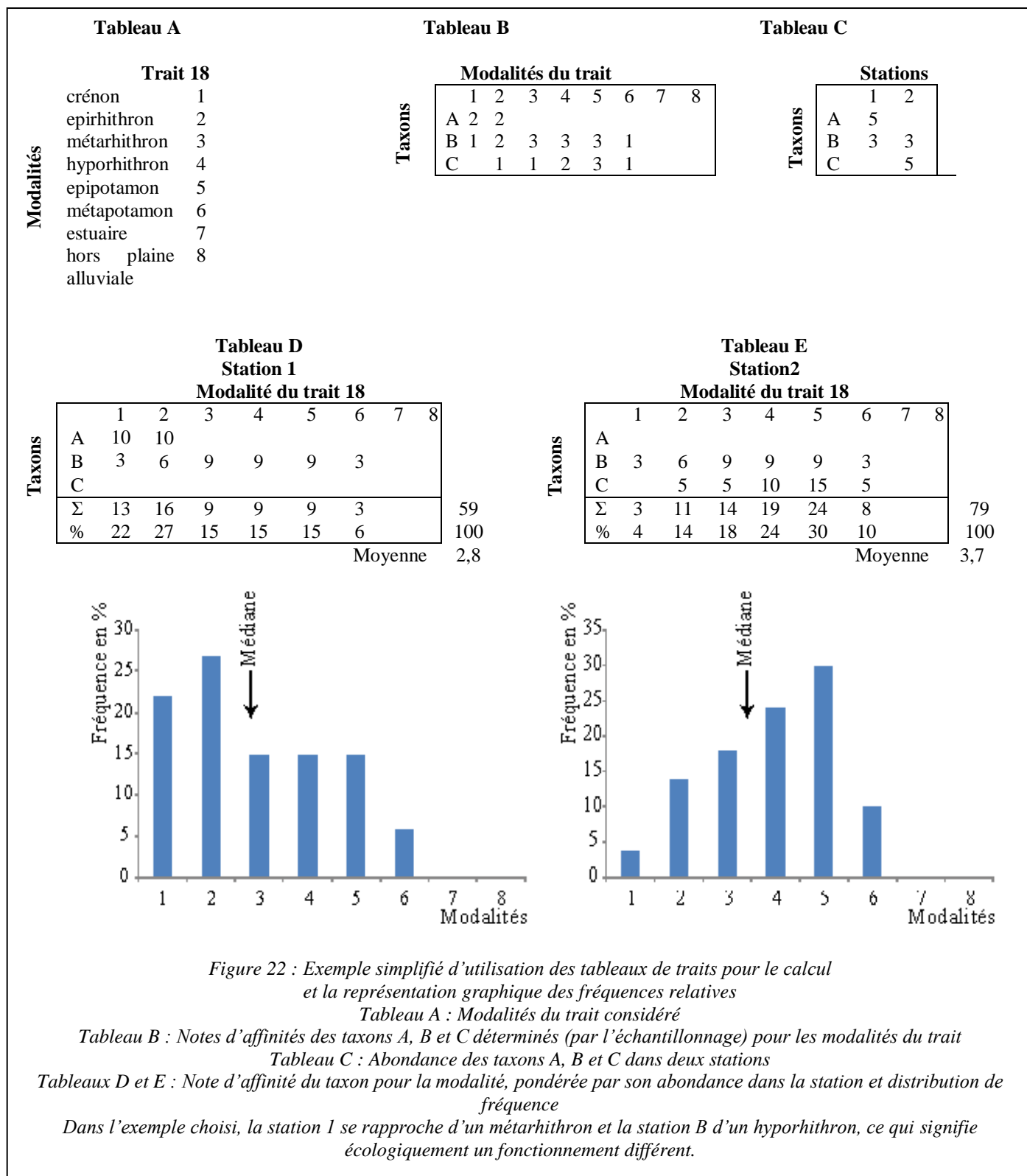
Comme pour les indices précédents, il est possible de représenter sous forme graphique l'évolution du nombre de groupes indicateurs sur le cours d'eau. Au cours des années de suivi, il sera également possible d'inclure cette évolution du groupe indicateur par station. En effet, les groupes indicateurs sont affectés d'un indice (de 1 à 9) selon le protocole IBGN. Il est alors possible de voir comment évolue cet indice (+/-) et quelle espèce confère cet indice.

Le but de l'utilisation de ces indices n'est pas de remplacer les analyses statistiques. Leur utilisation permet de condenser les données en chiffres; ceux-ci doivent être interprétés en association avec d'autres indices, ainsi que d'autres données échantillonnées aux mêmes sites. Cette approche est donc davantage descriptive et doit être le préambule à des analyses statistiques plus poussées en développant des analyses type ANOVA/contingence et corrélation/régression entre ces indices et divers paramètres : présence /absence du Cincle, réussite de la reproduction...

#### ***b - Distribution de fréquences des notes d'affinités pour les différentes modalités d'un trait***

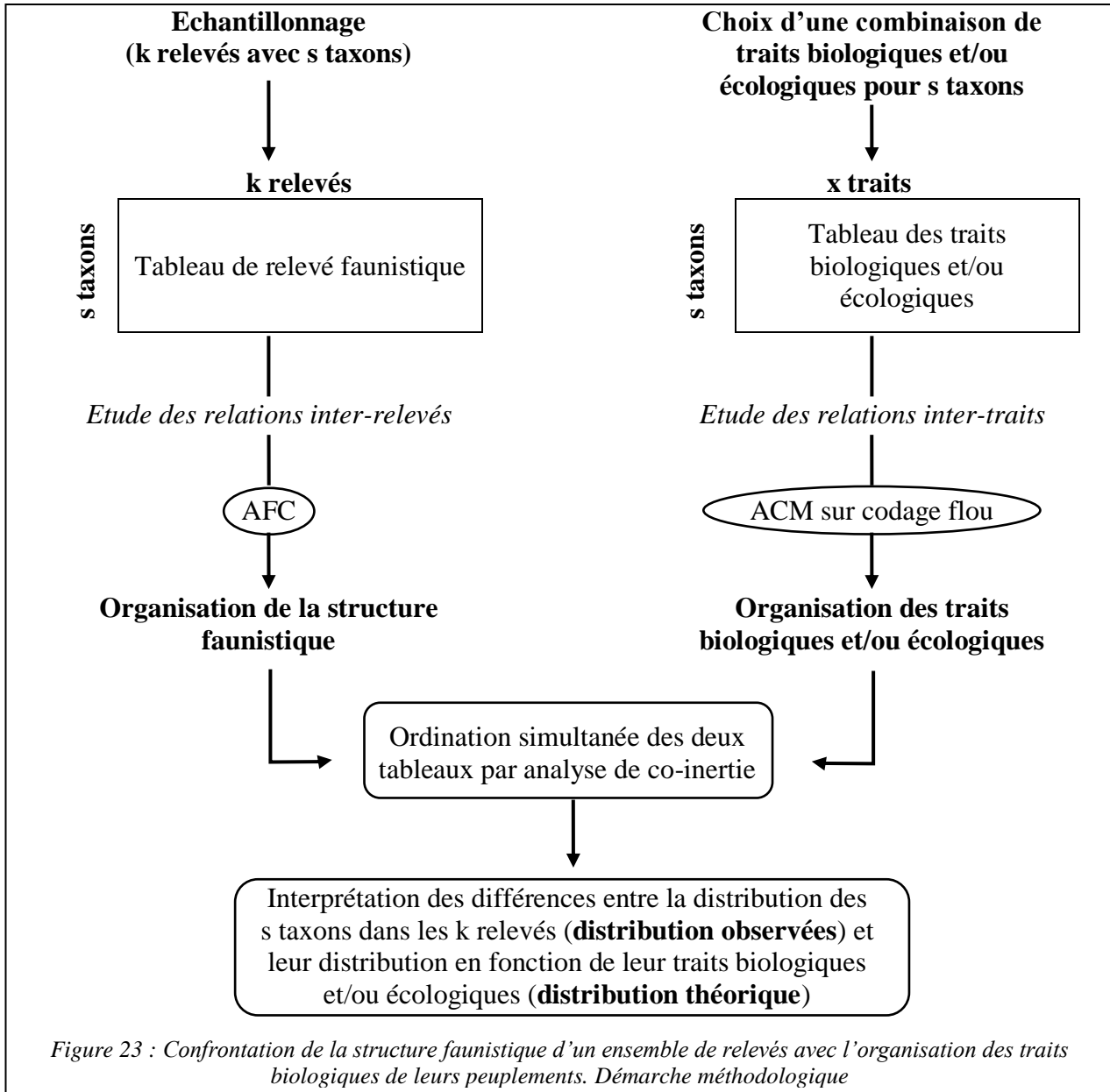
La détermination des invertébrés de l'échantillon est un préalable nécessaire mais n'apporte rien en elle-même. Cela n'a d'intérêt que si une signification écologique est apportée à cette présence. Ainsi, Tachet *et al.* (2006) propose un certain nombre de traits fondamentaux sur la biologie, la physiologie et l'écologie des espèces. Chacun de ces traits fondamentaux est sub-divisé en un ou plusieurs traits secondaires et, pour ces derniers, un codage (type codage flou) est utilisé pour définir l'affinité des espèces pour le trait considéré. Il devient alors possible de comparer différentes stations sur la base des abondances et des notes d'affinités pour les modalités des traits considérés. En effet, parmi les 22 traits proposés, tous n'ont pas la même importance selon les questions que l'on se pose. Dans notre cas, des traits tels la distribution le long du profil longitudinal, la valeur saprobiale... sont plus intéressants que le type de respiration ou la taille maximale... Les notes d'affinités sont pondérées par l'abondance des taxons et sont ensuite sommées sur l'ensemble des taxons pour chacun des traits. Les sommes de notes obtenues sont ensuite exprimées en fréquence relative par trait que l'on peut exprimer en distribution de fréquence et représenter graphiquement (*Fig. 22*).

Ces graphiques, pour l'ensemble des traits considérés et toutes les stations d'échantillonnage, sont alors regroupés et mis en parallèle avec le profil longitudinal. L'évolution longitudinale des peuplements est alors mise en évidence. (*Note : se reporter à la référence Tachet et al., 2006 pour une illustration graphique aidant à la compréhension*). Il devient alors possible de voir le lien entre cette distribution/évolution des invertébrés et la distribution du Cincle.



***c - Confrontation entre structure faunistique et organisation des traits biologiques et/ou écologiques de peuplements macrobenthiques***

Cette approche consiste à confronter directement la structure faunistique d'un ensemble de relevés à l'organisation des traits biologiques et/ou écologiques de leurs communautés. Plusieurs traits peuvent alors être considérés simultanément. L'objectif est de déterminer, de manière précise, la structure commune aux deux tableaux afin d'interpréter les différences faunistiques observées en terme de différences dans les combinaisons de traits présentés par les taxons constitutifs des communautés.



Les tableaux des relevés faunistiques et des notes d'affinité des taxons pour les traits considérés sont traités séparément (Fig. 23), respectivement par une Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) et par une Analyse en Composantes Multiples (ACM) sur codage flou. Puis une analyse de co-inertie est réalisée pour mettre en avant les relations entre traits biologiques et structure faunistique.

Cette méthode permet la mise en évidence d'un effet spatial et d'un effet temporel sur les peuplements d'invertébrés que l'on peut relier à la distribution du Cincle.

## **5 - Analyse de l'habitat et de la distribution du Cincle plongeur**

Les données concernant l'habitat peuvent également être analysées afin de déterminer les caractéristiques physiques de chacune des stations. Quarante variables de l'habitat sont traitées par le logiciel QUALPHY, développé par l'AERM. Le résultat du traitement des données s'exprime sous la forme d'un pourcentage, appelé "indice milieu physique". Les valeurs indicielles sont comprises entre 0 % (qualité du milieu physique nulle) et 100 % (qualité maximale). Une représentation cartographique de ces résultats peut alors être faite et mise en parallèle avec celle de la répartition du Cincle.

Calenge (2005) propose quant à lui des outils statistiques pour l'analyse de la distribution des individus dans l'espace en fonction de paramètres descriptifs de la niche écologique. Ceci constituerait alors une approche plus poussée et davantage de données pourront être intégrées dans la constitution d'un modèle statistique : distribution de l'espèce, qualité de l'eau, caractéristiques de l'habitat... Ces analyses ont également été développées à partir du logiciel R (R Development Core Team, 2007), logiciel libre de droit accessible sur <http://www.R-project.org>, auquel est ajoutée l'extension Adehabitat (Thioulouse *et al.*, 2007). Cette extension est disponible gratuitement à l'adresse : <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/accueil.php?lang=>.

Parmi les méthodes proposées, l'une d'elles, la carte de qualité de l'habitat, semble particulièrement intéressante puisque basée sur l'analyse de la niche écologique et permettant donc de mesurer l'influence des variables environnementales sur la distributions de l'espèce. En effet, l'objectif final de la construction de ces cartes de qualité de l'habitat est souvent la prédilection des zones favorables à l'espèce étudiée que l'on peut alors mettre au regard de la distribution réelle de l'espèce. Mais ces cartes peuvent également s'avérer être un outil d'exploration de la niche écologique : les zones prédites comme étant de bonne qualité mais non utilisées le sont pour certaines raisons qu'il devient alors possible de cerner. Il devient alors possible de construire un modèle, même conceptuel, du fonctionnement spatial de la population et de comprendre ses interactions entre ses différents compartiments.

## **B - Pose de nichoir et sensibilisation des acteurs**

Originellement, le Cincle construit son nid au-dessus du niveau des eaux courantes dans un emplacement protégé contre les prédateurs et les crues. Ainsi, différents sites de nidification qualifiés de naturels sont directement rattachés aux rives non endiguées des cours d'eau : entre les racines d'arbres, dans les berges en terre, sous une touffe d'herbe ou derrière une chute d'eau. Malheureusement l'aménagement des cours d'eau, les travaux de consolidation des berges, la disparition de la ripisylve ou encore le mode de gestion forestière n'offrent que peu d'emplacements de nidification.

Dès lors, cet oiseaux n'a généralement pas d'autre choix que d'édifier son nid au sein d'ouvrages construits par l'homme. Les ponts sont particulièrement prisés en tant que site de nidification puisqu'ils offrent tout un éventail de possibilités pour installer un nid apparemment plus sécurisantes pour les oiseaux : cavités sous le tablier, creux dans la maçonnerie de la culée ou dans la voûte, poutres de bois ou métalliques en « double T », conduites d'eau. Bien que très visibles, les nids sont souvent très difficiles d'accès pour les prédateurs éventuels. Mais les techniques de construction modernes de ponts et autres ouvrages visent à la simplicité des constructions. Lors de la réfection des ponts, les vides laissés par une pierre manquante disparaissent et les constructions sont désormais en béton lisse n'offrant plus à l'oiseau la possibilité d'accrocher son nid.

Cette disparition de sites de nidification disponibles pourrait à long terme constituer un facteur de régression important. Il est même probable que bon nombre de secteurs de ruisseaux et rivières encore de bonne qualité soient désertés par le Cincle par manque de site.

Certes, les sites de nidification connus et ayant fait l'objet d'une rénovation/reconstruction sont remplacés par des nichoirs artificiels. Mais il ne faut pas oublier qu'il ne doit s'agir que d'une aide ponctuelle qui ne remplacera jamais une gestion des milieux naturels. Or cette solution s'avère

être la meilleure dans l'immédiat puisque l'oiseau semble désormais préférer les sites d'origine anthropique, peut être par manque d'opportunité de sites naturels et par une plus grande diversité de sites artificiels. A court terme, la pose de nichoir en bois s'avère donc intéressante pour combler cette « crise du logement » mais ne peut être une solution durable.

Divers types de nichoirs peuvent être envisagés, des plus simples aux plus élaborés. Il existe deux type de nichoirs en bois :

➤ Type 1 : il s'agit d'une «boîte» non fermée sur deux côtés que l'on peut fixer facilement sur l'ensemble du pont. Les nids de cincle étant constamment gorgés d'eau, le fond du nichoir sera fait d'un grillage fin pour éviter que le bois ne se dégrade trop rapidement.

➤ Type 2 : ce type de nichoir plus élaboré est semi-ouvert et est protégé des intempéries. De part, sa forme, il ne peut être fixé que sur les culées ou les piles du pont.

Toutefois, par commodité et pour avoir des abris plus résistants aux conditions d'humidité, il peut être envisagé de placer un tuyau de type PVC (diamètre 150-200 mm pour une longueur de 200 mm). Aucune installation de ce type n'a été posée pour l'instant, l'efficacité de ces modèles est donc à tester.

Pour une plus grande efficacité et durabilité des installations, il conviendrait alors d'intégrer des gîtes de nidification artificiels dans les constructions. Chaque situation est unique et les propositions ne sont que des illustrations de ce qu'il est possible de faire. Il est tout à fait possible d'adapter les propositions à la configuration locale. Toutefois, quelques grands types d'aménagements reviennent régulièrement selon les types de ponts et la partie que l'on souhaite aménager :

➤ Tablier : lorsque la surface inférieure est totalement lisse, il est possible de percer le béton afin de fixer un nichoir sous le tablier.

➤ Poutres : lors de la construction, les poutres en doubles T seraient à privilégier. L'oiseau pourrait alors poser son nid sur le rebord inférieur. Lorsque le rebord est inférieur à 15 cm, il est possible de fixer des planchettes en bois entre deux poutres. Si les poutres sont accessibles aux prédateurs depuis les berges, il conviendrait de préférer un aménagement des culées ou alors de fixer un nichoirs entre les poutres afin d'éviter la prédation.

➤ Bordures : elles dépassent du mur de la culée ou des piles de 15-20 cm et ont une longueur d'au moins 50 cm.

➤ Niches et tuyaux : il a été remarqué, sur les vieux ponts, que l'oiseau pouvait installer son nid dans des cavités créer par la chute d'une pierre. Des tuyaux ou conduites d'eau sont aussi utilisés comme support. Des cavités peuvent alors être aménagées dans les culées, tabliers et piles de pont en installant un tuyau en béton ou en laissant un espace vide.

En offrant plusieurs possibilités de nidification sous un même pont, on augmente la probabilité de réussite de l'installation du Cincle ou alors d'une autre espèce fréquentant le même milieu (bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea*, troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*).

Toutefois cette démarche ne peut se faire sans un partenariat, à savoir les conseils généraux (propriétaire des installations) et les Directions Départementales de l'Equipement (maitre d'ouvrage des travaux) à l'instar de ce qu'il se fait dans d'autres régions pour la protection des chiroptères.

Avec les années de terrain à rechercher l'oiseau, des contacts se sont noués avec les riverains qui deviennent sensibles à ce phénomène. Ainsi, certaines personnes renseignent sur la présence/absence du Cincle, une autre a spontanément posé quelques nichoirs suite à la réfection de pont. De même, une délégation de la DDE a contacté la LPO pour savoir comment intégrer la pose de nichoirs dans les ponts lors de travaux. Devant cette volonté locale de participer à la protection de l'espèce, il devient intéressant d'élargir le champs d'action notamment à travers une sensibilisation des ingénieurs des ponts et chaussées pour intégrer ces aménagements dans les

constructions. Une convention entre les différents parties est même envisageable et permettrait par exemple de fixer des dates de réalisation des travaux pour éviter les perturbations en période de reproduction, les conditions de pose des nichoirs voire même l'intégration d'aménagement pour d'autres espèces (chiroptères...) en concertation avec les personnes compétentes (GEPMA...).

## CONCLUSION

Les reliefs des Vosges alsaciennes abrite une population de Cincles plongeur apparemment stable. En effet, les effectifs de la population semblent peu varier au cours du temps malgré quelques fluctuations et il n'y aurait pas lieu de s'interroger si l'on ne considérait que cet aspect de la population.

Mais on peut constater que la capacité d'accueil de l'espèce est largement inférieure à celle observée dans d'autres régions considérées comme favorables. Des questions se posent alors sur les raisons de ces différences : dégradation de la qualité de l'eau, dégradation de l'habitat...

De plus, il apparaît globalement que le nombre de couples producteurs diminue depuis le début du suivi et que le nombre de jeunes à l'envol dans une nichée suit également cette tendance. Toutefois, dans cette évolution globale, on peut observer des disparités entre les rivières : certaines sont moins fréquentées, d'autres voient leurs effectifs augmentés. Les causes sont là encore mal connues et un travail de recherche plus important doit donc être mené.

Un protocole a donc été proposé pour répondre à ces interrogations par l'étude de la qualité de l'eau et de l'habitat. Ces études permettront de développer une démarche statistique permettant l'analyse et l'interprétation des données afin de mieux cerner l'influence de la qualité de l'eau et de l'habitat sur le Cincle plongeur et de comprendre la sélection de l'habitat et la distribution de cet oiseau. La mise en évidence des interactions entre la faune sauvage et ses habitats étant un problème situé au cœur même de l'écologie et des problématiques de gestion et conservation des espèces, on peut mesurer l'importance de l'enjeu.

La Directive Cadre sur l'Eau vise à établir un cadre pour la gestion et la protection des eaux. Elle fixe en effet des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles et souterraines. Mais cela ne peut se faire qu'après avoir établi les caractéristiques des districts hydrographiques et mis en place un programme de surveillance de l'état des lieux. Les besoins en méthodes de caractérisation et d'évaluation de qualité de l'eau et du milieu sont donc importants. Le développement d'un outil basé sur le caractère indicateur de l'espèce Cincle permettrait de réaliser un diagnostic rapide et précis en zone de relief, qui pourrait s'avérer fiable et moins onéreux. On comprend encore aisément l'enjeu du développement d'une telle étude dans le contexte actuel.

La France est un pays raisonnablement riche en eau et ses ressources renouvelables disponibles couvrent largement ses besoins. Néanmoins, la répartition des ressources sur le territoire nationale n'est pas uniforme, tout comme les pressions et les dégradations du milieu aquatique. Si rien n'est fait pour inverser la tendance à la dégradation de cette ressource, le bon état écologique demandé par la Directive Cadre sur l'Eau ne sera pas atteint à l'échéance de 2015. Ce constat est partagé par l'ensemble des pays européens qui se sont fixés comme objectif commun la reconquête du bon état écologique.

Cette reconquête ne pourra se faire sans une prise de conscience collective et une remise en question du rapport de l'homme à l'environnement.

## **APPROCHE CRITIQUE DE CE STAGE**

Ce stage aura été pour moi l'occasion de mettre en pratique des outils d'étude de population dans l'approche de terrain mais aussi dans l'analyse de données récoltées. Le travail de recherche et de capture des oiseaux m'a permis d'aborder et de connaître de nouvelles méthodes d'études des populations d'oiseau.

Cela aura également été l'occasion d'aborder et de connaître d'avantage un monde que je connaissais assez peu (les invertébrés d'eau douce) et qui s'avère être relativement intéressant. Mais surtout, les analyses statistiques proposées en fin de rapport m'étaient également inconnues et s'avèrent très passionnantes et mériteraient d'être plus largement abordées et mises en pratique.

Il apparaît également que certaines erreurs ont été commises notamment dans la gestion du temps de travail. En effet, le suivi de la population a demandé un investissement en temps assez important (trois à quatre journées par semaines) dès le début du stage, de sorte que les autres points ont été relégués au second plan. Je pense entre autre à l'analyse des peuplements d'invertébrés : en effet, la LPO ne possédait pas le matériel nécessaire au prélèvement et une commande de filet a donc été passée mais tardivement. De plus, les délais de livraison, qui n'avaient pas été pris en compte, se sont avérés être très longs (un peu moins de trois mois). Les premiers prélèvements n'ont donc pu avoir lieu que trop tard dans la saison et n'ont pu être menés sur le long terme. Aucune conclusion n'a pu être émise à partir des quelques données récoltées, les résultats étant inexploitable. Les quelques prélèvements auront tout de même permis de se faire une idée du travail et du temps nécessaire afin d'en tenir compte dans le protocole proposé. Il s'avère également que ce travail de recherche sur les invertébrés ne peut être mené de front avec le travail de suivi de la population, celui-ci demandant un investissement trop important.

Mais les apports n'ont pas été qu'à ce niveau. En effet, tous les « à côté » ont été formateurs. La participation à d'autres études et suivis ; la recherche et acheminement d'oiseaux blessés ; les contacts et conseils pour les soins et petits problèmes de cohabitation entre homme et faune sauvage ; les renseignements sur la grippe aviaire ; les conseils sur la mise en place de procédure pour destruction d'espèces protégées : tous ces événements inhérents à la vie d'une association telle que la LPO auront également été formateurs.



## **BIBLIOGRAPHIE**

**Agence de l'eau Rhin-Meuse** (2001). Bilan de l'évolution de la qualité des milieux aquatiques du bassin Rhin-Meuse. 14 p.

**Agence de l'Eau Rhin-Meuse & Direction Régionale de l'Environnement d'Alsace** (2004). *Qualité du milieu physique du Giessen*. Campagne 2000-2001. 59 p.

**Agence de l'Eau Rhin-Meuse** (1999). Notice d'utilisation de la fiche "description de l'habitat" (mise à jour août 1999). *Agence de l'Eau Rhin-Meuse*. 36p.

**BAAKE W.** (1982). Eine Harzbach und seine Wasseramseln. *Falke* 29 : 373 – 376.

**BIRDLIFE INTERNATIONAL** (2004). *Birds in Europe : populations estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK : BirdLife International. (BirdLife Conservation Series No. 12). 374 p.

**BOITIER E.** (2004). Biologie de reproduction du Cincle plongeur *Cinclus cinclus* dans le nord du Massif central : phénologie et importance des pontes. *Alauda* 72: 1-10.

**BREITENMOSER-WURSTEN C.** (1988). Zur Brutbiologie der Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) im Saanenland. *Ökol. Vogel.* 10 : 119 – 150.

**BUSTNES J.O., BAKKEN V., ERIKSTAD K.E., MEHLUM F. & SKAARE J.U.** (2001). Patterns of incubation and nest-site attentiveness in relation to organochlorine (PCB) contamination in glaucous gills. *Journal of Applied Ecology* 38 : 791 – 801.

**CALENGE C.** (2005). *Des outils statistiques pour l'analyse des semis de points dans l'espace écologique*. Thèse de doctorat Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive. Université Claude Bernard, Lyon I. 166 p.

**Centre d'Études Ornithologiques d'Alsace** (1989). Livre rouge des oiseaux nicheurs d'Alsace. *Ciconia* 13 : numéro spécial. 309 p.

**Comité de bassin** (1996). Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, document principal. 75 p + annexes

**Conseil Supérieur de la Pêche** (2006). L'Indice Poissons Rivière (IPR), notice de présentation et d'utilisation. 24 p.

**CRAMP S.** (1988). *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic, vol. 5*. Oxford University Press.

**CREUTZ G.** (1966). Die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*). *Die Neue Brehm-Bücherei* n° 364. A Ziemsen Verlag, Wittenberg-Lutherstadt.

**D'AMICO F., BOITIER E. & MARZOLIN G.** (2003). Timing of onset of breeding in three different dipper *Cinclus cinclus* populations in France. *Bird Study* 50 : 189 – 192.

**DIREN Alsace et al.** (2005). Directive 2000/60/CE, District Hydrographique Internationale Rhin, Secteur de travail international du Rhin supérieur. Rapport de l'état des lieux. Ed. Préfet coordonnateur de bassin Rhin-Meuse, Metz. 113 p.

**DOYLE U., CROOK A.C., SMIDY P. & O'HALLORAN J.** (2005). Feather lice (Mallophaga) of the Irish Dipper *Cinclus cinclus hibernicus*. *British Trust for Ornithology, Ringing & Migration* 22 : 133 – 137.

**FELTEN V.** (2003). *Effets de l'acidification des ruisseaux vosgiens sur la biologie et l'écophysiologie de Gammarus fossarum (Koch, 1835) : Approche intégrée à différents niveaux d'organisation*. Thèse de doctorat Laboratoire Biodiversité et Fonctionnement des Ecosystèmes. Université de Metz.

**FIERS V., GAUVRIT B., GAVAZZI E., HAFNER P., MAURIN H. & coll.** (1997). *Statut de la Faune de France métropolitaine. Statut de protection, degrés de menace, statuts biologiques*. Col. Patrimoines naturels, volume 24 – Paris, Service du Patrimoine Nature/IEGB/MNHN, Réserves Naturelles de France, Ministère de l'environnement. 225 p.

- FRACASSO G., TASINAZZO S. & FACCIN F.** (2000). A population study of the Dipper *Cinclus cinclus* in the Italian Prealps. *Avocetta* 24 : 25 – 38.
- GEROUDET P.** (1998). *Les passereaux d'Europe. Tome 1 : des Coucous aux Merles*. Ed. Delachaux et Niestlé. 397 p.
- GREEN A.J.** (2001). Mass/length residuals : measures of body condition or generators of spurious results. *Ecology* 82 (5) : 1473 – 1483.
- LAUGA B., CAGNON CH., D'AMICO F., KARAMA S. & MOUCHES C.** (2005). Phylogeography of the white-throated dipper *Cinclus cinclus* in Europe. *J. Ornithol.* 146 : 257 – 262.
- Ligue pour la Protection des Oiseaux, Conseil Général du Bas Rhin & Agence de l'Eau Rhin-Meuse** (1995). Opération Cincle plongeur et Martin-pêcheur, rapport 1995. 10 p.
- Ligue pour la Protection des Oiseaux, Conseil Général du Bas Rhin & Agence de l'Eau Rhin-Meuse** (1996). Opération Cincle plongeur et Martin-pêcheur, rapport 1996. 10 p.
- LUNDBERG P., BERGMAN A. & OLSSON H.** (1981). On the ecology of wintering Dippers (*Cinclus cinclus*) in the northern Sweden. *J. für Orn.* 122 : 163 – 172.
- MARZOLIN G.** (1988). Influence de la variabilité à l'intérieur des sexes sur le succès de reproduction du Cincle plongeur (*Cinclus cinclus*). *Alauda* 56 : 402.
- MARZOLIN G.** (1988). Polygynie du Cincle plongeur (*Cinclus cinclus*) dans les côtes de Lorraine. *L'oiseau et R.F.O. V.* 58, n° 4 : 277 – 286.
- MARZOLIN G.** (1990). Variabilité morphométrique du Cincle plongeur *Cinclus cinclus* en fonction du sexe et de l'âge. *Alauda* 58 : 85 - 94.
- MOOG O., CHOVANEC A. et al.** (1999). Richtlinie zur Bestimmung der saprobiologischen Gewässergüte von Fließgewässern. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien
- Office des données naturalistes (Coord.)** (2003). *Les listes rouges de la nature menacée en Alsace*. Collection conservation, Strasbourg. 479 p.
- Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage** (2005). *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Macrozoobenthos, Niveau R (Région). Projet.* 52 p.
- ORMEROD S.J., EFTELAND S. & GABRIELSEN L.E.** (1987). The diet of breeding dippers *Cinclus cinclus* and their nestlings in southwestern Norway. *Holarctic Ecology* 10 : 201 - 205.
- ORMEROD S.J., TYLER S.J. & JUTTNER I.** (2000). Effects of point-source PCB contamination on breeding performance and post-fledging survival in the Dipper *Cinclus cinclus*. *Environmental Pollution* 109 : 505 – 513.
- PARKYN S.M. & WINTERBOURN M.J.** (1997). Leaf breakdown and colonisation by invertebrates in a headwater stream: comparisons of native and introduced tree species. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 31 : 301 - 312.
- PEARCE-HIGGINS J.W., YALDEN D.W. & WHITTINGHAM M.J.** (2005). Warmer springs advance the breeding phenology of golden plovers *Pluvialis apricaria* and their prey (Tipulidae). *Oecologia* 143 : 470 – 473.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM** (2007). *R : A language and environment for statistical computing. Version 2.5.1*. The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. 2625 p. URL: <http://www.R-project.org>.
- ROCHE J. & D'ANDURAIN P.** (1995). Ecologie du Cincle plongeur *Cinclus cinclus* et du chevalier guignette *Tringa hypoleucos* dans les gorges de la Loire et de l'Allier. *Alauda* vol. 63 (1) : 51 – 66.
- SCHMID W.** (1985). Daten zur Brutbiologie der Wasseramsel (*Cinclus cinclus aquaticus*) im Bachsystem der Lauter und Lindach im Landkreis Esslingen, Nordwürttemberg. *Ökol. Vogel.* 7 : 225 – 238.
- SHOOTER P.** (1970). The Dipper population of Derbyshire 1958-1968. *Brit. Birds* 63 : 158 – 163.
- TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. & USSEGLIO-POLATERA P.** (2006). *Invertébrés d'eau douce – Systématique, Biologie, écologie*. CNRS Editions, 588 pages.

**THIOULOUSE J., CHESSEL D., DOLÉDEC S. & OLIVIER J.M.** (1997). *ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software*. *Statistics and Computing*, 7, 75-83. URL: <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/accueil.php?lang=>.

**TYLER S. & ORMEROD S.** (1985). Aspects of the breeding biology of Dipper, *Cinclus cinclus*, in the South catchment of the river Wye, Wales. *Bird Study* 33 : 164 – 169.

**USSEGLIO-POLATERA P. & BEISEL J.N.** (2003). *Biomonitoring internationale de la Meuse : analyse spatio-temporelle des peuplements macro-invertébrés benthiques sur la période 1998-2001*. Programme de recherche de la Commission Internationale pour la Protection de la Meuse (C.I.P.M.). Rapport final. 134 p.

**VANGELUWE D., BULTEAU V., DINEUR H., RIFFLET M.** (1993). Densité et distribution du Cincle plongeur (*Cinclus cinclus*) dans le bassin de la Haute Meuse Belge. *Aves* 30 (2) : 95 – 103.

**VANNOTE R.L., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., SEDELL J.R. & CUSHING C.E.** (1980). The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37 : 130 - 137.

**VANSTEENWEGEN Ch.** (1997). Variations géographiques du caractère sédentaire des populations françaises d'espèces partiellement migratrices : une analyse des reprises d'oiseaux bagués. II- Motacillidés, Troglodyte, Cincle et Accenteur mouchet. *Alauda* 65 (1) : 19 – 28.

**VISSER M.E., HOLLEMAN L.J.M. & GIENAPP P.** (2005). Shift in caterpillar biomass phenology due to climate change and its impact on the breeding biology of an insectivorous bird. *Oecologia* 143 : 474 – 482.

**WEATHERLEY N.S., LLOYD E.C., RUNDLE S.D. & ORMEROD S.J.** (1993). Management of conifer plantations for the conservation of stream macro-invertebrates. *Biol. Conserv.* 63 : 171 - 176.

**WENGER S. & DIDIER S.** (1999). Le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), oiseau de l'année 1999 en Alsace. Bilan de l'enquête. *Ciconia* 23 (3) : 101 – 116.

**WINKLER D.W. & ALLEN P.E.** (1996). The seasonal decline in tree swallow clutch size : physiological constraint or strategic adjustment ? *Ecology* 77 (3) : 922 – 932.

## DOCUMENTS ANNEXES



P. Matzke – *Cinclus cinclus*

**ANNEXE N °1 :FICHE DE TERRAIN**  
**PRELEVEMENT DES INVERTEBRES D'EAU**  
**DOUCE**



## FICHE DE TERRAIN

# PRELEVEMENT DES INVERTEBRES D'EAU DOUCE

### INFORMATIONS GENERALES

Nom Prénom :

Date :

Heure :

Rivière :

Site d'échantillonnage n° :

Altitude :

Distance à la source :

Photographies :

Site

Substrat (avec réglet)

Environnement

### PRELEVEMENTS :

Choix et répartition des prélèvements :

Vitesse superficielle V (en cm/s)	V	V>150	150>V>75	75>V>25	25>V>5	V<5
Supports	9					
Bryophytes	8					
Spermaphytes immergés	7					
Eléments organiques grossiers (litière, branchages, racines)	6					
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) taille Ø >25mm	5					
Granulats grossiers 25mm >taille>2,5mm	4					
Spermaphytes émergents de strate basse	3					
Sédiments fins organiques, "vases" Ø <0,1mm	2					
Sables et limons grains <2,5mm	1					
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols) Blocs Ø >250mm	0					
Algues ou à défaut, marne et argile						

Schéma :

## METEO

Conditions météo :  < 2j après pluie  
 > 2j après pluie  
 > 10j après pluie

Conditions du jour :  
T°C atmosphérique :  
Observations :

---

## ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA QUALITE DE L'EAU

T°C de l'eau : \_\_\_\_\_ °C

pH : \_\_\_\_\_

Dureté : \_\_\_\_\_

Conductivité : \_\_\_\_\_  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$

Turbidité :

Oxygène dissous : \_\_\_\_\_

$\text{NO}_3^-$  : \_\_\_\_\_  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

$\text{NO}_2^-$  : \_\_\_\_\_  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

$\text{NH}_4^+$  : \_\_\_\_\_  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

$\text{PO}_4^{3-}$  : \_\_\_\_\_  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

O<sub>2</sub> dissous : \_\_\_\_\_  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

$\text{SO}_4^{2-}$  : \_\_\_\_\_  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

---

## **DIVERS**

**ANNEXE N °2 :FICHE DE DESCRIPTION DU**  
**MILIEU PHYSIQUE DE L'AGENCE DE L'EAU**  
**RHIN-MEUSE**



## FICHE DE DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE

### REPERAGE DU SITE

CODE/Tronçon n° .....

TYPOLOGIE RETENUE.....

NOM DU COURS D'EAU..... COMMUNE(S).....

AFFLUENT DE..... DEPARTEMENT.....

Coller photocopie de la carte IGN au 1/25000 et surligner la portion décrite en gras ou couleur

Code(s) hydrographique(s).....

PK entrée(amont)..... PK sortie(aval).....

**Caractéristique principale du tronçon:**

#### IDENTIFICATION DE L'OBSERVATEUR

Nom.....

Organisme.....

N° de téléphone.....

#### DATE DE L'OBSERVATION

Date.....

Heure.....

#### CONDITIONS DE L'OBSERVATION ET SITUATION HYDROLOGIQUE APPARENTE

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Crue                 | <input type="checkbox"/> Lit plein ou presque |
| <input type="checkbox"/> Moyennes eaux        | <input type="checkbox"/> Basses eaux          |
| <input type="checkbox"/> Trous d'eau, flaques | <input type="checkbox"/> Pas d'eau            |

# TYPE DE RIVIERE

(voir " Typologie des rivières du bassin Rhin-Meuse "

TYPE DE RIVIERE THEORIQUE D' APRES  
LA CARTE DE TYPOLOGIE

TYPOLOGIE RETENUE

N°

N°

LONGUEUR ETUDIEE ..... (arrondir aux 50 m)

PENTE (de la portion) ..... (1 chiffre après la virgule en %) forte   
moyenne   
faible

LARGEUR moyenne en eau..... m moyenne plein-bord..... m

ALTITUDE amont..... m / aval.....m

FOND DE VALLEE

Vallée symétrique

Vallée asymétrique

Fond de vallée plat

Fond de vallée en V

Fond de vallée en U

TRACE DU LIT MINEUR (arrondir à la dizaine de %)

rectiligne ou à peu près .....% du linéaire

sinueux ou courbe .....% du linéaire

très sinueux .....% du linéaire

Coefficient de sinuosité  
(à calculer au bureau sur carte)

.....1,.....

100

îles et bras .....% du linéaire

atterrissements .....% de la surface

anastomoses .....% du linéaire

canaux .....% du linéaire

GEOLOGIE calcaires

argiles, marnes ou limons

alluvions récentes ou anciennes

cristalline

grès

schistes

PERTES oui non

RESURGENCES oui non

PERMEABILITE.....

ARRIVEE D' AFFLUENTS

REMARQUES (par exemple, différences entre le type théorique de rivière et les observations)

## LIT MAJEUR

**OCCUPATION DES SOLS** (Cocher un seul type "majoritaire", plusieurs "présents" possibles)

Entourer dans le texte le ou les cas présents (Cumuler les deux rives)

**Flécher le plus présent**

majoritaire      présent(s)

prairies, forêt, friches, bosquets, zones humides	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cultures, plantations de ligneux, espaces verts, jardins	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
canal, gravières, plan d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Urbanisée (zone industrielle – zone d'habitations), imperméabilisée, remblaiement du lit majeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Variété** des types d'occupation naturelle des sols .....  
(1 à 5 types possibles, voir première ligne ci-dessus)

**AXES DE COMMUNICATION** (autoroute, route, voie ferrée, canal)

(Dans le sens contraintes à l'écoulement des eaux en crue)

nombre      nature

parallèle au lit majeur, à l' <b>extrémité</b>	.....
<b>en travers</b> du lit, <b>sans remblai</b> (petit pont)	.....
<b>dans le lit majeur</b> , longitudinal, éloigné du lit	.....
<b>ouvrage sur remblai transversal</b> au lit (autoroute, pont, voie ferrée)	.....
<b>longeant ou joutant</b> le lit mineur, parallèle, sur remblai (canal, route)	.....
sur une partie du cours d'eau	.....
<b>longeant ou joutant</b> le lit mineur, parallèle, sur remblai (canal, route)	.....
sur la quasi totalité du cours d'eau	.....

**ANNEXES HYDRAULIQUES** (Situation dominante sur le tronçon, ne cocher qu'une seule case)

Pour chaque annexe, on précisera la **nature de la communication** avec la rivière : absente, temporaire (crue), permanente.

	nombre	dimension		communication
		En m <sup>2</sup>	% du linéaire	
<input type="checkbox"/> Situation totalement naturelle (annexes ou non)				
Ancien lit morte reculée marais diffluence	.....	.....	.....	.....
Tourbière bras secondaire plan d'eau naturel	.....	.....	.....	.....
<input type="checkbox"/> Situation naturelle mais perturbation				
Perte de l'étendue ou de la diversité des annexes	.....	.....	.....	.....
<input type="checkbox"/> Situation dégradée				
Annexes isolées et/ou très diminuée, gravières en cours	.....	.....	.....	.....
<input type="checkbox"/> Annexes supprimées				
traces visibles <input type="checkbox"/>				
pas de traces <input type="checkbox"/>				

### INONDABILITE

- situation normale** : zone inondable non modifiée ou naturellement non inondable
- diminuée** de moins de 50 % (fréquence ou champ d'inondation) du fait de digues et remblais
- réduite** de plus de 50 % (fréquence ou champ d'inondation) du fait de digues et remblais
- supprimée** : zone anciennement inondable du fait de digues et remblais
- modifiée** par d'autres causes (calibrage...) Voir impérativement notice.

**DIGUES ET REMBLAIS (>0,5 m)**

**RIVE GAUCHE**

**RIVE DROITE**

% linéaire concerné par une digue	.....	.....
digue perpendiculaire au lit	.....	.....
% surface lit majeur remblayé	.....	.....

# STRUCTURE DES BERGES

## NATURE

(plusieurs cases possibles,  
flécher le plus courant)  
secondaire(s)

(1 seule case)  
dominante

	rive gauche	rive droite	rive gauche	rive droite
<b>matériaux naturels (à entourer)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<u>Rive gauche</u> : blocs, galets, graviers, sables, argiles, limons, terre (sol), racines, végétation, fascines				
<u>Rive droite</u> : blocs, galets, graviers, sables, argiles, limons, terre (sol), racines, végétation, fascines				
<b>enrochements</b> ou remblais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>béton</b> ou palplanches	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Nombre de matériaux naturels entourés (de 0 à 10) RG (Dominant)..... RD (Dominant).....**

## DYNAMIQUE DES BERGES (cumuler les 2 rives)

	situation dominante (Une seule case)	situation secondaire (Une seule case)	situation (s) anecdotiques (s) (Plusieurs cases)
<b>stables</b> (naturellement soutenues)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
berges <b>d'accumulation</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>érodées</b> verticales instables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>effondrées</b> ou sapées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>piétinées</b> avec effondrement et tassement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>bloquées</b> ou encaissées (voir notice de remplissage)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Nombre de cas = nombre de cases cochées au total (sauf piétinées et bloquées) ....**

## PENTE (cumuler les 2 rives)

	situation dominante	situation (s) secondaire (s)
berges à pic (> 70°)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
berges très inclinées (30 à 70°)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
berges inclinées (5 à 30°)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
berges plates (< 5°)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## ORIGINE SUPPOSEE DES PERTURBATIONS

trace d'érosion progressive	<input type="checkbox"/>
trace d'érosion régressive	<input type="checkbox"/>
aménagement hydraulique	<input type="checkbox"/>
activité de loisirs	<input type="checkbox"/>
voie sur berge, urbanisation	<input type="checkbox"/>
chemin agricole ou sentier de pêche	<input type="checkbox"/>
piétinement du bétail	<input type="checkbox"/>
embâcles	<input type="checkbox"/>
autre : .....	<input type="checkbox"/>
sans objet	<input type="checkbox"/>

# VEGETATION DES BERGES

## COMPOSITION DE LA VEGETATION

Cocher une seule case    Plusieurs cases possibles, flécher le plus courant

	DOMINANTE		SECONDAIRE		ANECDOTIQUE	
	RG	RD	RG	RD	RG	RD
<b>ripisylve 2 strates</b> (arbres et buissons)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>ripisylve 1 strate</b> arbustive arborescente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>herbacée</b> : roselière ou prairie ou friche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>exotique</b> colonisatrice (renouée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>ligneux</b> (résineux ou peupliers) <b>plantés</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>absence</b> ou <b>cultures</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## IMPORTANTANCE DE LA RIPISYLVE

**RG**    **RD**  
 (utiliser les classes 100 %, 80 %, 50 %, 20 %, 10 %, 0 %)

importance ripisylve	..... % du linéaire	..... % du linéaire
----------------------	---------------------	---------------------

## ETAT DE LA RIPISYLVE (situation dominante, cumuler les deux berges)

<b>bon</b> ou sans objet : ripisylve entretenue ou ne nécessitant pas d'entretien (voir notice)	<input type="checkbox"/>
ripisylve souffrant d' <b>un défaut d'entretien</b>	<input type="checkbox"/>
ripisylve ayant fait l'objet de <b>trop de coupes</b>	<input type="checkbox"/> (absence ≥ 50 % du linéaire)
ripisylve <b>envahissant le lit</b>	<input type="checkbox"/>
ripisylve <b>perchée</b> (non accessible pour la faune aquatique enfoncement du lit)	<input type="checkbox"/>

## ECLAIREMENT DE L'EAU

Part de la surface de l'eau éclairée directement (sans ombre), en fonction de l'importance de la ripisylve.

< 5 % <input type="checkbox"/>		50 à 75 % <input type="checkbox"/>
5 à 25 % <input type="checkbox"/>		> 75 % <input type="checkbox"/>
25 à 50 % <input type="checkbox"/>		

# ETAT DU LIT MINEUR

## HYDRAULIQUE

### COEFFICIENT DE SINUOSITE

.....  
Reporter ici le calcul de la seconde page.

### PERTURBATION DU DEBIT

- normal** : pas de perturbation apparente
- modifications** localisées ou de faible amplitude respectant le cycle hydrologique
- perturbation** du cycle hydrologique (microcentrale, exhaure)
- assec** : absence périodique d'écoulement (non naturelle)

Nature de la perturbation du débit .....

### COUPURES TRANSVERSALES (>0,5m)

Nb de **barrages** béton .....  
Nb de **seuils artificiels** ..... ou buses .....  
Nb d'épis ou déflecteurs .....

		nombre
Franchissabilité des ouvrages	<b>franchissable(s)</b>	<input type="checkbox"/> .....
	plus ou moins ou	
	<b>épisodiquement</b> franchissable(s)	<input type="checkbox"/> .....
	franchissable(s) grâce à une <b>passé</b>	<input type="checkbox"/> .....
	<b>infranchissable(s)</b>	<input type="checkbox"/> .....

## FACIES

### PROFONDEUR

- très variée**, hauts fonds, mouilles + cavités sous-berge
- variée**, hauts fonds et mouilles ou cavités sous-berge
- peu varié, bas-fond** et **dépôts localisés** (présence d'un ouvrage ou autres)
- constante**

### ECOULEMENT

- très variée** à l'échelle du mètre ou de la dizaine de mètres
- varié** : **mouilles et seuils**, alternance de faciès rapides et de faciès lents, à l'échelle de la centaine ou de quelques centaines de mètres
- turbulent**, remous et/ou tourbillons et/ou aspect torrentiel
- cassé** : **plat-lent** entrecoupé de rares seuils ne générant des faciès rapides que très localisés
- ondulé** (surface) et/ou filets parallèles ou convergents
- constant** (aspect) et /ou peu variable, ou surface plane ou à peu près, ou écoulement laminaire

**LARGEUR DU LIT MINEUR** (Prendre le haut de berge)

- très variable et/ou anastomose(s)
- variable et/ou île(s)
- régulière avec **atterrissement** et/ou héliophytes
- totale **régulière** de berge à berge

**SUBSTRAT****NATURE DES FONDS**

situation dominante                      situation(s) secondaire(s)

mélange de galets, graviers, blocs

sables

feuilles, branches (débris organiques morts)

vases, argiles, limons

dalles ou béton

nombre de cases cochées au total : variabilité des fonds (Hors dalles et béton)  
(si mélange coché, voir notice)

.....

**DEPOT SUR LE FOND DU LIT**

- absent
- localisé non colmatant
- localisé colmatant
- généralisé non colmatant
- généralisé colmatant

**ENCOMBREMENT DU LIT**

- monstres                       arbres tombés
- détritus                       sans objet
- atterrissement, branchages

**VEGETATION AQUATIQUE**

*voir notice avant remplissage*

<b>Rives</b> (bords du lit mineur)		<b>Chenal central d'écoulement</b>	situation dominante	situation(s) secondaire(s)
<b>Racines immergées et/ou héliophytes sur plus de 50% du linéaire des 2 berges</b>	<b>et</b>	<b>Bryophytes et/ou hydrophytes non proliférant</b> (mais non anecdotiques)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Racines immergées et/ou héliophytes sur 10 à 50% du linéaire des 2 berges</b>	<b>ou</b>	Dominance de nénuphars ou autres hydrophytes en <b>grands herbiers</b> monospécifiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Les 2 dégradations ci-dessus simultanées ou situations ci-dessous</b>				
<b>Racines immergées et/ou héliophytes sur moins de 10% du linéaire des 2 berges</b>	<b>ou</b>	<b>Envahissement</b> par des héliophytes, des algues, champignons ou bactéries	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Les 2 dégradations ci-dessus simultanées ou situations ci-dessous</b>				
<b>Pas ou peu de végétation</b>	<b>ou</b>	<b>Pas ou peu de végétation</b> , éventuellement lentilles d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Pas ou peu de végétation</b>	<b>et</b>	<b>Pas ou peu de végétation</b> , éventuellement lentilles d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nombre de types de substrat végétal présents en situation dominante  
(de 1 à 3 parmi racines / hydrophytes ou bryophytes / héliophytes)

.....

**PROLIFERATION VEGETALE**

(hydrophytes, hélrophytes ou filamenteuses) mono ou paucispécifique sur plus de 50 % du lit

Visible ou estimée (préciser)

**absente**

**présente**

**OBSERVATIONS**

TEMPS DE REMPLISSAGE DE LA FICHE

Terrain:

Bureau:

Total:

OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LA FICHE

OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LA PORTION



# ANNEXE N°3 : REPERTOIRE FAUNISTIQUE

## LISTE DES 152 TAXONS UTILISES

<p style="text-align: center;"><b>INSECTES</b></p> <p>PLÉCOPTÈRES  <u>Capniidae</u>  <u>Chloroperlidae</u>  <u>Leuctridae</u>  <u>Nemouridae</u>  <u>Perlidae</u>  <u>Perlodidae</u>  <u>Taeniopterygidae</u></p> <p>TRICHOPTÈRES  <u>Beraeidae</u>  <u>Brachycentridae</u>  <u>Enomidae</u>  <u>Glossosomatidae</u>  <u>Goeridae</u>  <u>Helicopsychidae</u>  <u>Hydropsychidae</u>  <u>Hydroptilidae</u>  <u>Lepidostomatidae</u>  <u>Leptoceridae</u>  <u>Limnophilidae</u>  <u>Molannidae</u>  <u>Odontoceridae</u>  <u>Philopotamidae</u>  <u>Phryganeidae</u>  <u>Polycentropodidae</u>  <u>Psychomyidae</u>  <u>Rhyacophilidae</u>  <u>Sericostomatidae</u>  <u>Thremmatidae</u></p> <p>ÉPHÉMÉROPTÈRES  <u>Baetidae</u>  <u>Caenidae</u>  <u>Ephemerellidae</u>  <u>Ephemeridae</u>  <u>Heptageniidae</u>  <u>Leptophlebiidae</u>  <u>Oligoneuriidae</u>  <u>Polymitarcidae</u>  <u>Potamanthidae</u>  <u>Prosopistomatidae</u>  <u>Siphonuridae</u></p>	<p>HÉTÉROPTÈRES  <u>Aphelocheiridae</u>  <u>Corixidae</u>  <u>Gerridae</u>  <u>Hebridae</u>  <u>Hydrometridae</u>  <u>Naucoridae</u>  <u>Nepidae</u>  <u>Notonectidae</u>  <u>Mesoveliidae</u>  <u>Pleidae</u>  <u>Veliidae</u></p> <p>COLÉOPTÈRES  <u>Curculionidae</u>  <u>Donaciidae</u>  <u>Dryopidae</u>  <u>Dytiscidae</u>  <u>Eubriidae</u>  <u>Elmidae</u>  <u>Gyrinidae</u>  <u>Haliplidae</u>  <u>Helodidae</u>  <u>Helophoridae</u>  <u>Hydraenidae</u>  <u>Hydrochidae</u>  <u>Hydrophilidae</u>  <u>Hydrosaphidae</u>  <u>Hygrobiiidae</u>  <u>Limnebiidae</u>  <u>Spercheidae</u></p> <p>DIPTÈRES  <u>Anthomyidae</u>  <u>Athericidae</u>  <u>Blephariceridae</u>  <u>Ceratopogonidae</u>  <u>Chaoboridae</u>  <u>Chironomidae</u>  <u>Culicidae</u>  <u>Dixidae</u>  <u>Dolichopodidae</u>  <u>Empididae</u>  <u>Ephydriidae</u>  <u>Limoniidae</u>  <u>Psychodidae</u>  <u>Ptychopteridae</u>  <u>Rhagionidae</u></p>	<p>Scatophagidae  <u>Sciomyzidae</u>  <u>Simuliidae</u>  <u>Stratiomyidae</u>  <u>Syrphidae</u>  <u>Tabanidae</u>  <u>Thaumaleidae</u>  <u>Tipulidae</u></p> <p>ODONATES  <u>Aeschnidae</u>  <u>Calopterygidae</u>  <u>Coenagrionidae</u>  <u>Cordulegasteridae</u>  <u>Corduliidae</u>  <u>Gomphidae</u>  <u>Lestidae</u>  <u>Libellulidae</u>  <u>Platycnemididae</u></p> <p>MÉGALOPTÈRES  <u>Sialidae</u></p> <p>PLANIPENNES  <u>Osmylidae</u>  <u>Sysyridae</u></p> <p>HYMÉNOPTÈRES</p> <p>LÉPIDOPTÈRES  <u>Pyrilidae</u></p> <p style="text-align: center;"><b>CRUSTACÉS</b></p> <p>BRANCHIOPODES</p> <p>AMPHIPODES  <u>Gammaridae</u></p> <p>ISOPODES  <u>Asellidae</u></p> <p>DÉCAPODES  <u>Astacidae</u>  <u>Atyidae</u>  <u>Grapsidae</u>  <u>Cambaridae</u></p>	<p style="text-align: center;"><b>MOLLUSQUES</b></p> <p>BIVALVES  <u>Corbiculidae</u>  <u>Dreissenidae</u>  <u>Sphaeriidae</u>  <u>Unionidae</u></p> <p>GASTÉROPODES  <u>Ancylidae</u>  <u>Bithynidae</u>  <u>Bythinellidae</u>  <u>Hydrobiidae</u>  <u>Limnaeidae</u>  <u>Neritidae</u>  <u>Physidae</u>  <u>Planorbidae</u>  <u>Valvatidae</u>  <u>Viviparidae</u></p> <p style="text-align: center;"><b>VERS</b></p> <p>PLATHELMINTHES</p> <p>TRICLADES  <u>Dendrocoelidae</u>  <u>Dugesiiidae</u>  <u>Planariidae</u></p> <p>NÉMATHELMINTHES</p> <p>ANNÉLIDES  <u>ACHÈTES</u>  <u>Erpobdellidae</u>  <u>Glossiphoniidae</u>  <u>Hirudidae</u>  <u>Piscicolidae</u>  <u>OLIGOCHÈTES</u></p> <p style="text-align: center;"><b>HYDRACARIENS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>HYDROZOAIRES</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SPONGIAIRES</b></p> <p style="text-align: center;"><b>BRYOZOAIRES</b></p> <p style="text-align: center;"><b>NÉMERTIENS</b></p>
---	---	---	---

# ANNEXE N° 4 : TABLEAU DE DETERMINATION DE L'IBGN

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons indicateurs	□ □ □ Gi	> 50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontocéridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlébiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	10	9	8	7	6	5
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae (1) Ephemerellidae (1) Hydropsychidae Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae (1) Caenidae (1) Elmidae (1) Gammaridae (1) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae (1) Asellidae (1) Achètes Oligochètes (1)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(1) Taxons représentés par au moins 10 individus. Les autres par au moins 3 individus

## **Le Cincle plongeur *Cinclus cinclus* du massif vosgien (Alsace - 67)**

### **Bilan du programme de suivi et programme d'étude**

**Mots clés** : Suivi – *Cinclus cinclus* – Etude – Qualité – Eau – Habitat

**Résumé** : Le Cincle plongeur *Cinclus cinclus* est un oiseau typique des cours d'eau torrentueux auxquels il est totalement inféodé. Il trouve en effet ses ressources alimentaires (Ephémères, Plécoptères et Tricoptères) dans les ruisseaux et toute son activité de reproduction est totalement dépendante de ce milieu. Cette espèce est donc considérée comme indicatrice de la qualité du milieu aquatique.

Après quelques actions ponctuelles durant les années 1995 et 1996, une étude a été lancée depuis les années 2000 afin de caractériser la population du massif Vosgien (Alsace – 67). Un premier bilan de ce suivi a donc été réalisé.

Il apparaît que les effectifs de la population de Cincle semblent se maintenir au cours du temps. Toutefois la reproduction de l'oiseau est perturbée depuis quelques années. On observe en effet une reproduction plus précoce dans la saison de reproduction. De moins en moins de couples parviennent à mener à terme une nichée et une réduction de la taille des nichées à l'envol est également observée. Les causes de ces observations ne sont pas encore connues précisément.

Un protocole d'étude a donc été proposé afin de préciser le lien entre le Cincle plongeur et son environnement. Cette étude passera par une évaluation de la qualité de l'eau et de l'habitat pour comprendre leur influence sur la distribution de l'oiseau sur le milieu. Des influences de la dégradation du milieu sur la reproduction de l'oiseau pourraient alors être mises en avant et permettre de mener des actions de sauvegarde de l'espèce.

## **Dippers *Cinclus cinclus* in the Vosgian's massive (Alsace – 67)**

### **Assessment of the species follow and futur studies**

**Key-words** : Follow up – Dippers – Study – Quality- Water – Environment

**Summary** : Dipper (*Cinclus cinclus*) is an aquatic passerine bird belonged to mountain rivers. The diets of adults and nestlings were consisted moslty of nymphs and larvae of Ephemera, Plecoptera and Tricoptera. All reproduction's activity of this bird depend of the river. That is why Dipper is widely recognised as a good indicator of an altered flowing water chemistry.

A population of Dippers has been studied since 2000 in Vosgian's massif, a biogeographical area in the South-Est of Bas-Rhin (Alsace - France). Aim of this study was to characterize the population. A first assessment was done with collected data.

Size of population fluctuates but no significant decline was observed. However, this population has problems in reproduction. Laying date were earlier than as start of study. Therefor, less pair were able to succes in breeding and less young were observed in clutch size. Reason of this decline are not yet known.

So a study will be made to know the link between this bird and his environment. This study will assess the water and the environmental quality to understand their influence on bird's spatial distribution. Link between local change in water quality will probably be found and maybe explain problems that were observed in Dipper's reproduction. Then,when reasons will be known, protection of the bird and his habitat can be leed.