

**Diplôme Inter-Ecoles (DIE) Santé de la Faune Sauvage non captive**  
Session 2023

- Rapport de stage -

# Contribution à l'analyse des risques sanitaires pour la Loutre d'Europe en France



En partenariat avec :



**Auteure :**  
Marine Renard  
Docteure vétérinaire

**Tutrice de stage :**  
Meggane Ramos  
Chargée de mission Etudes et Conservation  
Groupe Mammalogique Breton (GMB)

**Référent pédagogique :**  
Philippe Gourlay  
Praticien Hospitalier en Médecine et Santé de la Faune Sauvage, Centre  
Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes (CVFSE), Oniris

## Remerciements

### **A Meggane Ramos,**

Merci pour l'encadrement de ce stage, pour ta bienveillance, pour ta relecture attentive et les immersions dans l'univers des rivières et ruisseaux, à la recherche de la Reine de ces lieux. Une découverte olfactive !

### **A Franck Simonnet,**

Merci pour ton accueil à Sizun, pour nos échanges éclairants, pour ta relecture attentive et ton soutien et pour la découverte du Campagnol amphibie et de ses petits flageolets,

### **A Cécile Kauffmann,**

Merci d'avoir accepté l'idée de ce travail en lien avec les activités du PNA et de m'avoir conviée à la première réunion du groupe de travail « Loutre et Ecotoxicologie »,

### **A Philippe Gourlay,**

Merci d'avoir encadré (et cadré !) ce travail et d'avoir fait le lien avec le PNA Loutre,

### **A toute l'équipe du GMB à la Maison de la Rivière à Sizun,**

Merci pour votre accueil, votre humanité et vos missions essentielles pour la préservation des Mammifères bretons.

\*\*\*\*\*

## Avant-Propos

Le présent document a été rédigé à l'occasion d'un stage professionnel s'inscrivant dans la formation au Diplôme Inter-Ecoles en Santé de la Faune Sauvage Non Captive (formation continue pour les vétérinaires) organisée par les 4 Ecoles Nationales Vétérinaires françaises (ENVA, ENVT, Oniris et VetAgro Sup) et coordonnée par Oniris (Nantes). Ce stage s'est déroulé du 11 au 26 mai 2023 au sein du Groupe Mammalogique Breton (GMB), en partenariat avec la Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères (SFPEM) qui assure l'animation du Plan National d'Action (PNA) 2019-2028 en faveur de la Loutre d'Europe.

Le sujet traité, « Contribution à l'analyse des risques sanitaires pour la Loutre d'Europe en France », propose une approche vétérinaire des enjeux de conservation de l'espèce *Lutra lutra* en France et une base de réflexion pour les activités du groupe de travail « Loutre et écotoxicologie » du PNA Loutre 2019-2028.

# Sommaire

<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
1.1. Contexte général	4
1.1.1. Enjeux associés à la gestion de la santé de la faune sauvage	
1.1.2. Pressions anthropiques sur les écosystèmes aquatiques continentaux	
1.2. Facteurs de vulnérabilité de la Loutre d'Europe en France	6
1.2.1. Un équilibre démographique fragile	
1.2.2. Fragmentation écologique et mortalité routière	
1.2.3. Conséquences des atteintes aux milieux aquatiques continentaux	
1.2.3.1. Atteintes aux zones de refuge	
1.2.3.2. Atteintes à la ressource alimentaire	
1.2.3.3. Exposition à des polluants chimiques	
1.2.4. Vulnérabilité liée à l'opportunisme alimentaire	
1.2.5. Conséquences de contacts inter-spécifiques entre la Loutre et la faune domestique ou exotique	
1.2.5.1. Contacts avec les chiens	
1.2.5.2. Contacts avec le Vison d'Amérique	
1.3. Contexte du stage	9
1.3.1. La Loutre d'Europe, une espèce protégée qui recolonise le territoire français	
1.3.2. Exemple : actions du Groupe Mammalogique Breton (GMB) en faveur de la Loutre d'Europe en Bretagne	
1.3.3. Le Plan National d'Actions 2019-2028 en faveur de la Loutre d'Europe	
1.3.4. Définition du sujet de stage	
<b>2. Matériel et méthodes</b>	<b>12</b>
2.1. Structure d'accueil du stage	12
2.1.1. Présentation du Groupe Mammalogique Breton	
2.1.1.1. Actions du GMB	
2.1.1.2. Fonctionnement du GMB	
2.1.1.3. Le réseau de suivi de la mortalité de la Loutre d'Europe en Bretagne	
2.1.2. Activités menées pendant le stage	
2.1.2.1. Participation à la session 2023 d'autopsies de loutres bretonnes	
2.1.2.2. Prospection d'indices de présence de la Loutre	
2.1.2.3. Travail de bibliographie et de contact d'experts	
2.2. Méthodologie de l'analyse de risque	14
2.2.1. Identification des dangers	
2.2.2. Appréciation du risque	
2.2.2.1. Appréciation de l'émission	
2.2.2.2. Appréciation de l'exposition	
2.2.2.3. Appréciation des conséquences	
2.2.2.4. Estimation du risque	
<b>3. Résultats</b>	<b>18</b>
3.1. Dangers biologiques	18
3.2. Dangers chimiques	19
3.2.1. Danger à effet léthal (à dose toxique) : anticoagulants rodenticides	
3.2.2. Dangers à effets sublétaux potentiels	
3.2.2.1. Médicaments et leurs résidus	
3.2.2.2. Substances per- et polyfluoroalkylées (PFAs)	
3.2.2.3. Pesticides	
3.2.2.4. Microplastiques	
3.2.3. Dangers dont l'impact semble plus faible	
3.2.3.1. Eléments traces métalliques	
3.2.3.2. POP réglementés dans l'Union Européenne	
<b>4. Discussion</b>	<b>22</b>
4.1. Analyse critique	22
4.1.1. De la méthode	
4.1.2. Des résultats	
4.1.2.1. Risques biologiques	
4.1.2.2. Dangers chimiques	
4.2. Perspectives	24
4.2.1. Intérêt d'une veille sanitaire pour la Loutre d'Europe	
4.2.2. Recommandations d'actualisation du protocole d'autopsies du PNA	
<b>Conclusion</b>	<b>26</b>
Annexes	

# 1. Introduction

## 1.1. Contexte général

### 1.1.1. Enjeux associés à la gestion de la santé de la faune sauvage

Les écosystèmes de notre planète subissent actuellement des changements très rapides et à large échelle, dus à une pression anthropique toujours plus forte du fait de l'accroissement de la population humaine et de ses activités. Qu'il s'agisse de la perte ou l'altération des habitats (par exemple : conversion des sols vers un usage agricole ou pour la construction d'édifices, interruption de la continuité des habitats par les infrastructures routières), de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, de la dissémination d'agents pathogènes, de l'accumulation de polluants, ou du changement climatique, ces changements globaux conduisent à une dégradation physique, chimique et biologique des écosystèmes et menacent la survie d'un nombre considérable d'espèces.

L'espèce humaine investissant toujours plus d'espace, les changements écosystémiques qui en découlent impliquent également une augmentation des interactions des humains et de leurs animaux domestiques avec la faune sauvage, qui peuvent être à l'origine de problématiques sanitaires ou de cohabitation. Ces enjeux sanitaires interconnectés sont aujourd'hui considérés dans un concept de santé globale « One Health » dans lequel la **gestion de la santé de la faune sauvage a un rôle prépondérant** :

- Santé des humains (santé publique) : au cours des 20 dernières années, 60.3% des maladies infectieuses émergentes chez l'humain sont d'origine animale, dont 71.8% proviennent de la faune sauvage (OMSA 2021).
- Santé des animaux domestiques : problématiques liées à des maladies partagées avec la faune sauvage.
- Santé de la faune sauvage : maladies partagées avec la faune domestique et zoonoses inverses (transmission de l'Homme aux animaux de la faune sauvage) impliquant des problématiques de **conservation de populations ou d'espèces sauvages**.
- **Le concept Ecohealth** (santé des écosystèmes) intègre les effets de la pollution des écosystèmes qui peuvent nuire à tout le vivant et les effets des interventions humaines sur les écosystèmes qui peuvent potentialiser la circulation d'agents infectieux.

Dans son rapport annuel 2022, l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA) préconise un renforcement des connaissances et de la surveillance de la santé de la faune sauvage dans un but de préservation de la santé humaine, animale et de **maintien de l'équilibre des écosystèmes**.

### 1.1.2. Pressions anthropiques sur les écosystèmes aquatiques continentaux

Les écosystèmes aquatiques continentaux sont caractérisés par la présence d'eau, courante ou stagnante, douce, salée ou saumâtre. L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques distingue parmi eux les milieux aquatiques et les zones humides (EFESE 2018). Elle propose une typologie de ces différents biotopes (tableau 1).

En France, seulement 16 % des espèces et des milieux aquatiques et humides continentaux d'intérêt communautaire sont dans un état de conservation favorable, selon une évaluation réalisée dans le cadre de la Directive Habitats-Faune-Flore (DHFF) de la Commission Européenne (Bensettiti & Puissauve 2015). Différentes atteintes d'origine anthropique ont conduit à la dégradation de ces habitats et à l'érosion de leur biodiversité (Michelet 2017) :

- **Modification de la morphologie des cours d'eau** conduisant à une homogénéisation de l'habitat responsable d'une chute de la diversité des espèces animales et végétales : rectification du lit, artificialisation des berges par chenalisation et endiguement, curetage, incision du lit pour l'extraction de granulats, suppression de ripisylves. Les ouvrages transversaux constituent des obstacles à la continuité écologique des cours d'eau, entravant

la libre circulation de la faune (contrainte sur la migration des poissons, traversée d'axes routiers transversaux accidentogènes pour la Loutre, etc...)

- **La pollution** des cours d'eau (eaux courantes) et plans d'eau (eaux dormantes) expose la faune qui peuple ces écosystèmes à une grande diversité de substances issues des activités humaines, aux effets toxiques variables. L'ensemble du réseau trophique des milieux aquatiques se trouve impacté par ces effets directs et indirects (invertébrés, poissons et amphibiens de façon majeure). Par ailleurs, **l'eutrophisation** des milieux aquatiques continentaux suite à un apport excessif d'azote et de phosphore d'origine agricole est caractérisée par des proliférations d'algues et de végétaux qui créent des zones d'anoxie incompatibles avec la survie des invertébrés et de nombreuses espèces de poissons.
- **L'introduction d'espèces exotiques envahissantes** fragilise l'équilibre des écosystèmes aquatiques continentaux en entraînant une compétition dans l'occupation de l'espace et dans le réseau trophique. Ces espèces peuvent également être à l'origine de la transmission d'agents pathogènes pouvant mettre à mal certaines populations d'espèces indigènes.
- **La surexploitation de la ressource piscicole** contribue également à la vulnérabilité de certaines espèces de poissons d'eau douce.
- **Le changement climatique** a un impact majeur sur les milieux aquatiques : perturbation des régimes pluviométriques (en France, précipitations globalement en hausse en hiver et en diminution pendant la période estivale) donc du ruissellement, avec des phénomènes extrêmes pouvant mener à des crues plus fréquentes détériorant les berges et les ripisylves ; sécheresses entraînant une diminution du niveau des eaux continentales (par conséquent une concentration des polluants), une augmentation de la température de l'eau perturbant le cycle de vie et la répartition amont-aval des populations halieutiques.

**Tableau 1 :** Typologie des milieux humides et aquatiques continentaux selon l'EFESE (2018)

Milieux humides et aquatiques métropolitains et ultramarins	1 – Vallées alluviales	1.1 – Ripisylves 1.2 – Prairies inondables 1.3 – Roselières, Cariçaies 1.4 – Cultures inondables 1.5 – Forêts alluviales
	2 – Hauts de bassins versants	2.1 – Marais d'altitude 2.2 – Tourbières 2.3 – Prairies humides 2.4 – Forêts humides
	3 – Régions d'étangs, lacs et zones humides associées	3.1 – Etangs 3.2 – Bordures d'étangs 3.3 – Lacs 3.4 – Bordures de lacs 3.5 – Prairies inondables 3.6 – Roselières, Cariçaies
	4 – Marais et landes humides de plaines et plateaux	4.1 – Landes humides 4.2 – Prairies tourbeuses 4.3 – Tourbières
	5 – Cours d'eau	5.1 – Torrents 5.2 – Rivières 5.3 – Fleuves et ravines 5.4 – Sources 5.5 – Annexes hydrauliques
	6 – Milieux humides artificiels	6.1 – Etangs 6.2 – Réservoirs, barrages, retenues 6.3 – Carrières en eau 6.4 – Canaux

**La Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), mustélidé inféodé aux écosystèmes aquatiques continentaux dulçaquicoles, utilise l'ensemble du réseau hydrographique des bassins versants qu'elle occupe (cours d'eau, plans d'eau, zones humides, estuaires) et représente le prédateur au sommet du réseau trophique de ces milieux. La dégradation des milieux d'eau douce où elle évolue constitue une cause de vulnérabilité pour l'espèce, notamment par la fragilisation de son habitat (nécessité d'abris suffisants et de corridors écologiques pour les déplacements et les échanges génétiques) et de sa ressource alimentaire principale (les poissons). L'espèce est présentée en Annexe 1.**



## 1.2. Facteurs de vulnérabilité de la Loutre d'Europe en France

### 1.2.1. Un équilibre démographique fragile

Par la combinaison d'une faible espérance de vie (3 à 5 ans en moyenne), d'une maturité sexuelle tardive (2 à 3 ans), du faible nombre de loutrons par portée, d'une forte mortalité juvénile (25 à 30 % avant 2 mois) et d'une longue période d'apprentissage des jeunes, les loutres ont généralement peu de descendants. Le **taux d'accroissement des populations est donc faible**. La conservation de l'espèce peut donc être mise en péril par **tout facteur affectant la survie des adultes reproducteurs, mais également leur fertilité et leur fécondité**.

### 1.2.2. Fragmentation écologique et mortalité routière

L'interruption du réseau hydrographique par des aménagements créés par l'Homme constitue une rupture de la continuité des habitats pour la Loutre (routes, barrages, piscicultures). En particulier les infrastructures routières se sont multipliées ces cinquante dernières années, et le trafic s'est intensifié. Cela peut constituer, lorsqu'ils sont infranchissables, une entrave à la libre circulation des individus pour la recherche d'un partenaire sexuel et la dispersion donc un **frein à la recolonisation** (Simonnet & Grémillet 2009). Les ouvrages hydrauliques peuvent aussi **affecter la libre circulation des poissons**, ressource alimentaire principale de la Loutre, comme c'est le cas sur le bassin de la Loire (Sordello 2012).

La Loutre n'utilise qu'en partie les cours d'eau à la nage pour se déplacer. Elle passe régulièrement sur le milieu terrestre, d'autant plus si le débit du cours d'eau est élevé. La présence d'un pont ou d'un autre ouvrage hydraulique constitue une barrière **par la discontinuité des berges**, et pousse la Loutre à traverser la route en contre-haut pour rejoindre l'autre partie du cours d'eau, lorsque cela est possible. Cela l'expose ainsi à des **collisions routières qui représentent la première cause de mortalité pour l'espèce en France** comme ailleurs en Europe (Kuhn et al. 2019). La mortalité routière peut donc menacer sérieusement le bon état de conservation des populations de Loutre (d'autant plus si elle est associée à d'autres menaces) et leur expansion (notamment entre bassins versants) voire même provoquer un isolement de population dans le cas de points de conflits sérieux (Simonnet & Grémillet, 2009).

Des aménagements compensatoires dits « **passages à loutres** » se sont développés depuis les années 1990 dans le cadre des travaux d'infrastructures routières nouvelles et de l'aménagement d'ouvrages existants diagnostiqués comme particulièrement dangereux pour l'espèce (points noirs) : banquettes et buses hors d'eau, avec ou sans engrillagements latéraux enterrés à mi remblais (Lafontaine 2005). Des aménagements spécifiques aux barrages sont également possibles.

### 1.2.3. Conséquences des atteintes aux milieux aquatiques continentaux

Outre la fragmentation écologique liée à l'interruption de la continuité du réseau hydrographique, d'autres atteintes à l'habitat de la Loutre, d'origine anthropique, peuvent fragiliser l'espèce par déstabilisation de l'équilibre énergétique des individus, amplifiant l'impact d'autres menaces :

#### 1.2.3.1. Atteintes aux zones de refuge

**La végétation des berges et les zones humides** assurent tranquillité et possibilités de gîtes (nécessairement nombreux) pour la Loutre. Toute destruction de ripisylve ou de zone buissonnante, drainage et assèchement de zone humide porte atteinte localement à l'espèce.

La Directive cadre sur l'eau de l'Union européenne (2000), transposée au niveau national par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) en 2006, ainsi que la loi pour la reconquête de la biodiversité (2016) vont dans le sens d'une meilleure protection de ces habitats. Des préconisations pour la prise en compte de la Loutre d'Europe dans l'entretien et la restauration des cours d'eau sont établies par les associations de protection de la nature (exemple du Groupe Mammalogique Breton) afin de préserver un habitat fonctionnel pour l'espèce (Simonnet & Grémillet 2009).

Par ailleurs, **la fréquentation humaine** en général et l'utilisation d'engins motorisés dans ces milieux sont des facteurs de dérangement non négligeables.

**L'assèchement estival** des vallées alluviales par l'irrigation est également problématique dans certaines régions, majoré par les effets du changement climatique. La Loutre peut s'y maintenir tant qu'il y reste des proies mais le tarissement complet d'un cours d'eau entraîne sa disparition.

### 1.2.3.2. Atteintes à la ressource alimentaire

**La raréfaction des poissons** dans les cours d'eau français par la dégradation écologique de ceux-ci et la pêche entraîne une perte de ressource alimentaire pour la Loutre d'Europe.

A titre d'exemple, le différentiel de qualité biologique des cours d'eaux bretons (évaluée sur l'analyse des peuplements de poissons) entre l'ouest et l'est de la région souligné par la DREAL Bretagne (PLAGEPOMI 2013-2017) pourrait être mis en perspective avec la carte de répartition de la Loutre d'Europe en Bretagne dont la recolonisation semble plus difficile dans le nord-est de la région. Une juxtaposition des cartes permettant une comparaison de ces données est proposée en Annexe 2.

**Les ouvrages transversaux hydrauliques** limitent les possibilités de déplacement des poissons migrateurs vers les zones de reproduction en amont des rivières, limitent le renouvellement naturel des granulats et induisent un réchauffement des eaux qui leur est défavorable (ainsi qu'à certains invertébrés aquatiques). **Les travaux structurants et « d'entretien »** des cours d'eau, à visée agricole par exemple, conduisent également à une altération des conditions d'accueil de l'ichtyofaune.

**La pollution des cours d'eau** par diverses substances d'origine industrielle, agricole et domestique via le sol a une action directe sur les peuplements d'invertébrés aquatiques (concentrations létales de pesticides de type insecticides par exemple), ressource alimentaire des poissons, et les poissons eux-mêmes lorsque des concentrations toxiques pour ces organismes sont atteintes, même si elles sont transitoires et non uniformes sur le linéaire aquatique.

**Le cas des rivières eutrophes est à nuancer**, sans pour autant minimiser l'impact de la pollution qu'elles subissent puisque l'eutrophisation conduit globalement à une perte de biodiversité. C'est le cas notamment dans les rivières bretonnes qui présentaient un taux moyen de nitrates de 30 mg/L en 2021 (chiffre Eaux et Rivières de Bretagne/DREAL Bretagne) tandis que la loutre semble y prospérer : l'accumulation d'azote et de phosphore d'origine agricole dans l'eau favorise la prolifération de plantes aquatiques et d'algues provoquant une hypoxie et une augmentation de la turbidité du milieu incompatible avec la vie de certaines espèces d'invertébrés et de poissons (Salmonidés) mais favorable au développement d'autres comme certains poissons Cyprinidés et les écrevisses d'origine américaine (espèce exotique envahissante). Ces espèces se montrent localement assez favorables aux loutres (Simonnet & Grémillet 2009). Toutefois, **couplée au changement climatique** qui installe périodiquement une température de l'eau élevée notamment dans les plans d'eau, **l'eutrophisation est favorable à la prolifération de bactéries produisant des toxines préoccupantes pour la santé des animaux aquatiques** (botulisme aviaire et cyanobactéries, cf. 3)

Si l'éclectisme de son régime alimentaire lui permet de s'adapter en exploitant d'autres types de proies (cf. 1.2.3.), **l'altération de la diversité de ses proies peut occasionner un bilan énergétique négatif** pour la Loutre, par une dépense énergétique accrue pour capturer des proies moins faciles ou par une valeur énergétique insuffisante des proies à disposition. Cela peut la pousser à désertier les sites où les poissons sont rares, ou bien fragiliser sa santé et son succès reproducteur. Il apparaît en effet que la Loutre ne se reproduit pas et ne reste pas dans des zones où la biomasse piscicole est inférieure à 50-100 kg/ha (Kuhn & Jacques 2011).

S'ajoute à la raréfaction de l'ichtyofaune **le déclin des amphibiens**, deuxième catégorie de proies les plus consommées par la Loutre d'Europe (Kuhn & Jacques 2011) qui joue potentiellement un rôle important pour l'apprentissage et l'émancipation des jeunes (Simonnet F., *communication personnelle*), sous la pression combinée de l'assèchement des zones humides, la pollution (notamment nitrates et pesticides) des eaux continentales et l'émergence de maladies infectieuses et parasitaires.

### 1.2.3.3. Exposition à des polluants chimiques

Outre les effets des pollutions sur la ressource alimentaire de la Loutre (effets indirects), celle-ci est elle-même exposée à ces contaminants chimiques **de façon directe et par bioaccumulation** puisqu'elle se situe au sommet du réseau trophique. Ces effets directs peuvent relever d'une **toxicité aiguë**, résultant d'une exposition unique voire répétée sur un à quelques jours (c'est le cas des anticoagulants rodenticides ou de certains insecticides neurotoxiques comme les carbamates ou les pyréthriinoïdes), ou d'une **toxicité chronique** impliquant une exposition de quelques semaines à plusieurs mois voire la vie entière.

Au-delà de **l'effet léthal** bien identifié de certaines molécules à une certaine concentration responsable d'une **mortalité** (exemple des anticoagulants), les **effets sublétaux** induisent **morbidity, troubles de la reproduction ou perte de fitness conduisant à une diminution de la résistance à d'autres facteurs vulnérants**. Ils sont plus délicats à démontrer. Par exemple, une **immunotoxicité** peut sensibiliser les individus à des agents pathogènes et ainsi favoriser des épidémies. La **neurotoxicité** subléthale peut occasionner des **troubles du comportement**

exposant les individus à un risque traumatologique accru (collisions routières par baisse de vigilance, agressions intra-spécifiques, ...).

**Le potentiel cancérigène** de certains polluants n'est pas à écarter totalement malgré la courte longévité naturelle de la Loutre d'Europe. Au Royaume-Uni, 9 loutres sur 755 cadavres collectés entre 1992 et 2009 présentaient des masses tissulaires anormales et la plupart des foies de ces 9 individus présentaient des niveaux de polluants organiques persistants supérieurs à la moyenne relevée. Plus de 600 autres cadavres ont été examinés entre 2009 et 2013 par cette équipe de l'Université de Cardiff qui indique que 11% des loutres mâles de cet échantillon présentaient des kystes sur les canaux déférents, soit bien plus d'aujourd'hui (Kean et al. 2013). Associée à la cryptorchidie et à la diminution de la taille du baculum (os pénien) relevée au cours du temps par cette équipe, la présence de ces kystes, également rapportée chez des loutres mâles en Suède (Roos & Agren 2011) est susceptible **d'affecter la fertilité des mâles** et pourrait être due à une **exposition foetale à des perturbateurs endocriniens oestrogéniques et anti-androgéniques** (Kean et al. 2013).

**Les perturbateurs endocriniens** désignent une grande diversité de composés chimiques polluants pour lesquels de nombreux efforts de recherche pour préciser leur toxicité sont développés. Il s'agit de substances exogènes qui interfèrent avec le fonctionnement du système endocrine avec des conséquences néfastes sur la santé d'un individu, de ses descendants ou d'une population. 3 axes hormonaux peuvent être altérés :

- L'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien (HHS) qui régule la réponse au stress par les hormones corticoïdes et catécholamines produites par les glandes surrénales.
- L'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique (HHG) qui coordonne la reproduction par les hormones stéroïdes sexuelles (oestrogènes et androgènes) produites par les gonades (une partie aussi dans les surrénales)
- L'axe hypothalamo-hypophysio-thyroidien (HHT) qui régule le métabolisme énergétique et le développement par les hormones thyroïdiennes.

Les mécanismes d'action des perturbateurs endocriniens sont variés et comprennent l'activation (ou l'inactivation) de récepteurs aux hormones, une action sur la synthèse, le transport ou le métabolisme d'une hormone, ou en antagonisant l'action d'une hormone.

L'impact délétère des perturbateurs endocriniens peut donc se porter sur :

- **Le développement embryonnaire** : malformations, mort embryonnaire
- **La reproduction** : une activité oestrogénique ou anti-androgénique a des effets morphologiques et fonctionnels sur l'appareil sexuel mâle (anomalies du développement si l'exposition a eu lieu in utero ou pendant la croissance, cryptorchidie, baisse de fertilité) et peut promouvoir des cancers (mamelles, ovaires,...)
- **La fonction neuronale** : le comportement peut être affecté (plus d'agressivité envers les congénères par exemple).
- **Le système immunitaire** : une augmentation des niveaux d'hormones de stress induit une immunodépression qui peut sensibiliser l'organisme à des agents infectieux ou parasitaires qui ne seraient pas pathogènes en temps normal.

#### 1.2.4. Vulnérabilité liée à l'opportunisme alimentaire

L'adaptabilité du régime alimentaire de la Loutre d'Europe aux ressources disponibles est considérée comme une aide à leur récente recolonisation du territoire (cf. 1.4.1) et pourrait permettre une certaine résilience de l'espèce aux changements environnementaux en cours et à venir (Drake et al. 2023). Son opportunisme peut cependant l'amener à exercer une prédation sur des oiseaux infectés par un virus Influenza aviaire hautement pathogène, à consommer des rongeurs porteurs de leptospires ou de mycobactéries ou à consommer des cadavres d'oiseaux sources de toxine botulinique.

**Si ce phénomène tend à l'avenir à s'accroître du fait de la raréfaction des poissons et/ou par l'augmentation de la circulation d'agents hautement pathogènes dans l'avifaune sauvage, il pourrait constituer un point de vigilance particulier.**

#### 1.2.5. Conséquences de contacts inter-spécifiques entre la Loutre et la faune domestique et/ou exotique

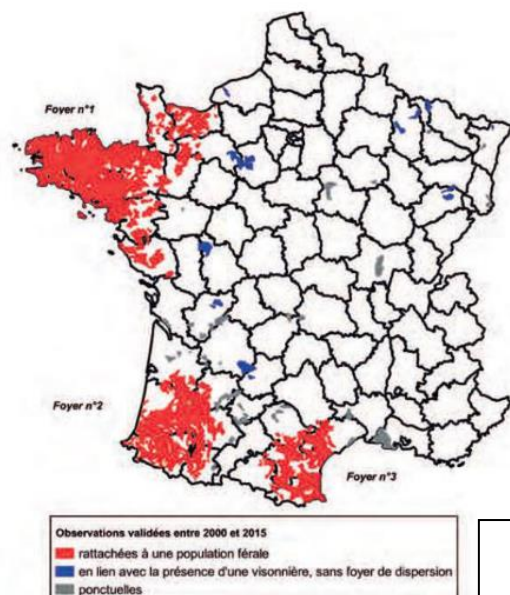
##### 1.2.5.1. Contacts avec les chiens

A l'heure où les habitats sont de plus en plus anthropisés, ce développement amène une fréquentation accrue des espaces naturels par les humains et leurs animaux domestiques, notamment le Chien (*Canis lupus familiaris*) qui est une **source de dérangement** pour la faune sauvage. Les contacts de la Loutre avec le Chien (chiens de chasse, chiens en divagation ou chiens de promeneurs non tenus en laisse) ne sont pas rares malgré son mode de vie plutôt nocturne, comme en attestent les lésions post-mortem de morsures de chiens enregistrées lors de différentes sessions d'autopsies (Simpson 2006, Simonnet & Ramos 2021). **Ces morsures portent atteinte à la**



**survie des individus** soit par leur action directe (hémorragie, pneumothorax ouvert...), soit par infection secondaire.

Si les carnivores sauvages sont souvent considérés comme des réservoirs potentiels de maladies infectieuses pour les chiens, notamment virales, peu d'études s'intéressent au phénomène inverse. Il constitue pourtant un enjeu sanitaire pour la conservation d'espèces protégées telles que la Loutre d'Europe. **Un certain nombre d'agents pathogènes sont en effet communs aux Caniformes** dont font partie les Canidés et les Mustélidés. Le Chien pourrait transmettre des agents infectieux par contact direct ou indirect par ses déjections ou des sécrétions respiratoires, avec une résistance variable de ces agents infectieux dans l'environnement. Rappelons ici que la France est indemne de rage chez les Carnivores sauvages depuis 2001.



#### 1.2.5.2. Contacts avec le Vison d'Amérique

Le Vison d'Amérique (*Neovison vison*) est une espèce exotique envahissante, semi-aquatique, qui **utilise les mêmes habitats que la Loutre d'Europe**. Ses populations, férales, sont issues d'échappées d'élevages pour la fourrure (importation d'Amérique du Nord dans les années 1920). Elles se répartissent dans le nord-ouest de la France (Bretagne majoritairement, Normandie et Mayenne), le sud de la Nouvelle Aquitaine (et ouest de l'Occitanie) et le sud-est de l'Occitanie (Léger et al. 2018). **Il peut être vecteur d'agents pathogènes transmissibles aux Mustélidés, comme le virus de la maladie aléoutienne.**

Fig 1. Aire de répartition de *Neovison vison* en France (Léger et al. 2018)

### 1.3. Contexte du stage

#### 1.3.1. La Loutre d'Europe, une espèce protégée qui recolonise le territoire français

Jusque dans les années 1930, la Loutre était présente dans l'ensemble de la France métropolitaine (hors Corse). Intensément chassée et piégée pour sa fourrure et pour la concurrence qu'elle représentait pour la ressource piscicole, elle a subi un **important déclin au cours du XX<sup>ème</sup> siècle**, si bien qu'elle ne subsistait plus que le long de la façade atlantique et dans le Massif Central à la fin des années 1980 (Annexe 1). D'autres causes liées au développement des activités humaines (industrialisation, intensification de l'agriculture, développement du réseau routier, perturbations écologiques subséquentes), ont également leur part de responsabilité dans ce déclin (Kuhn et al. 2019).

**C'est à partir de la protection légale de l'espèce que sa progressive recolonisation du territoire (Annexe 1) a pu débuter : interdiction de la chasse et du piégeage de la Loutre en 1972, statut national d'espèce protégée en 1981.** En France, la destruction d'une loutre est passible de 3 ans d'emprisonnement et de 150 000 euros d'amende (article L415-3 du Code de l'Environnement). C'est suffisamment dissuasif pour lutter contre le piégeage et les tirs intentionnels même si quelques cas subsistent encore discrètement, notamment en contexte de **conflits de cohabitation au niveau des piscicultures**, qui peuvent être victimes de prédateurs conséquents par la Loutre. Du piégeage accidentel (dirigé contre des espèces exotiques envahissantes ou susceptibles d'occasionner des dégâts) ou par confusion reste également possible. Les pièges tuants (catégories 2 et 5) sont interdits aux abords des cours d'eau, plans d'eau et zones humides jusqu'à 200 m de la rive dans les secteurs de présence de la Loutre (et du Castor) définis par arrêté préfectoral annuel (article 4 de l'arrêté ministériel du 2 septembre 2016 relatif au contrôle par la chasse des populations de certaines espèces non indigènes et fixant, en application de l'article R. 427-6 du code de l'environnement, la liste, les périodes et les modalités de destruction des espèces non indigènes d'animaux classés nuisibles sur l'ensemble du territoire métropolitain).

Les actions en faveur de la Loutre d'Europe se sont développées (recherche, conservation, sensibilisation) à partir des années 2000, d'abord au niveau local (régional) avec une disparité au sein du territoire. **Un premier Plan National d'Actions (PNA) a été mis en place par le Ministère de l'Ecologie de 2010 à 2015** dans un souhait de favoriser les échanges entre les groupes régionaux de suivi de la Loutre et de coordonner les actions en faveur de l'espèce. Ce plan a permis une meilleure coopération entre les différents acteurs de la conservation de la Loutre d'Europe en France, renforçant la connaissance de l'espèce et de sa recolonisation au niveau national, un

approfondissement de la compréhension des problématiques écologiques et de cohabitation avec les activités humaines de l'espèce, une exploration des solutions envisageables et une sensibilisation des différents publics concernés par sa présence.

### 1.3.2. Exemple : actions du Groupe Mammalogique Breton (GMB) en faveur de la Loutre d'Europe en Bretagne

Le Groupe Mammalogique Breton (GMB), association de protection de la nature créée en 1988, structure d'accueil de ce stage, a été l'un des moteurs de l'amélioration de la qualité des milieux pour favoriser le maintien et l'expansion de la Loutre d'Europe à l'échelle de la Bretagne (carte de l'évolution de la présence de la Loutre en Bretagne présentée en Annexe 2), à partir des populations relictuelles du Centre Bretagne, de Brière (Parc Naturel Régional depuis 1970) et du Lac de Grand Lieu (Réserve Naturelle Nationale depuis 1980) :

- **Prospection des indices de présence et suivi de la progression** de l'espèce en Bretagne historique (Loire-Atlantique incluse), avec une veille y compris dans les zones de présence permanente de la Loutre.
- Engagement fort dans le **développement des « Havres de paix »** pour la Loutre (créés dans les années 1980 par la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères) au niveau régional, étendus ensuite aux autres régions dans le cadre du 1<sup>er</sup> Plan National d'Actions pour la Loutre (2010-2015). Il s'agit d'une convention signée entre des propriétaires privés ou publics de parcelles situées en milieu aquatique et le GMB, listant les engagements de chacune des parties (le propriétaire s'engage à ne pas nuire à la Loutre, le GMB s'engage à apporter conseil et information) et permettant d'assurer des lieux de tranquillité pour la Loutre y compris en zone de reconquête.
- **Publications de préconisations pour la gestion des zones humides** prenant en compte les besoins de la Loutre (Simonnet & Grémillet 2009). **Rôle de conseil** pour la réalisation de travaux de gestion de ces espaces et **formation des techniciens de rivières** des collectivités territoriales et des entreprises d'entretien de cours d'eau.
- **Collaboration avec la DREAL Bretagne, les services routiers** (Direction Interdépartementale des Routes Ouest, et services départementaux) **et les constructeurs d'ouvrages** dans le but de réduire l'impact de nouvelles infrastructures routières sur des habitats remarquables pour la Loutre et pour la réalisation de « passages à loutres » sur de nouveaux ouvrages traversant les cours d'eau et sur des ouvrages déjà existants mais diagnostiqués comme points noirs de collisions (Simonnet et al. 2009).
- **Action de conseil d'aménagements pour les piscicultures** (clôtures, grilles sur les voies d'eau) confrontées à des prédatations par la Loutre.

### 1.3.3. Le Plan National d'Action 2019-2028 en faveur de la Loutre d'Europe

Ce deuxième PNA vise à poursuivre les actions du précédent dans l'optique **d'accompagner la recolonisation naturelle dans les territoires encore non occupés par la Loutre d'Europe**. « L'objectif à long terme est le retour naturel de la Loutre d'Europe dans l'ensemble de son aire de répartition originelle, sans recours à des réintroductions [...] et le maintien des populations existantes dans un état de conservation favorable [...] dans les meilleures conditions possibles de cohabitation de la Loutre d'Europe avec les activités humaines. » (Kuhn et al. 2019).

Comme pour le précédent PNA, **l'animation de ce plan est assurée par la Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (SFPEM), sous la coordination de la DREAL Nouvelle Aquitaine**.

**L'action 2 du PNA**, intitulée dans le tableau 2, prévoit de :

- Collecter et valoriser les informations sur les cas de mortalité
- Collecter des cadavres pour autopsie et prélèvements, systématiquement pour diagnostic et veille toxicologique en lien avec le réseau SAGIR lorsque la cause de la mort ne semble pas liée à une collision routière
- Valoriser les cadavres issus de collisions routières par des autopsies et des prélèvements pour alimenter des études populationnelles, dont anatomiques, génétiques, épidémiologiques, écotoxicologiques, ...

Dans le cadre de l'action 2 du PNA, **un groupe de travail « Loutre et écotoxicologie »** a été constitué afin de fixer un cadre général et proposer des recommandations quant aux études écotoxicologiques à mener sur la Loutre d'Europe et à la valorisation des cadavres. L'intérêt, dans le cadre du PNA, est d'améliorer les connaissances sur cette problématique qui reste encore assez mal connue en termes d'impact sur les populations de Loutre et leur état sanitaire, et à plus long terme d'envisager des actions de conservation appliquée.

Ce stage de DIE réalisé auprès du GMB s'inscrit dans les activités de ce groupe de travail. Le projet de stage y a été exposé lors de sa première réunion le 4 mai 2023, ce qui a permis de réorienter le sujet à la lumière des besoins du groupe de travail.

**Tableau 2** : Les 7 actions définies par le Plan National d'Actions en faveur de la Loutre d'Europe 2019-2028 (Kuhn et al. 2019)

Domaine	Action	Intitulé
Connaissance et veille écologique	1	Suivre la recolonisation et la répartition de la Loutre d'Europe
	2	Recenser les cas de mortalité, assurer un suivi sanitaire et écotoxicologique, valoriser les spécimens de loutres d'Europe trouvées mortes
Protection et gestion conservatoire	3	Réduire la mortalité d'origine anthropique sur la Loutre d'Europe
	4	Améliorer le potentiel d'accueil des milieux pour la Loutre d'Europe
	5	Favoriser la cohabitation entre la Loutre d'Europe et les activités piscicoles
Communication et animation	6	Communiquer et sensibiliser sur la Loutre d'Europe auprès des professionnels, des usagers de la nature et du grand public
	7	Animer le plan, coordonner les initiatives, favoriser le partage des connaissances et apporter une assistance scientifique et technique sur la Loutre d'Europe

#### 1.3.4. Définition du sujet de stage

Le travail réalisé dans le cadre de ce stage propose **une contribution à l'analyse des risques sanitaires pour la Loutre d'Europe en France**. Il s'attache à **identifier les dangers biologiques et toxicologiques susceptibles de menacer la Loutre d'Europe** et de **suggérer une estimation des risques associés à ces dangers pour la conservation de la Loutre d'Europe en France**.

Il s'agit d'un préalable indispensable constituant une base de réflexion pour le PNA et le groupe de travail « Loutre et écotoxicologie » concernant d'éventuelles études populationnelles à mener (nécessité d'une surveillance épidémiologique et écotoxicologique ?) et permettant de cibler de façon pertinente et opérationnelle les recherches étiologiques dans les cas de mortalité hors collision routière.

Ce travail apporte subséquemment des éléments permettant une actualisation du protocole de valorisation des cadavres de loutres établi en 2013 par le premier PNA (Fournier 2013), notamment par l'intégration de certains indicateurs biométriques aux relevés d'autopsies (cf. 4.2.2), indispensables à l'évaluation de l'évolution de l'état de santé des populations de loutres dans le temps et pouvant servir ainsi de base aux potentielles études de l'impact des pollutions environnementales sur la Loutre.

Précisions pour la délimitation du sujet :

- Les risques sont évalués à l'aune des **enjeux de conservation** pour les populations de loutres d'Europe (sévérité individuelle et populationnelle, diffusibilité dans la population) et ne prennent pas en considération le caractère sentinelle de l'espèce pour son écosystème ni les risques pour d'autres espèces ou zoonotiques pour la santé humaine.
- Seuls les dangers à effet direct sur la Loutre sont étudiés (par exemple, ceux qui ont un effet sur les poissons, ressource alimentaire principale, ne le sont pas).
- Les dangers traumatologiques pour la Loutre (collisions routières, piégeage, tirs et morsures) sont considérés actuellement comme les dangers les plus probables pour la Loutre d'Europe. Ils font déjà l'objet de mesures de gestion et ne rentrent pas dans le cadre de ce travail qui s'intéresse uniquement aux dangers biologiques et toxicologiques.

La recolonisation progressive de la Loutre en France est perçue comme l'indicateur d'une meilleure maîtrise de l'impact de l'homme sur les milieux aquatiques terrestres. Pourtant, même si la Loutre est moins menacée que par le passé, le rétablissement des populations vers leur niveau initial est encore loin et l'espèce doit faire face à des menaces établies (réseau routier intense, équilibre fragile des ressources alimentaires), suspectées (impact des pollutions aquatiques passées et actuelles) ou potentiellement émergentes (menaces infectieuses). **Les menaces écotoxicologiques et infectieuses pourraient s'ajouter à un équilibre démographique naturel fragile et pourraient mériter une surveillance adaptée du fait de leur potentiel impact sur la dynamique des populations.**

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Structure d'accueil du stage

#### 2.1.1. Présentation du Groupe Mammalogique Breton

Le Groupe Mammalogique Breton (GMB) est une association de protection de la nature (loi 1901) créée en 1988. Il œuvre pour la protection des mammifères terrestres et de leurs habitats en Bretagne. C'est un relais régional de la SFEPM et il est également membre de France Nature Environnement Bretagne. Il fait partie du collectif CAP Loup et compose le Groupe Loup Bretagne avec l'association naturaliste Bretagne Vivante, dans l'optique d'accompagner le retour du Loup gris en Bretagne (avéré depuis mai 2022) et de gérer au mieux sa cohabitation avec l'Homme (notamment les activités agricoles d'élevage).

##### 2.1.1.1. Actions du GMB

Ses actions sont réalisées en collaboration et avec le soutien financier de différents partenaires comme l'Union Européenne, l'Etat, le Conseil Régional, les Départements, les collectivités locales de Bretagne ou d'autres partenaires publics ou privés. Elles sont régulièrement développées au travers des **Contrats-Nature** (soutien du Conseil Régional de Bretagne et d'autres partenaires aux collectivités locales et associations qui s'engagent dans des actions de **réhabilitation de sites d'intérêt écologique majeur ou de protection d'espèces en Bretagne**). Elles s'articulent autour de 4 axes de travail :

- **Connaître** : inventaires spécifiques et suivis de populations (principalement Chiroptères, Micromammifères, et Mammifères semi-aquatiques), études fondamentales pour compléter les connaissances sur la biologie des espèces, participation à de nombreux colloques, rencontres et temps d'échanges. Le GMB coordonne l'Observatoire des Mammifères de Bretagne et participe aux travaux des Observatoires Régionaux Faune Flore pour la mise en commun des informations.
- **Protéger** : gestion d'un réseau de plus de 350 sites protégés pour les mammifères d'intérêt communautaire (conventions Havres de Paix pour la Loutre et Refuges pour les chauves-souris, Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope pour réglementer l'accès à des sites de gîtes à chauves-souris, sites propriétés du GMB), réalisation ou accompagnement d'aménagements pour les mammifères (passages à loutres, grilles de protection à l'entrée de gîtes d'hivernage de chauves-souris, nichoirs, ...), expertises pour une meilleure prise en compte des Mammifères par les acteurs des milieux naturels, accompagnement de politiques publiques en matière de gestion des habitats et d'accueil de la faune, publication d'avis à destination des décideurs (réglementation ESOD, espèces protégées,...), constitution de partie civile en procès pour destruction d'espèce protégée, ...
- **Former** : différents profils de professionnels pour la prise en compte des mammifères sauvages dans leurs activités (agriculteurs, agents du réseau de transport d'électricité, agents des rivières, agents de l'ONF, agents des services routiers, agents des collectivités territoriales), étudiants (lycéens, université, BTS Gestion et Protection de la Nature, accueil de stagiaires), formation naturaliste de bénévoles pour la participation aux inventaires et suivis.
- **Sensibiliser** : réalisation d'animations tous publics, présence sur des événements, interventions dans des écoles, diffusion de documents pédagogiques, interventions dans les médias.

##### 2.1.1.2. Fonctionnement du GMB

En 2022, l'association comptait 426 adhérents. Ses grandes orientations sont prises par le conseil d'administration élu par les adhérents. L'équipe salariée (9 permanents), répartie sur 3 sites (siège à Sizun dans le Finistère, antennes de Ploufragan dans les Côtes d'Armor et de Redon en Ille-et-Vilaine), met en place les actions de l'association. Un coordinateur (un salarié différent chaque année) assure la cohésion des actions menées par les équipes des différents sites et les relations avec le conseil d'administration. Un organigramme de l'association est présenté en Annexe 3.

Les axes de travail décrits ci-dessus sont intégrés selon un fonctionnement transversal reposant sur trois **réseaux d'observateurs** (Chiroptères, Loutre et Micromammifères) adhérents ou non, naturalistes amateurs ou professionnels, ainsi qu'un **réseau de médiateurs bénévoles formés aux questions de cohabitation entre les mammifères sauvages et l'Homme**, aptes à intervenir sur des actions de proximité : par exemple, échanges et visites aux particuliers s'interrogeant sur la présence de chauves-souris dans leur domicile ou d'un blaireau sur

leur terrain, pour conseiller des particuliers ou des collectivités pour la création de Refuges pour les chauves-souris ou de Havres de paix pour la Loutre ou bien tenir et animer le stand du GMB sur certains évènements.

### 2.1.1.3. Le réseau de suivi de la mortalité de la Loutre d'Europe en Bretagne

Concernant spécifiquement la Loutre, **le GMB assure la déclinaison du PNA à l'échelle de la région Bretagne** (actions décrites en 1.4.2.). Dans le cadre de l'action 2 du PNA, **le GMB coordonne un réseau de collecte efficace des cadavres de loutres** en vue de leur valorisation : il existe un partenariat avec la **Direction Interdépartementale des Routes (DIR) Ouest, les Fédérations Départementales des Chasseurs (FDC), et l'Office Français de la Biodiversité (OFB)** pour le recensement des cas de mortalité et la collecte des cadavres. Parfois, certains vétérinaires sensibilisés au réseau apportent un appui ponctuel au dispositif si un signalement de mortalité leur parvient par leurs clients. **Une vingtaine de cas annuels de mortalité** sont ainsi recensés dans la région par le GMB, la grande majorité d'entre eux étant issus de collisions routières. Une grande partie de ces cadavres est collectée pour autopsie ultérieure.

**Le GMB dispose dans chaque département (région Bretagne + Loire-Atlantique) d'une dérogation « espèces protégées » accordée par le Préfet après avis du Conseil National de Protection de la Nature (CNPN) pour la détention et le transport de spécimens de Loutre d'Europe trouvés morts.** Il assure dans ses locaux une partie du stockage des cadavres collectés dans ses congélateurs, les services départementaux de l'OFB assurant l'autre partie.

Une session d'autopsies de ces cadavres est généralement organisée une fois par an à **Oniris** (Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes) ou à **Océanopolis** (Brest) par des vétérinaires, avec l'appui technique de salariés, de bénévoles du GMB et d'agents de l'OFB pour le recueil des informations issues de l'examen nécropsique et le conditionnement des prélèvements. Ces cadavres de Loutre d'Europe sont autopsiés selon le protocole de valorisation du PNA (Fournier 2013).

## 2.1.2. Activités menées pendant le stage

### 2.1.2.1. Participation à la session 2023 d'autopsies de loutres bretonnes

Une session d'autopsies de loutres organisée par le GMB a eu lieu à Oniris (Nantes) le 20 avril 2023. Vingt spécimens ont été autopsiés, dont dix-sept cas de collision routière confirmés. Le bilan de cette session est fourni en Annexe 4. En lien avec le stage, cette journée a permis :

- **la pratique d'examens nécropsiques de loutres** (acte vétérinaire)
- **la familiarisation avec le protocole de valorisation des cadavres de loutres du PNA.**  
Il prévoit trois niveaux d'examen nécropsique :
  - **Niveau 1** : collision routière certaine, cadavre non collecté mais recensé, sexé et géolocalisé (pour le recensement de points noirs de collisions routières), prélèvement génétique sur place (échantillon de peau, oreille, langue ou muscle), centralisation nationale des données et prélèvements.
  - **Niveau 2** : collision routière incertaine ou exclue, cadavre collecté et autopsié afin de déterminer la cause de mortalité, prélèvements (mandibule, appareil génital femelle, rate, foie, rein, poumon, encéphale) pour éventuels suivis populationnels rétrospectifs (paramètres de dynamique des populations, surveillance de la circulation de la Maladie de Carré et de l'exposition aux anticoagulants)
  - **Niveau 3** : collision routière exclue, cadavre autopsié de façon détaillée, prélèvement de lésions particulières observée et examens complémentaires afin de préciser la cause de mortalité ou les lésions présentées. Niveau non envisagé dans le cadre du PNA mais possible si moyens techniques et financements mobilisables par une structure.

Le GMB collecte en réalité la totalité des cadavres signalés, applique le niveau 2 d'examen nécropsique et réalise ainsi depuis 2007 des prélèvements systématiques sur chaque cadavre (oreille, hémi-mandibule, baculum, foie et appareil génital femelle) afin de constituer une banque de matériel biologique disponible pour alimenter d'éventuelles études rétrospectives (projets d'étude de la structure d'âge des populations de Loutre et de la fécondité des femelles par comptage des embryons et des cicatrices placentaires, écotoxicologie). Des prélèvements complémentaires, au cas par cas, peuvent également être réalisés.

- **L'identification de liens avec des équipes de recherche** (incluant des vétérinaires) menant des études alimentées par des prélèvements issus de ces spécimens autopsiés :

- Prélèvement du crâne et radiographie des os longs : **estimation de l'âge de spécimens de Loutre d'Europe par cémentologie dentaire et épiphysation des os longs**, thèse vétérinaire en cours (Oniris) de Julie Saint-Martin, sous la direction de Claude Guintard, Maître de Conférences en anatomie comparée à Oniris (Nantes).
- Prélèvement de foie : **surveillance de l'exposition de la faune sauvage aux anticoagulants rodenticides** par l'équipe de Virginie Lattard, USC 1233 INRAe/VetagroSup (Lyon) et thèse vétérinaire associée.
- Divers organes pour analyse PCR : **évaluation du portage d'agents pathogènes dans des populations de Loutres d'Europe de l'ouest de la France par le Laboratoire Anses de la Rage et de la faune Sauvage** de Nancy (complète une étude alimentée par des prélèvements de spécimens collectés par le Parc Naturel Régional de Brière). Les matrices utilisées et agents pathogènes recherchés sont synthétisés dans l'Annexe 5.

#### 2.1.2.2. Prospection d'indices de présence de la Loutre

Une journée de formation opérationnelle à l'identification des indices de présence de la Loutre sur le terrain a pu être suivie avec Meggane Ramos, chargée de mission du GMB à l'antenne de Ploufragan (22) et tutrice de ce stage. Plusieurs rivières et ruisseaux ont été prospectés dans le centre-Finistère à la recherche d'empreintes, épreintes et gîtes (9 sites au total).

Au-delà de la participation au réseau d'observation permettant d'alimenter les données de présence de la Loutre en Bretagne, ce travail de terrain a permis d'appréhender l'écosystème de la Loutre en visitant différents habitats qu'elle occupe. Une telle immersion dans les milieux de vie de la Loutre était indispensable à la compréhension des besoins vitaux de cet animal, de ses liens avec les autres éléments de son écosystème et de ses facteurs de vulnérabilité. Ce fut également une aide à l'appréciation de l'exposition à certains dangers et de leurs conséquences populationnelles.

#### 2.1.2.3. Travail de bibliographie et de contact d'experts

La majorité de la durée du stage (période du 11 au 26 mai 2023) a été consacrée à l'élaboration d'une méthodologie (simplifiée car stage court) de l'analyse de risque sanitaire applicable à la Loutre d'Europe, à la constitution d'une bibliographie sur l'espèce et les dangers à laquelle elle peut être exposée et au contact de quelques experts susceptibles d'apporter des données complémentaires pour cette analyse. Ce travail a eu lieu pour moitié en présentiel au siège du GMB à Sizun (29) et pour l'autre moitié en télétravail.

## 2.2. Méthodologie de l'analyse de risque

**Un risque correspond à la combinaison de la probabilité de survenue d'un danger avec ses conséquences indésirables, dans une zone donnée, au cours d'une période donnée. Une analyse de risque est une démarche scientifique d'aide à la décision qui comprend l'identification du danger connu ou potentiel, l'appréciation du risque, la gestion du risque et la communication sur le risque (AFSSA 2008).** L'analyse des risques sanitaires chez la Loutre d'Europe en France proposée dans ce rapport a été réalisée d'après la méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale de l'AFSSA (2008), en y apportant des simplifications du fait de la limitation du temps imparti pour ce travail. **Seules les deux premières étapes de la démarche (identification des dangers, biologiques et chimiques uniquement, et appréciation du risque lié aux dangers biologiques uniquement) ont été proposées.** Parmi les dangers biologiques, **les parasites (externes, internes et intracellulaires) n'ont pas été abordés** (temps insuffisant pour traiter ce groupe de dangers).

Cette analyse a pour but de comparer entre eux les risques populationnels liés aux dangers identifiés et de permettre une orientation de la surveillance (voire de la gestion) vers les risques les plus importants pour cette espèce. Pour des considérations de conservation de l'espèce qui intéressent le PNA, cette analyse reste centrée sur le risque sanitaire pour la Loutre d'Europe et n'étudie pas les risques pour d'autres espèces sauvages, pour la faune domestique ou pour l'Homme. Le risque zoonotique est par ailleurs réduit car les contacts de la Loutre avec l'Homme sont rares (cas de la prise en charge d'individus en détresse et de l'autopsie de cadavres). Cette analyse est réalisée à l'aune de la situation sanitaire en cette année 2023. Les risques estimés sont susceptibles d'être réévalués périodiquement en fonction de l'évolution de cette situation et de la publication de nouvelles données scientifiques.



## 2.2.1. Identification des dangers

**Un danger représente tout agent biologique, chimique (ou physique, occasionnant des traumatismes par exemple, non pris en compte, cf. 1.4.4.), pouvant avoir un effet néfaste sur la santé de la Loutre d'Europe (AFSSA 2008).** Il s'agit de **virus, bactéries, protozoaires, parasites, toxines produites par des bactéries, molécules biocides et polluantes.**

L'identification de ces dangers a pu être réalisée grâce à une revue de la littérature scientifique la plus exhaustive possible et à quelques données communiquées par des experts contactés à l'aune d'événements épidémiologiques récents. Peu de dangers sont étudiés chez la Loutre en France, la revue bibliographique a donc été étendue à l'Europe, à d'autres espèces de Loutres, à d'autres espèces de Mustélidés en Europe voire parfois à d'autres espèces de Caniformes en France, impliquant un ordre décroissant de certitude des données pour la Loutre d'Europe en France.

## 2.2.2. Appréciation du risque

L'appréciation du risque pour chaque danger comprend 4 étapes :

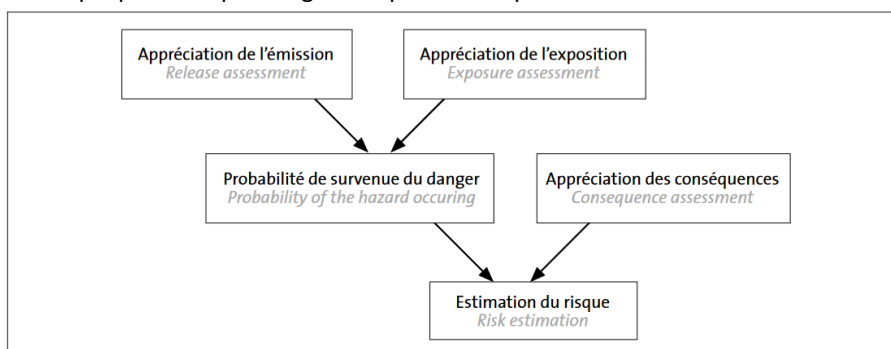


Fig. 2 : Etapes méthodologiques de l'appréciation du risque (AFSSA 2008)

Chacune des étapes aboutissant à l'estimation du risque a été évaluée à l'aide de deux critères, s'inspirant de la méthode utilisée par P. Gourlay 2015.

Dans cette analyse, il s'agit d'apprécier un **risque brut**, c'est-à-dire en l'absence de toute mesure de gestion. **Une appréciation qualitative** a été choisie : les différentes étapes du processus (figure 2) sont appréciées par des qualitatifs (des mots) dont les appellations et le nombre peuvent être variables. On utilise ici une liste d'adjectifs situant les probabilités dans une **échelle à 4 niveaux** (Tableau 3).

Tableau 3 : Qualificatifs utilisés pour l'appréciation qualitative des probabilités et leur interprétation (AFSSA 2008)

Qualificatif Qualifier	Interprétation pour la probabilité de survenue de l'événement <i>Interpretation for the probability of the event occurring</i>	Interprétation pour les conséquences <i>Interpretation for the consequences</i>
Négligeable <i>Negligible</i>	Possible dans des circonstances exceptionnelles <i>Possible under exceptional circumstances</i>	Peu ou pas d'impact <i>Little or no impact</i>
Faible <i>Low</i>	Peu élevée, mais possible dans certains cas <i>Slight, but possible in certain cases</i>	Impact mineur <i>Minor impact</i>
Modéré <i>Moderate</i>	Possible <i>Possible</i>	Impact d'amplitude moyenne <i>Moderate impact</i>
Élevé <i>High</i>	Constitue nettement une possibilité <i>Real possibility</i>	Impact grave <i>Serious impact</i>

### 2.2.2.1. Appréciation de l'émission

L'appréciation de l'émission consiste à approcher de manière qualitative **la probabilité de l'émission, c'est-à-dire la probabilité de la production du danger à sa source.** La probabilité d'émission a été appréciée par la combinaison de deux critères (tableaux 4 et 5), pour lesquels 4 niveaux de probabilité ont été définis : **A1 – prévalence ou incidence du danger à la source** (données d'incidence ou de prévalence du danger en France dans les réservoirs) et **A2 - nombre et densité des sources du danger en France** (espèces d'entretenir l'émission du danger).

Le tableau 6 présente la grille de croisement de probabilités indépendantes l'une de l'autre (qualifiées selon une échelle à 4 niveaux) proposée par Wieland et al. 2011 (reprise par P. Gourlay 2015) et qui a été utilisée pour la combinaison des critères à chaque étape (A1 avec A2, B1 avec B2, C1 avec C2).

**Tableau 4** : Définition des niveaux du critère A1

Niveau	Définition
<b>Critère A1 - Prévalence / Incidence du danger à la source</b>	
<b>négligeable</b>	Absence en France ou prévalence / incidence faible en Europe
<b>faible</b>	Prévalence / Incidence faible en France ou modérée dans pays limitrophes
<b>modéré</b>	Prévalence / Incidence modérée en France ou forte dans pays limitrophes
<b>élevé</b>	Prévalence / Incidence forte en France

**Tableau 5** : Définition des niveaux du critère A2

Niveau	Définition
<b>Critère A2 - Nombre et densité des sources du danger espèces susceptibles d'entretenir la circulation du danger</b>	
<b>négligeable</b>	Une
<b>faible</b>	Quelques unes
<b>modéré</b>	Plusieurs
<b>élevé</b>	Nombreuses

**Tableau 6** : Grille de croisement pour l'agrégation des critères d'estimation de l'émission, de l'exposition et des conséquences (Wieland et al. 2011)

Event 1 \ Event 2	Negligible	Low	Moderate	High
Negligible	Negligible	Low	Low	Moderate
Low	Low	Low	Moderate	Moderate
Moderate	Low	Moderate	Moderate	High
High	Moderate	Moderate	High	High

#### 2.2.2.2. Appréciation de l'exposition

L'appréciation de l'exposition consiste à approcher qualitativement **la probabilité que des animaux soient exposés au danger considéré**. La probabilité d'exposition a été appréciée par la combinaison de deux critères (tableaux 6 et 7), pour lesquels 4 niveaux de probabilité ont été définis : **B1 - Persistance du danger dans l'environnement ou dans le réservoir** et **B2 - Transmission du danger à la Loutre d'Europe**.

**Tableau 7** : Définition des niveaux du critère B1

Niveau	Définition
<b>Critère B1 - Persistance du danger dans l'environnement ou le réservoir</b>	
<b>négligeable</b>	Quelques heures
<b>faible</b>	Quelques jours
<b>modéré</b>	Quelques semaines à mois
<b>élevé</b>	Quelques années

**Tableau 8** : Définition des niveaux du critère B2

Niveau	Définition
<b>Critère B2 - Transmission à la Loutre d'Europe (dans son aire de répartition et ses habitats)</b>	
<b>négligeable</b>	Réservoir (ou vecteur) limité spatio-temporellement
<b>faible</b>	Par contacts directs occasionnels et Réservoir (ou vecteur) présent spatio-temporellement
<b>modéré</b>	Par contacts directs fréquents ou contact indirect et Réservoir (ou vecteur) présent spatio-temporellement ou par contacts directs occasionnels et réservoir (ou vecteur) répandu spatio-temporellement
<b>élevé</b>	Par contacts directs fréquents ou contact indirect et Réservoir (ou vecteur) répandu spatio-temporellement

### 2.2.2.3. Appréciation des conséquences

L'appréciation des conséquences consiste à **décrire les effets néfastes de la survenue du danger**. Dans cette analyse, ne sont évaluées que les conséquences directes du danger sur un individu ou une population de loutres. Les conséquences pour les populations françaises de Loutre d'Europe ont été appréciées par la combinaison de deux critères (tableaux 9 et 10), pour lesquels 4 niveaux de probabilité ont été définis : **C1 - sévérité individuelle** et **C2 - diffusibilité dans une population de loutres**.

**Concernant la diffusibilité (C2), la faible densité des populations de *Lutra lutra* en France et leur mode de vie solitaire réduisent théoriquement le risque de transmission entre congénères. Les contacts augmentent cependant lors du rut (espèce polyandre et polygyne) et dans la famille lors de l'élevage des jeunes.**

**Tableau 9** : Définition des niveaux du critère C1

Niveau	Définition
<b>Critère C1 - Sévérité individuelle</b>	
<b>négligeable</b>	Morbidité rare
<b>faible</b>	Morbidité faible ou transitoire
<b>modéré</b>	Morbidité importante (chronicité, impact sur la reproduction, exposition à d'autres dangers) ou mortalité possible
<b>élevé</b>	Mortalité fréquente

**Tableau 10** : Définition des niveaux du critère C2

Niveau	Définition
<b>Critère C2 - Diffusibilité (intraspécifique)</b>	
<b>négligeable</b>	A aucun individu
<b>faible</b>	A quelques individus
<b>modéré</b>	A une population locale
<b>élevé</b>	A l'ensemble d'une population régionale

### 2.2.2.4. Estimation du risque

L'estimation du risque est l'étape de combinaison des résultats des étapes antérieures (figure 2).

- **La probabilité de survenue du danger** est le croisement de la probabilité d'émission (obtenue par agrégation des critères A1 et A2) et de la probabilité d'exposition (obtenue par agrégation des critères B1 et B2). Il s'agit de probabilités conditionnelles, c'est-à-dire qu'elles sont dépendantes l'une de l'autre : la probabilité d'exposition au danger, à partir d'une source, est estimée en sachant que la source est émettrice du danger. Le tableau 10 est la grille de croisement proposée par Wieland et al. 2011 pour la combinaison de probabilités conditionnelles et qui a été utilisée pour l'estimation de la probabilité de survenue du danger.

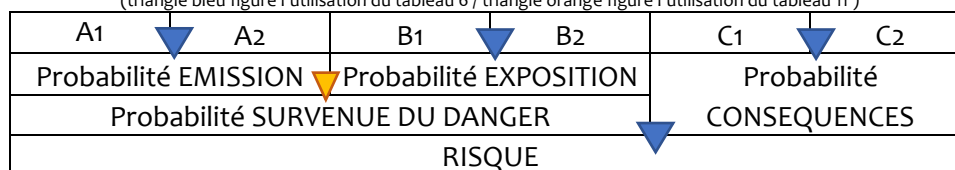
**Tableau 11** : Grille de croisement pour l'agrégation des probabilités d'émission et d'exposition

Event 1	Event 2	Negligible	Low	Moderate	High
Negligible		Negligible	Negligible	Negligible	Negligible
Low		Negligible	Low	Low	Low
Moderate		Low	Low	Moderate	Moderate
High		Low	Moderate	Moderate	High

- **L'estimation du risque** est la combinaison de la probabilité de survenue du danger et de la probabilité des conséquences (elle-même agrégation des critères C1 et C2). Le risque est apprécié en considérant à la fois la probabilité de survenue du danger et la gravité des conséquences liées à ce danger, en adoptant le principe selon lequel la gravité des conséquences l'emporte sur la probabilité de survenue du danger : on utilise le tableau 6 pour croiser ces 2 probabilités, puis on applique la règle suivante :
  - Pour des conséquences négligeables en gravité, le croisement des 2 probabilités diminue le risque.
  - Pour des conséquences faibles ou modérées en gravité, le croisement des 2 probabilités n'a pas de poids sur le risque.
  - Pour des conséquences élevées en gravité, le croisement des 2 probabilités augmente le risque.

Le tableau 12 récapitule les étapes de croisement successives pour l'appréciation du risque final.

**Tableau 12** : Bilan des étapes successives d'agrégation des probabilités pour l'estimation du risque  
(triangle bleu figure l'utilisation du tableau 6 / triangle orange figure l'utilisation du tableau 11)



### 3. Résultats

#### 3.1. Dangers biologiques

Les tableaux d'estimation du risque pour chaque danger biologique sont présentés en Annexe 6, accompagnés de quelques données qui étayent ces appréciations. L'analyse des risques biologiques pour la Loutre d'Europe est synthétisée dans le tableau 13 ci-dessous.

**Tableau 13** : Hiérarchisation des risques biologiques pour la Loutre d'Europe en France

Niveau de risque	Danger	Période et territoire concernés en France	Emission	Exposition	Conséquences	Cas connus (cf. annexe 6)
élevé	<b>Botulisme aviaire</b>	en zone et période d'épizootie	élevé	élevé	modéré	<b>2</b> (Lac de Grand Lieu, 2022)
modéré	<b>Complications bactériennes de morsures</b>	partout	modéré	modéré	faible	<b>5%</b> des autopsies (Bretagne 1988-2007 & 2015-2020)
	<b>Influenza aviaire hautement pathogène</b>	en zone d'épizootie	modéré	faible	modéré	<b>8</b> (Royaume-Uni, Finlande, Pays Bas, 2021 & 2022)
faible	<u>Virus canins :</u>					
	CDV	partout	faible	négligeable	faible à modéré	<b>6</b> (Allemagne 1979, Autriche 2002, Danemark 1999) & <b>2 PCR+</b> (Hongrie 2000-2021)
	CPV-2	partout	faible	faible	faible ?	<b>5 PCR+</b> (Italie, 2014-2017)
	CAV-1	partout	négligeable	faible	faible à modéré	<b>1</b> (captif, Corée du Sud, 2007)
	<b>Maladie aléoutienne</b>	dans l'aire de répartition du Vison d'Amérique	modéré	élevé	négligeable ?	0
	<b>Leptospira spp.</b>	partout	modéré	modéré à élevé	négligeable	0
	<u>Mycobactéries :</u>					
	<b>Mycobacterium bovis</b> <b>Mycobacterium microti</b> <b>M. avium subsp. paratuberculosis</b>	en zone d'endémie partout ? partout ?	modéré modéré faible à modéré	faible modéré élevé	faible négligeable faible	<b>1</b> (Irlande du Nord 2008) <b>1</b> (Bretagne 2007) <b>2</b> (Portugal 2010)
<b>Sars CoV-2</b>	en période de <u>forte</u> incidence chez l'Homme	modéré	modéré	négligeable à faible	<b>1</b> (Espagne 2021)	
négligeable	Sars CoV-2	en période de <u>faible</u> incidence chez l'Homme	négligeable	modéré	négligeable à faible	0

#### Risque lié aux cyanobactéries productrices de cyanotoxines :

Ce danger est également présenté en Annexe 6. Il se situe à la frontière du danger biologique et du danger chimique : même si issues d'organismes vivants, les cyanotoxines peuvent aussi être considérées comme des polluants aquatiques à l'origine d'intoxications, les activités humaines (notamment agricoles) ayant un rôle

substantiel dans la survenue des efflorescences de cyanobactéries puisque l'eutrophisation des milieux aquatiques (caractérisée par des concentrations élevées en azote et phosphore) fournit des conditions favorables à leur survenue, couplée au changement climatique (réchauffement des eaux). **Le risque qui leur est associé pour la santé de la Loutre d'Europe est préoccupant, en particulier dans le contexte du changement climatique, selon les types de toxines et les doses auxquels les individus sont exposés : risque d'intoxications aiguës ou chroniques fatales mais aussi risque de perturbation endocrinienne reprotoxique (baisse de la fertilité) et embryotoxique (avortements ou anomalies du développement). La viabilité démographique de certaines populations locales peut être significativement affaiblie.**

### 3.2. Dangers chimiques

Comme le montre le danger lié aux cyanobactéries, le mode de vie semi-aquatique de la Loutre l'expose de façon chronique aux polluants véhiculés dans l'eau et accumulés dans les poissons, le milieu aquatique étant le réceptacle de nombreuses pollutions. Il s'agit ici de donner un aperçu des substances détectées dans les écosystèmes aquatiques continentaux qui pourraient présenter une toxicité potentielle pour la Loutre d'Europe. La recherche est à l'heure actuelle en pleine évolution sur ces sujets avec la prise de conscience croissante de l'impact de ces polluants sur la santé humaine et animale. **Les « polluants persistants, bioaccumulables et toxiques » (PBT)** sont les principaux types de polluants concernés, mais ils regroupent une grande variété de composés. Ils sont préoccupants de fait de leur longue persistance dans les sédiments, leur accumulation dans les organismes aquatiques le long des réseaux trophiques et leur haute toxicité. Une poursuite de ce travail consisterait à préciser le risque lié à ces polluants, ce qui demande de tenir compte de **leur dose toxique pour l'espèce, de leur potentiel de persistance dans le milieu et de bioaccumulation dans le réseau trophique.** La définition d'un perturbateur endocrinien et ses effets potentiels sont décrits en 1.2.3.3.

#### 3.2.1. Danger à effet léthal (à dose toxique) : Anticoagulants rodenticides

Les anticoagulants rodenticides sont des pesticides très largement utilisés pour le contrôle des rongeurs dans les cultures agricoles (produits phytopharmaceutiques ou PPP) et dans les bâtiments (biocides). Les **hémorragies internes et externes** qu'ils provoquent peuvent avoir lieu plusieurs jours après la consommation d'une dose toxique. Il s'agit de PBT dont l'usage est très encadré dans l'Union Européenne. Ces molécules sont toutefois toujours sur le marché, principalement en tant que biocides, et leur mésusage augmente les risques de toxicité pour la faune sauvage. La bromadiolone est par exemple interdite d'usage en tant que PPP depuis 2021 en France (les formulations biocides sont toujours autorisées).

**La bromadiolone** a été détectée à plusieurs reprises dans des foies de loutres en France (Fournier-Chambrillon et al. 2004, Lemarchand et al. 2010), sans signe lésionnel associé compatible avec une intoxication aux anticoagulants, ce qui indique que la Loutre d'Europe est exposée à cette molécule. Ces études permettent de renseigner sur des dosages hépatiques associés à une absence d'effet néfaste apparent chez la Loutre. Plus récemment, des dosages hépatiques d'anticoagulants réalisés chez 9 loutres autopsiées entre 2009 et 2022 par Christine Fournier-Chambrillon du GREGE (autopsies et analyses financées par la DREAL Nouvelle-Aquitaine) se sont révélés positifs pour 4 d'entre elles : des traces de brodifacoum ont été détectées chez 2 loutres, des traces de difénacoum, bromadiolone et brodifacoum chez une troisième, et une concentration hépatique en chlorophacinone proche du seuil toxique chez la quatrième (communication GREGE/DREAL Nouvelle Aquitaine). Des collisions routières ont causé la mort de ces 4 loutres en bon état général. Détection ne signifie pas morbidité si les doses d'exposition restent inférieures aux doses toxiques.

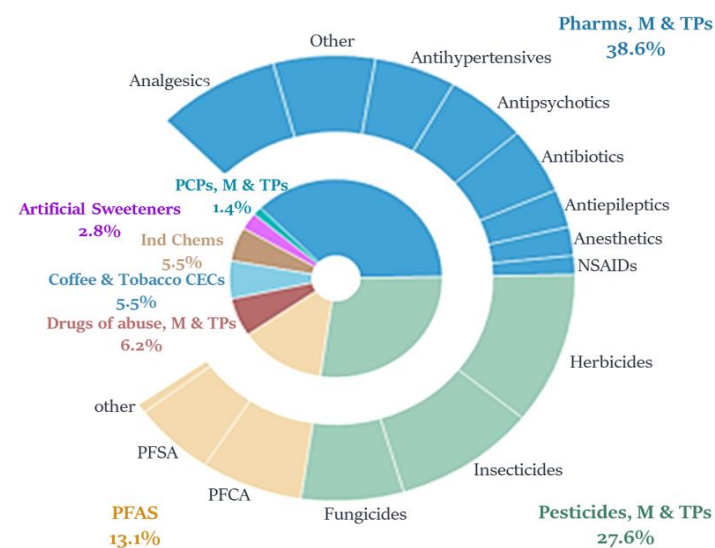
Il peut s'agir d'expositions aux anticoagulants par la consommation de rongeurs intoxiqués par ces molécules. Une autre hypothèse cohérente pourrait expliquer ces expositions (parfois multi-molécules) dans le cas particulier de la Loutre : la possibilité d'exposition par **la consommation de poissons ayant bioaccumulé ces molécules. Cinq anticoagulants rodenticides de deuxième génération (les plus persistants, les plus bioaccumulables et les plus fréquemment utilisés) ont été détectés dans le foie de brèmes** en Allemagne (brodifacoum dans 88% des poissons échantillonnés, difénacoum dans 44%, bromadiolone dans 17%) tandis que seule la bromadiolone était supérieure aux limites de quantification dans les particules en suspension dans l'eau des sites prélevés (Kotthoff et al. 2019).

La voie d'entrée principale suspectée des anticoagulants dans les milieux aquatiques est en lien avec leur usage **dans les systèmes d'égouts**, qui les véhiculent jusqu'aux stations d'épuration (ou directement dans le réseau hydrographique dans le cas de collecteurs d'eau de pluie). Les anticoagulants sont ensuite rejetés dans les eaux de surface **par les effluents des stations d'épuration** (insuffisance d'élimination des composés chimiques au sein

des stations d'épuration). Un apport par les particules en suspension dans les eaux de ruissellement lors d'usage des anticoagulants rodenticides dans le sol est également envisageable. **La bioaccumulation le long de la chaîne trophique impliquant les poissons pourrait donc expliquer la détection de ces molécules chez la Loutre.**

Dans le cadre de la valorisation des cadavres, la présence d'hématomes (a fortiori d'hémorragie) sans autre signe de traumatisme (fractures, plaies, déchirures internes) dans un contexte de collision routière incertaine devrait motiver un dosage hépatique des anticoagulants.

### 3.2.2. Dangers à effets sublétaux potentiels



**Fig. 3 :** Classes chimiques des polluants détectés dans des apex prédateurs européens, dont la Loutre d'Europe (Gkotsis et al. 2022)

Des marqueurs de dégradation de la santé reproductive des loutres mâles en Grande Bretagne ont été mis en évidence par l'équipe du Otter Project de l'Université de Cardiff (cf. 1.3.3.3) sans permettre d'identifier les potentiels perturbateurs endocriniens responsables (Chadwick et al. 2013).

Des analyses multi-résidus ont été menées ces dernières années en Europe chez les poissons et les apex-prédateurs des milieux aquatiques. Elles ont permis d'identifier les polluants les plus répandus dans les foies de ces animaux. Dans le cadre du LIFE Apex financé par l'UE dans plusieurs pays européens (2018-2022), une étude à large échelle incluant 20 loutres du Royaume-Uni, de Suède, des Pays-Bas et d'Allemagne rend compte des polluants détectés dans les apex-prédateurs et leurs proies-poissons (Gkotsis et al. 2022), par ordre d'importance en termes de nombre de molécules détectées (fig. 3).

#### 3.2.2.1. Médicaments et leurs résidus

Les classes dominantes de médicaments et résidus de médicaments détectés dans cette étude concernent des molécules utilisées de façon massive en santé humaine (analgésiques tels que le tramadol et la lidocaïne, antidépresseurs, antihypertenseurs, antiépileptiques) contaminant les milieux aquatiques par un traitement insuffisant des eaux usées, et en santé animale. Une part non négligeable des antibiotiques et anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) détectés dans les eaux de surface pourrait en effet être attribuée à leur usage vétérinaire chez les animaux d'élevage (pollution aquatique par la contamination des eaux de ruissellement après épandage). La participation des résidus de médicaments vétérinaires utilisés en pisciculture à cette pollution aquatique pose également question (étude en Bretagne EXPO-VETO 2019). La plupart des médicaments ne sont pas accumulés dans les organismes aquatiques. **Leur impact aux doses identifiées reste à déterminer.** L'évaluation de l'exposition aux composés oestrogéniques, résidus d'hormones contraceptives et thérapeutiques (utilisées en cancérologie humaine) rejetés dans les eaux usées est importante du fait de leur potentiel impact sur la fertilité des loutres, d'autant plus si additionnés à d'autres perturbateurs endocriniens.

#### 3.2.2.2. Substances per- et polyfluoroalkylées (PFA)

Utilisées dans l'industrie dans de multiples applications et notamment comme anti-adhésifs ou comme imperméabilisants dans l'industrie textile, ce sont des Polluants Organiques Perpétuels (POP) qui ne sont pas encore régulés dans l'Union Européenne. Ces PBT sont très persistants, très bioaccumulables et ubiquitaires, également désignés « polluants éternels » tant leur dégradation est lente. Leur concentration dans les foies de loutres a augmenté entre 1972 et 2011 en Suède, illustrant leur potentiel de bioaccumulation dans le temps (Roos et al. 2016). Ce sont des **perturbateurs endocriniens, cancérigènes et immunotoxiques**. Leur dose toxique est mal connue.



### 3.2.2.3. Pesticides

Ce sont des **perturbateurs endocriniens, neurotoxiques, cancérigènes et embryotoxiques**. Leurs concentrations dans les foies des apex-prédateurs sont supérieures à celles détectées dans le muscle des poissons (Gkotsis et al. 2022), indiquant une bioaccumulation de ces composés herbicides (atrazine, métolachlore et leurs métabolites), fongicides (spiroxamine) et insecticides. L'exposition est multiple du fait des nombreux traitements appliqués aux cultures (plusieurs fois dans l'année et avec une multitude de composés chimiques), lessivés par les eaux pluviales. La figure 7 reprend l'ensemble des molécules pesticides détectées dans les eaux brutes françaises. Le chlorothalonil (et ses métabolites, fongicide interdit en tant que PPP depuis 2020) et l'atrazine (et ses métabolites, interdite en 2004) sont les composés dont les concentrations détectées sont les plus élevées. En France, les concentrations les plus élevées en somme de pesticides dans les eaux brutes sont observées dans les Hauts de France, l'Île de France et en Bourgogne-Franche-Comté. Toutes restent cependant au moins 10 fois inférieures aux seuils sanitaires définis par l'Anses (Anses 2023).

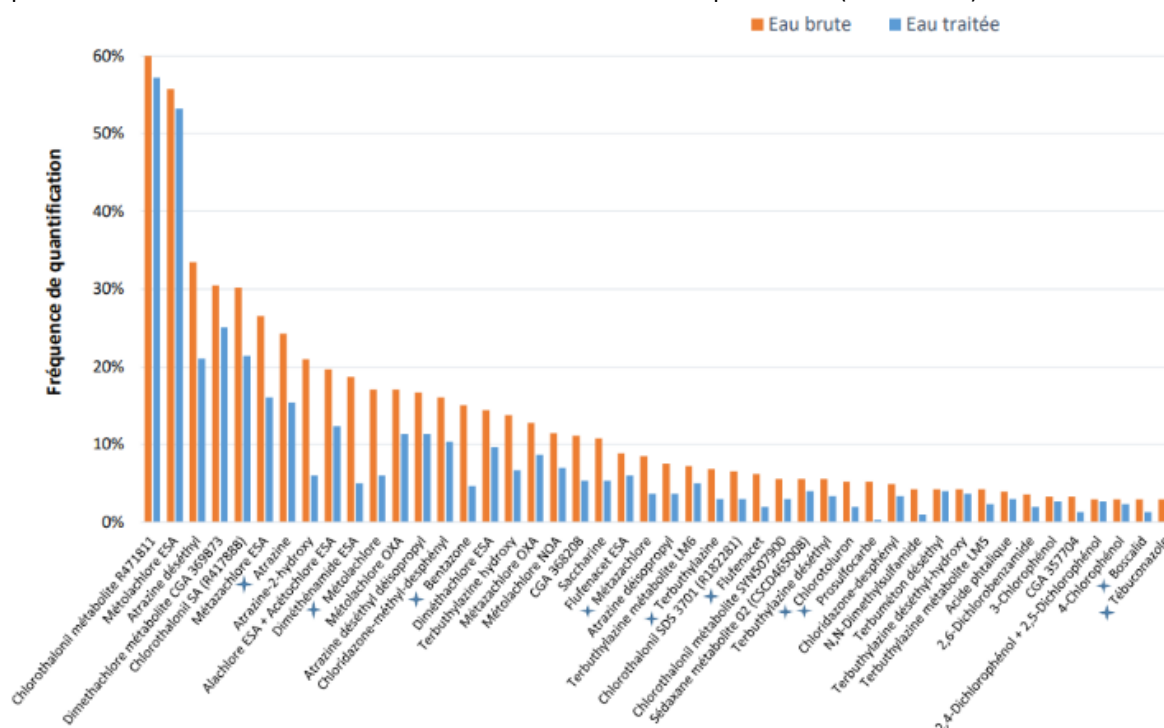


Fig. 7 : Fréquence de quantification des pesticides et de leurs métabolites dans les eaux brutes (et traitées) en France. Anses 2023.

### 3.2.2.4. Microplastiques

L'analyse d'épreintes collectées dans la rivière Ticino en Italie entre mars 2016 et mars 2017 a révélé la présence de microplastiques (polyéthylène et polyamide) dans certaines d'entre elles (Smiroldo et al. 2019). De plus en plus d'études montrent que les microplastiques (particules de taille inférieure à 5 mm) peuvent être transmises le long des échelons du réseau trophique, en particulier dans les milieux aquatiques, les apex prédateurs comme la Loutre ingérant des microplastiques par l'intermédiaire des poissons. Les microplastiques posent un problème toxicologique pour la Loutre car ils constituent un support véhiculant d'autres polluants, notamment les PBT et les cyanotoxines (Pestana et al. 2021), renforçant ainsi la bioaccumulation de ces derniers.

### 3.2.3. Dangers dont l'impact semble plus faible

#### 3.2.3.1. Eléments traces-métalliques

Plomb, cadmium, mercure, arsenic et cuivre ont été détectés de façon très répandue dans des foies de loutres par diverses études en Europe. Les concentrations hépatiques de ces éléments-traces métalliques en Europe restaient cependant globalement inférieures aux seuils de toxicité (Lemarchand et al. 2010, Brand et al. 2020), avec des variations locales à la hausse dans des secteurs miniers même après l'arrêt de leur exploitation (Rodriguez-Estival et al. 2020), impliquant un risque significatif de neurotoxicité (mercure) ou de reprotoxicité (Plomb) dans ces zones.

### 3.2.3.2. POP réglementés dans l'Union Européenne

Il s'agit de PBT, toujours présents dans l'environnement et détectés à large échelle dans les organismes aquatiques (nombreuses détections chez la Loutre d'Europe rapportées dans la littérature) mais leur concentration tend à diminuer du fait de leur interdiction ou encadrement strict.

- Les organochlorés (OC), utilisés comme pesticides, aujourd'hui interdits. En font partie le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT), la dieldrine et le lindane. Ce sont des **perturbateurs endocriniens, cancérigènes et neurotoxiques**.
- Les polychlorobiphényles (PCB), molécules utilisées dans l'industrie comme lubrifiants, composants de condensateurs, de transformateurs électriques, d'adhésifs, de peintures... aujourd'hui interdits. Ce sont des **perturbateurs endocriniens, cancérigènes et immunotoxiques**. Au Royaume-Uni, les concentrations détectées dans les foies de loutres sur la période 2000-2009 dépassaient localement les seuils de toxicité chez certains individus (les plus âgés) et pour certaines molécules, **malgré un déclin des concentrations hépatiques moyennes de PCB au fil des années**. Les seuils de toxicité de PCB utilisés sont ceux qui sont connus par intoxication expérimentale chez le Vison d'Amérique, avec évaluation de la survie des portées. Il est suggéré que ces accumulations toxiques pourraient jouer un rôle dans les ralentissements de recolonisation observés dans certaines régions (Kean et al. 2021). Cependant, il convient de rester prudent sur l'utilisation chez la Loutre d'Europe de seuils toxiques expérimentaux propres à une autre espèce (le Vison d'Amérique) pour conclure à des effets délétères sur des populations entières (Kruuk 2005).
- Les polybromodiphényléthers (PBDE), utilisés dans l'industrie comme retardateurs de flammes. Ce sont des **perturbateurs endocriniens touchant l'axe thyroïdien et gonadique**. Ils sont détectés de façon répandue mais en concentration moindre par rapport aux PCB.

Le potentiel effet additif de ces POP avec d'autres polluants est actuellement toujours pris en compte dans les travaux de recherche, étant donnée leur grande persistance dans l'environnement.

## 4. Discussion

### 4.1. Analyse critique

Aucune hiérarchisation des risques infectieux pour la Loutre d'Europe ne semble avoir été réalisée jusqu'à présent en Europe. Ce travail abordant une diversité de dangers sanitaires synthétise de façon nouvelle les connaissances permettant une meilleure appréhension des risques infectieux et toxicologiques encourus par la Loutre d'Europe en France. La hiérarchisation des dangers biologiques identifiés permet de déterminer des priorités de surveillance épidémiologique pour l'espèce en France. L'identification des polluants représentant une menace pour la Loutre reste en revanche encore soumise à l'évolution de la recherche, notamment concernant les doses toxiques, les sujets d'écotoxicologie étant assez émergents (y compris en santé humaine).

#### 4.1.1. De la méthode

La méthode suivie est basée sur les deux premières étapes de méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale de l'AFSSA (2008). Elle présente l'avantage de suivre le déroulé naturel de la diffusion d'un agent biologique au sein d'une population animale, dans l'espace et le temps et d'être ainsi facilement utilisable par une novice dans cet exercice. Elle est également compréhensible par des non-initiés.

Le choix d'une méthode qualitative (comparée à une approche quantitative), d'une échelle de risque à 4 niveaux (comparée à une échelle plus détaillée comportant un plus grand nombre de niveaux de risque) et d'un petit nombre de critères d'évaluation (2 par étape) a été motivé par plusieurs raisons :

- Peu de données précises disponibles dans la littérature pour quantifier les paramètres.
- Durée du stage courte donc temps limité pour produire les résultats de l'estimation
- Réalisation d'une première évaluation de la situation sanitaire pour la Loutre d'Europe pour déterminer si elle nécessite un examen plus complet

Ce travail comporte une forte subjectivité liée à une démarche d'estimation du risque réalisée par une seule personne formée aux questions de santé animale mais non experte de l'espèce *Lutra lutra*, ni de chacun des

dangers examinés, ni de la méthode utilisée. Cette subjectivité, ainsi que l'incertitude bibliographique concernant l'épidémiologie de certains dangers chez la Loutre d'Europe, imposent **l'évaluation de l'analyse de risque proposée dans ce travail par des experts en nombre suffisant**. Cette phase d'élicitation d'experts pourrait avoir lieu au sein du groupe de travail « Loutre et écotoxicologie » du PNA.

#### 4.1.2. Des résultats

##### 4.1.2.1. Risques biologiques

Ce travail représente une première évaluation qualitative des risques sanitaires pour la Loutre d'Europe en France. La hiérarchisation proposée des risques liés aux dangers biologiques pour l'espèce ne pouvait donc pas être comparée avec des classements antérieurs ou produits dans d'autres pays. En revanche, ces résultats sont compatibles avec quelques informations disponibles dans la littérature publiée ou grise concernant les impacts de ces dangers en termes de nombre d'individus affectés en France, à défaut en Europe (Tableau 13).

Les niveaux de risque estimés pour certains dangers dépendent de conditions spatio-temporelles qui doivent être réunies pour que le niveau de danger évalué ait une pleine signification. Ainsi le botulisme aviaire, comme la production de cyanotoxines par les cyanobactéries constituent des problématiques **multi-locales et répétées dans le temps** (souvent annuelles pour un même lieu) et doivent être surveillés chez la Loutre dans les lieux où ils sévissent car ils peuvent impacter fortement **plusieurs populations locales** de loutres, surtout lorsqu'ils sont combinés. Le niveau de risque est plus global spatio-temporellement pour d'autres dangers qui peuvent survenir à n'importe quel endroit de l'aire de répartition de la Loutre et à n'importe quel moment.

Le niveau de risque « élevé » attribué au botulisme aviaire pour la Loutre d'Europe est un **risque brut**, c'est-à-dire en l'absence de toute mesure de gestion de lutte contre ce danger. Or, dans certains sites pour lesquels le botulisme aviaire est devenu endémique, des mesures de ramassage quotidien des cadavres d'oiseaux en période estivale ont été mises en place afin d'enrayer le cycle amplificateur « cadavre-asticot ». Cette mesure est susceptible de diminuer le niveau de risque lié à cette intoxication dans ces sites gérés puisqu'elle induit une diminution des sources du danger pour la Loutre. On parle alors de **risque réduit**. Cette mesure est appliquée au Lac de Grand Lieu en Loire-Atlantique depuis plusieurs années (Gillier 2023). Pourtant, 2 loutres y ont été victimes de botulisme en septembre 2022 (cf. Annexe 6). C'est la première mention de cas de mortalité attribuée au botulisme chez la Loutre d'Europe dans le monde.

L'Influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) circulant actuellement dans l'avifaune sauvage n'a pas occasionné de mortalité connue de loutres en France. C'est en revanche le cas dans d'autres pays européens et particulièrement en Ecosse. La Loutre y évolue beaucoup dans des régions côtières, zones qui ont été impactées par une mortalité massive de Laridés. Cette situation pourrait se produire en France où quelques populations littorales existent le long de la façade atlantique, en Bretagne particulièrement.

Dans l'ensemble, le risque actuel de diffusion d'un danger biologique à large échelle chez la Loutre d'Europe en France peut être jugé négligeable. Les virus canins seraient de bons candidats à un tel scénario étant donné leur contagiosité ; leur situation épidémiologique dans la population canine française (de même que l'évolution de la couverture vaccinale de la population canine française) et chez les carnivores sauvages est à surveiller. La Loutre est considérée comme un animal solitaire, tout en montrant des signes de plasticité dans son comportement social. Les territoires peuvent se recouper, d'autant plus si leur densité augmente, et le partage de gîtes de repos a été documenté en Espagne (Quaglietta et al. 2014).

Les risques liés aux parasites et protozoaires n'ont pas été abordés, ce qui pourrait constituer une poursuite de ce travail afin de le compléter. Une analyse de risque sanitaire est à **réactualiser périodiquement**, afin de prendre en compte l'évolution de la situation sanitaire globale en France et la publication de nouvelles données scientifiques. Quelques exemples de scénarios modifiant le niveau de risque des dangers identifiés pour la Loutre d'Europe : identification d'une réémergence de maladie de Carré dans la population canine et dans la faune sauvage dans l'aire de répartition de la Loutre d'Europe, intensification de la circulation intraspécifique de l'IAHP chez les Mammifères, modifications climatiques favorables au développement plus durable de cyanobactéries productrices de cyanotoxines,...

#### 4.1.2.2. Dangers chimiques

Ce travail présente aussi un état des lieux des données de la science les plus récentes traitant des menaces écotoxicologiques pour la Loutre d'Europe :

L'exposition de la Loutre aux anticoagulants rodenticides, en particulier ceux de deuxième génération (plus persistants) par l'intermédiaire de poissons contaminés par l'eau (voie d'exposition classique pour les autres dangers chimiques identifiés) a peut-être été insuffisamment prise en compte jusqu'à présent. **Une estimation du risque d'atteindre, par cette voie d'exposition et par la bioaccumulation, des doses suffisamment hautes à moyen terme (exposition répétée) pour approcher ou dépasser les seuils toxiques pour la Loutre impliquerait d'étudier le type d'anticoagulants utilisés par les collectivités territoriales pour la dératification des égouts, l'étendue spatiale et la fréquence de leur utilisation, les doses détectées dans les effluents de stations d'épuration, etc... Cette démarche serait importante afin de statuer sur le risque global d'intoxications chroniques fatales dues aux anticoagulants chez la Loutre d'Europe.**

Au sein des POP, la préoccupation pour les PFA semble aujourd'hui avoir remplacé celle des PCB, leurs émissions n'étant pas encore complètement régulées d'un point de vue législatif (quelques substances ciblées uniquement). Au niveau national, **un Plan d'Actions PFAS 2023-2027** est porté par le Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires visant à poursuivre la surveillance des milieux et à accélérer la production des connaissances scientifiques de façon à guider l'action publique envers ces substances.

Détection de molécules polluantes dans le foie des loutres ne signifie pas automatiquement danger et la connaissance des concentrations toxiques pour l'espèce serait déterminante afin d'évaluer solidement les risques liés à chacun des polluants identifiés. A défaut, l'utilisation de seuils de toxicité disponibles pour d'autres mammifères (Vison d'Amérique par exemple) pourrait permettre d'établir une évaluation approximative des risques.

L'impact sur les populations de Loutre d'Europe des différents polluants identifiés aux concentrations détectées est en effet encore mal compris. La plupart d'entre eux présentent une activité de perturbation endocrinienne, ce qui suggère que la présence de multiples polluants perturbant le système endocrinien dans un même individu pourrait conduire à une addition des effets propres à chacun d'eux. **Au-delà de l'étude de la toxicité de chacune de ces molécules isolément, étant donné leur diversité et leurs potentiels effets additifs, l'étude des effets du mélange de ces polluants détectés chez la Loutre d'Europe (« effet cocktail ») est nécessaire pour comprendre entièrement leur impact sanitaire sur l'espèce.** Si la concentration hépatique détectée de chaque polluant reste inférieure à son seuil de toxicité, le niveau de l'ensemble du spectre polluant pourrait hypothétiquement atteindre un seuil toxique. La recherche in vitro actuelle va dans le sens de l'évaluation de ces mélanges de polluants. Par exemple, une étude parue cette année évalue l'effet in vitro du mélange de polluants (POP majoritairement) extrait à partir de graisse de Béluga (prédateur marin) sur une large gamme de voies de toxicité cellulaire (Escher et al. 2023). Les effets sublétaux de ces mélanges de polluants sur la fertilité mais également le système immunitaire sont des voies de recherche à surveiller.

Les dangers chimiques représentent ainsi une problématique plus globale pour l'espèce que les dangers biologiques. Ils sont toutefois émis de façon hétérogène géographiquement. Les concentrations de polluants dans les eaux de surface varient d'une région à l'autre, d'un bassin versant à l'autre et entre l'amont et l'aval d'un réseau hydrographique. Les concentrations de médicaments sont en lien avec la densité de population humaine, les concentrations de pesticides en lien avec les types de productions agricoles et les pratiques qui les accompagnent, les PFA en lien avec l'activité industrielle. **Il pourrait être intéressant d'étudier cette hétérogénéité d'émissions (utilisation des données existantes de concentrations dans les eaux de surface) afin de la mettre en perspective avec les zones de présence/absence et les fronts de recolonisation de la Loutre,** aux différentes échelles spatiales évoquées.

## 4.2. Perspectives

### 4.2.1. Intérêt d'une veille sanitaire pour la Loutre d'Europe

Grâce à un suivi efficace de la répartition de la Loutre d'Europe en France, l'évolution de la recolonisation de l'espèce est bien surveillée par les acteurs du PNA, même si les effectifs en nombre d'individus restent mal connus. La dynamique des populations françaises restant fragile, **cette surveillance de terrain est indispensable à la détection de toute régression locale ou globale.** Les risques biologiques majeurs identifiés, et les risques écotoxicologiques évoqués, viennent s'ajouter à la pression anthropique sur les habitats et la ressource

alimentaire de la Loutre d'Europe. Si la mortalité liée aux collisions routières est la plus fréquemment rapportée, c'est aussi parce qu'elle est visible dans l'espace occupé par les humains. Des causes infectieuses ou toxiques pourraient passer inaperçues à bas bruit, la Loutre occupant le plus fréquemment des espaces peu fréquentés par l'Homme. Une veille sanitaire permettrait ainsi une surveillance des dangers abordés dans ce travail, que ce soit en termes de circulation d'agents pathogènes ou d'exposition à des molécules toxiques, de façon à **détecter de façon précoce toute émergence** d'épizootie, d'intoxications anormalement fréquentes ou de phénomènes sublétaux mettant en péril la viabilité des populations de loutres. L'identification de « crises » sanitaires débouche ensuite sur une réflexion pour la mise en place de mesures de lutte. Le groupe de travail « Loutre et écotoxicologie » du PNA pourrait par exemple être élargi vers une mission sanitaire plus globale, interdisciplinaire, intégrant les risques biologiques pour la Loutre.

L'analyse des risques sanitaires pour la Loutre proposée dans ce travail permet d'attirer l'attention vers les risques les plus probables et de guider la surveillance épidémiologique et écotoxicologique vers des priorités. Son évaluation par les experts composant le groupe de travail constituerait une première étape vers l'organisation de la veille sanitaire pour la Loutre d'Europe. L'étape suivante consisterait en la définition d'une stratégie sanitaire et la rédaction d'un protocole d'épidémiosurveillance et de surveillance toxicologique pour l'espèce. Celui-ci permettrait notamment d'orienter les examens complémentaires à réaliser en cas de mortalité hors collision routière de cause indéterminée par l'examen post-mortem, selon les contextes de découverte. Le réseau SAGIR est un outil sur lequel le PNA peut s'appuyer dans ce cadre. Les vétérinaires ont un rôle clef dans l'ensemble de cette démarche, grâce à leurs connaissances des enjeux de santé animale et des écosystèmes, à leurs compétences de cliniciens et de pathologistes et à leur réseau professionnel (laboratoires de recherche ou d'analyses, DDPP, OFB,...).

Dans le cadre de cette veille sanitaire, **l'évaluation du risque lié aux anticoagulants rodenticides pour la Loutre d'Europe semblerait une priorité à court terme afin de statuer sur le besoin de communiquer sur ce risque et d'envisager des mesures de réduction des émissions dans les zones où le risque est élevé.**

#### 4.2.2. Recommandations d'actualisation du protocole d'autopsies du PNA : améliorer la valorisation des cadavres de loutres issus de collisions routières

Le PNA 2019-2028 en faveur de la Loutre d'Europe travaille au développement de réseaux régionaux opérationnels de collecte et d'autopsie des cadavres de loutres victimes de collisions routières (l'OFB étant chargé de la gestion des cadavres collectés hors collision routière dans le cadre du réseau SAGIR). Un des buts de la valorisation de ces cadavres dans le cadre du PNA est d'assurer une surveillance des causes de mortalité chez la Loutre, et notamment la part liée aux facteurs anthropiques. Or l'état de santé des populations de loutres peut être affecté par des facteurs sublétaux. Le protocole de valorisation des cadavres du PNA pourrait donc intégrer la surveillance d'**indicateurs biométriques et anatomopathologiques** chez la Loutre d'Europe. Le relevé systematique de certains de ces paramètres lors des autopsies permettrait de **documenter les évolutions morphologiques et pathologiques de l'espèce sur le long terme**, pour évaluer l'évolution de l'état de santé des populations dans le temps. Dans le cadre de travaux de recherche en écotoxicologie, d'éventuelles corrélations pourraient être étudiées avec les concentrations hépatiques de certains polluants ou mélanges de polluants. En particulier, les paramètres liés à l'appareil génital mâle sont de bons indicateurs de l'impact des perturbateurs endocriniens sur la santé du système reproducteur, comme cela a pu être montré chez le Vison d'Amérique féral en Suède (Persson & Magnusson 2015). Le niveau 2 du protocole de valorisation des cadavres de loutres du PNA pourrait être appliqué le plus souvent possible en pratique (dans la limite des moyens disponibles), y compris pour des loutres victimes de collision routière certaine, en intégrant des relevés complémentaires :

Paramètres biométriques et anatomopathologiques à relever systématiquement chez le mâle adulte :

- **Longueur**, mais aussi **masse du baculum**
- **Masse des testicules**
- **Distance ano-génitale** (témoin d'une perturbation endocrinienne pendant le développement foetal)
- **Présence d'une cryptorchidie**
- **Présence de malformations** telles que des **kystes des canaux déférents** (nombre, longueur et forme). Leur diagnostic demande un examen attentif de l'appareil génital mâle mais ils sont visibles macroscopiquement (cf. Annexe 7).

Une forte prévalence (72%) de kystes sur les canaux déférents des loutres mâles a été mise en évidence en Suède, et sont interprétés histologiquement comme des vestiges des canaux de Müller qui n'auraient pas complètement régressé chez les mâles pendant le développement foetal (Roos & Agren 2013). Ces vestiges ont été détectés chez 97% de souriceaux mâles nés de souris exposées à un oestrogène de synthèse, suggérant aux auteurs que

la cause de ces kystes chez la Loutre pourrait être des perturbateurs endocriniens oestrogéniques. Des causes génétiques ne sont pas exclues non plus. La fertilité des mâles peut ne pas en être affectée.

Paramètres anatomiques à relever chez la femelle adulte :

- **Présence de signes de lactation ou de gestation récente** (cicatrices placentaires/embryons)
- **Présence de tumeurs des mamelles** : recommandation d'un examen palpatoire attentif des mamelles avant ouverture du cadavre

Globalement, l'occurrence de **masses suspectes**, potentiellement tumorales, doit être surveillée, et si possible analysées en histopathologie lorsqu'elles sont présentes.

L'importance de la biométrie s'applique aussi aux organes : un relevé systématique de la **masse du foie, du cœur et des reins** ainsi qu'une **mesure des surrénales** (sensibles aux perturbations de l'axe corticotrope) sont recommandés.

L'établissement d'un protocole de prélèvement (et de conservation/stockage) de matrices pour la recherche d'agents infectieux, de cytotoxines ou de polluants au niveau populationnel (le foie est la matrice privilégiée pour les recherches toxicologiques) pourrait faire l'objet d'une poursuite de ce travail au sein du groupe de travail du PNA si cet objectif est défini dans la stratégie sanitaire pour la Loutre.

## Conclusion

La spécificité des risques sanitaires biologiques et chimiques majeurs pour la Loutre d'Europe, bien différents de ceux qui intéressent d'autres Carnivores sauvages uniquement terrestres, tient à son mode de vie semi-aquatique. Les écosystèmes aquatiques dans lesquels elle évolue sont en effet le théâtre de nombreux changements environnementaux qui font naître des menaces qui pourraient devenir prégnantes pour les organismes qui les peuplent. Le botulisme, les cyanotoxines, l'IAHP et certains polluants contaminant l'eau, dont les rodenticides, méritent une surveillance adaptée au présent et à l'avenir chez la Loutre sans oublier d'autres dangers aujourd'hui plus silencieux, pour anticiper toute difficulté préjudiciable à l'espèce. Une attention particulière à la qualité biologique des cours d'eau (notamment concernant leur biomasse de poissons) semble aussi fondamentale pour comprendre les difficultés de l'espèce dans certaines régions françaises. Au-delà des considérations de conservation de la Loutre d'Europe, une alerte sur les difficultés de cette espèce liées à la bioaccumulation de polluants reflèterait en fait également des préoccupations de santé publique touchant à la qualité chimique de l'eau, garante de toute vie en bonne santé.



# Bibliographie

## 1. Références bibliographiques

- Anses, 2023. Campagne nationale de mesure de l'occurrence de composés émergents dans les eaux destinées à la consommation humaine: Métabolites de pesticides – Résidus d'explosifs – 1,4-dioxane. Maisons-Alfort, Anses, 85 p
- Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. Résultats de l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage « article 17 ». Période 2007-2012. MNHN-SPN, MEDDE, Paris, 204 pp.
- Bifolchi A. & Grémillet X., 2015. Vison d'Amérique. In *Atlas des mammifères de Bretagne*. Groupe Mammalogique Breton. Editions Locus Solus, Châteaulin, p180-181.
- Costanzi L., Brambilla A., Di Blasio A., Dondo A., Gorla M., Masoero L., Bassano B., 2021. Beware of dogs ! Domestic animals as threat for wildlife conservation in Alpine protected areas. *European Journal of Wildlife Research*, 67(4), 70, 12 pp
- Drake LE., Cuff JP., Bedmar S., McDonald R., Symondson WOC. & Chadwick EA., 2023. Otterly delicious : Spatiotemporal variation in the diet of a recovering population of Eurasian otter (*Lutra lutra*) revealed through DNA metabarcoding and morphological analysis of prey remains. *Ecology and Evolution*, 13 (5), 18 pp.
- Escher BI., Binnington MJ., König M., Lei YD., Wania F., 2023. Mixture effect assessment applying in vitro bioassays to in-tissue silicone extracts of traditional foods prepared from beluga whale blubber
- Etienne P., 2005. La Loutre d'Europe – Description, répartition, habitat, mœurs, observation. Editions Delachaux & Niestlé, Paris, 192 pp.
- Fournier-Chambrillon, C., Berny, P., Coiffer, O., Barbedienne, P., Dasse, B., Delas, G., Galineau, H., Mazet, A., Pouzenc, P., Rosoux, R., Fournier, P., 2004. Evidence of secondary poisoning of free-ranging riparian mustelids by anticoagulant rodenticides in France. implications for conservation of European mink (*Mustela lutreola*). *Journal of Wildlife Disease*, 40, 688–695.
- Gkotsis G., Nika MC., Nikolopoulou V., Alygizakis N., Bizani E., Aalizadeh R., Badry A., Chadwick E., Cincinelli A., Claßen D., Danielsson S., Dekker R., Duke G., Drost W., Glowacka N., Göckener B., Jansman HAH., Juergens M., Knopf B., Koschorreck J., Krone O., Martellini T., Movalli P., Persson S., Potter ED., Rohner S., Roos A., O' Rourke E., Siebert U., Treu G., van den Brink NW., Walker LA., Williams R., Slobodnik J., Thomaidis NS., 2022. Assessment of contaminants of emerging concern in European apex predators and their prey by LC-QToF MS wide-scope target analysis. *Environment International*, 170, 13 pp.
- Gourlay P., 2015. Agents biologiques portés par l'avifaune sauvage : estimation et catégorisation des risques en Europe, surveillance épidémiologique en France métropolitaine. Thèse de doctorat Sciences du Vivant. Université Nantes Angers Le Mans, France. 234 pp.
- Harrington LA., Harrington AL., Yamaguchi N., Thom MD., Ferreras P., Windham TR., Macdonald DW., 2009. The impact of native competitors on an alien invasive : temporal niche shifts to avoid interspecific aggression ? *Ecology*, 90(5), 1207-1216.
- Kean EF., Shore RF., Scholey G., Strachan R. & Chadwick EA., 2021. Persistent pollutants exceed toxic thresholds in a freshwater top predator decades after legislative control. *Environmental Pollution*, 272, 11 pp.
- Kotthoff M., Rüdell H., Jürling H., Severin K., Hennecke S., Friesen A. & Koschorreck J., 2019. First evidence of anticoagulant rodenticides in fish and suspended particulate matter: spatial and temporal distribution in German freshwater aquatic systems. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 7315-7325.
- Kuhn R. & Jacques H., 2011. La Loutre d'Europe *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758). *Encyclopédie des carnivores de France*. Société française pour l'étude et la protection des mammifères (SFPEM). Fascicule 8. 72 pages.
- Kuhn R., Simonnet F., Arthur C. & Barthélemy V., 2019. Plan national d'actions en faveur de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) 2019-2028. SFPEM & DREAL Nouvelle-Aquitaine, Poitiers, 89 pp.
- Lafontaine L., 2005. Loutre et autres mammifères aquatiques de Bretagne. *Les Cahiers naturalistes de Bretagne*. Groupe mammalogique breton, Editions Biotope, 160 pp.
- Léger F., Steinmetz J., Laoué E., Maillard J.-F., Ruetz S., 2018. L'expansion du vison d'Amérique en France - Période 2000-2015. *Faune Sauvage*, 318, 23-31.
- Lemarchand L., Rosoux R. & Berny P., 2010. Organochlorine pesticides, PCBs, heavy metals and anticoagulant rodenticides in tissues of Eurasian otters (*Lutra lutra*) from upper Loire River catchment (France). *Chemosphere*, 80, 1120-1124.
- Michelet P., 2017. La biodiversité des milieux aquatiques continentaux en France métropolitaine : état des lieux et menaces. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 86(2), pp 36-39
- Persson S. & Magnusson U., 2015. Environmental pollutants and alterations in the reproductive system in wild male mink. *Chemosphere*, 120, 237-245.
- Pestana CJ., Moura DS., Capelo-Neto J., Edwards C., Dreisbach D., Spengler B., Lawton LA., 2021. Potentially Poisonous Plastic Particles: Microplastics as a Vector for Cyanobacterial Toxins Microcystin-LR and Microcystin-LF. *Environmental Science & Technology*, 55, 15940-15949.

Quaglietta L., Fonseca VC., Mira A. & Boitani L., 2014. Sociospatial organization of a solitary carnivore, the Eurasian otter (*Lutra lutra*). *Journal of Mammalogy*, 95(1), 11 pp.

Rodriguez-Estival J., Ortiz-Santaliestra ME., Mateo R., 2020. Assessment of ecotoxicological risks to river otters from ingestion of invasive red swamp crayfish in metal contaminated areas: Use of feces to estimate dietary exposure. *Environmental Research*, 181.

Roos A. & Agren E., 2013. High prevalence of Proposed Müllerian Duct Remnant Cysts on the Spermatic Duct in Wild Eurasian Otters (*Lutra lutra*) from Sweden. *Plos One*, 8, 12, 5 pp.

Roos A., Awad R. & Benskin JP., 2016. Increasing PFAs concentrations in otters and ringed seals from Sweden, 1970-2015.

Simonnet F. & Grémillet X., 2009. Préservation de la Loutre d'Europe en Bretagne – Prise en compte de l'espèce dans la gestion de ses habitats. *Le Courrier de la Nature*, 247, 25-33.

Simonnet F. & Ramos M., 2021. Focus sur...la valorisation des cadavres de loutres en Bretagne. *L'écho du PNA*, Bulletin de liaison du Plan National d'Actions en faveur de la Loutre d'Europe, 13, 7-9.

Simpson VR., 2006. Patterns and significance of bite wounds in Eurasian otters (*Lutra lutra*) in southern and south-west England. *Veterinary Record*, 158, 113-119.

Smiroldo G., Balestrieri A., Pini E. & Tremolada P., 2019. Anthropogenically altered trophic webs : alien catfish and microplastics in the diet of Eurasian otters. *Mammal Research*, 64, 165-174.

Sordello R., 2012. Synthèse bibliographique sur les traits de vie de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra* (Linnaeus, 1758)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 20 pp.

Tao L., Zhang Y., Wu JP., Wu SK., Liu Y., Zeng YH., Luo XJ. & Mai BX., 2019. Biomagnification of PBDEs and alternative brominated flame retardants in a predatory fish : Using fatty acid signature as a primer. *Environment International*, 127, 226-232.

Wieland B., Dhollander S., Salman M., Koenen F., 2011. Qualitative risk assessment in a data-scarce environment: A model to assess the impact of control measures on spread of African Swine Fever. *Preventive Veterinary Medicine*, 99, 4-14.

## 2. Autres documents consultés

AFSSA, 2008. Une méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale ». Agence Française de sécurité sanitaire des aliments. Rapport du groupe de travail « analyse qualitative du risque en santé animale », 69 pp. <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT-Ra-MethodeRisque.pdf>

Berny Philippe, 2023. Cours du DIE Faune Sauvage non captive 2022-2023 « Ecotoxicologie – Faune sauvage ».

DREAL Bretagne (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), 2012. Plan de gestion des Poissons migrateurs 2013-2017. Chapitre 3. [https://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Chap\\_3\\_cle11ea11.pdf](https://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Chap_3_cle11ea11.pdf)

Etude EXPO-VETO (2019) financée par l'AFB, la région Bretagne, la DREAL Bretagne, l'ARS Bretagne et l'EHESP. [https://www.bretagne.prse.fr/IMG/pdf/rapport\\_final\\_expoveto.pdf](https://www.bretagne.prse.fr/IMG/pdf/rapport_final_expoveto.pdf)

Evaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE), 2018. Les milieux humides et aquatiques continentaux. Ministère de la Transition écologique et solidaire. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20Les%20milieux%20humides%20et%20aquatiques%20continentaux.pdf>

Fournier P., 2013. Valorisation des spécimens de Loutre découverts morts dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur de la Loutre d'Europe 2010-2015 - propositions de recueil d'informations et de prélèvements. SFPEM/DREAL Limousin. [https://www.sfepm.org/sites/default/files/inline-files/Protocole\\_Vvalorisation-cadavres\\_PNALoutre\\_2021.pdf](https://www.sfepm.org/sites/default/files/inline-files/Protocole_Vvalorisation-cadavres_PNALoutre_2021.pdf)

Gillier Jean-Marc, 2013. Cours du DIE Faune Sauvage non captive 2022-2023 « Botulisme sur le Lac de Grand Lieu »

Kean EF., Lyons G. & Chadwick EA., 2013. Persistent organic pollutants and indicators of otter health. A Chem trust report. <https://www.chemtrust.org/wp-content/uploads/Otter-Health-Pollutants-V8-DesignedV4-FINAL.pdf>

Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA, ex-OIE), 2021. Cadre de l'OIE en faveur de la santé de la faune sauvage « Protéger la Santé de la faune sauvage pour atteindre l'objectif 'Une seule Santé' ». <https://www.woah.org/app/uploads/2021/05/f-wildlifehealth-conceptnote.pdf>

Simonnet F., Fournier P., Varenne F., Baron X. & Grémillet X., 2009. Aménagement de passages à faune pour les mammifères semi-aquatiques: aspects techniques et stratégiques. 32ème Colloque Francophone de mammalogie, Morlaix. [https://gmb.bzh/wp-content/uploads/2020/09/Coll\\_Mx\\_Atelier\\_passages\\_routiers.pdf](https://gmb.bzh/wp-content/uploads/2020/09/Coll_Mx_Atelier_passages_routiers.pdf)

## Annexe 1 : Présentation de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) en France

---

### 1. Systématique

La Loutre d'Europe (*Lutra lutra*, Linné 1758) est un **mammifère semi-aquatique** appartenant à l'ordre des **Carnivores**, à la famille des **Mustélidés**, et à la sous-famille des **Lutrinés**, qui comprend 13 espèces de loutres dans le monde, assez semblables morphologiquement (Kuhn et al. 2019). C'est avant tout la forme du rhinarium qui permet de les distinguer. Celui de *Lutra lutra* est nu, large et de forme hexagonale (sa ligne supérieure forme un W).



### 2. Adaptation anatomique au milieu aquatique (Kuhn et al. 2011)

La Loutre fait partie des Mustélidés de grande taille, mesurant 90 à 130 cm de long (la queue représentant environ 1/3 de cette longueur) pour un poids de 5 à 11 kg. Le dimorphisme sexuel est peu prononcé mais en faveur des mâles (poids 30% supérieur et front plus proéminent).

**Le corps fuselé de la Loutre lui confère un hydrodynamisme idéal**, renforcé par d'autres caractéristiques : début d'intégration évolutive du membre postérieur dans la forme générale du corps (caractéristique paroxysmique chez les Pinnipèdes), forme conique et aplatie du crâne, organes génitaux mâles recouverts d'un repli de peau abdominale, rachis très flexible latéralement et dorso-ventralement et musculature dorsale développée (de la base du crâne jusqu'à la queue), humérus et radius-ulna (fémur et tibia) raccourcis au profit d'un allongement de la main (du pied) présentant une palmure qui s'étend jusqu'à la dernière phalange des 5 doigts, muscles proximaux des membres développés facilitant le déplacement dans l'eau par un puissant pagayage. La Loutre est par ailleurs **plantigrade** lorsqu'elle se déplace sur terre, nettement moins rapide qu'un carnivore strictement terrestre. Elle évolue en marchant ou par bonds successifs, glisse le long des pentes (berges). Elle est capable de grimper sur des rochers ou dans des arbres, de se dresser sur ses postérieurs en se stabilisant avec sa queue, et de sauter.

**Son pelage**, principalement brun et plus clair sur sa face ventrale (tâches blanchâtres sur les lèvres et le cou propres à chaque individu), est très dense de façon homogène sur tout le corps, isolant, et lui confère une bonne flottabilité grâce à l'air retenu entre les poils. La Loutre se maintient ainsi sans effort à la surface de l'eau pour manger ou percevoir son environnement, son crâne aplati portant les organes des sens (tous sur un même plan) à fleur d'eau. Elle doit fournir un effort pendant la plongée, l'air s'échappant ensuite du pelage progressivement pendant la nage.

**Le placement des yeux** se rapproche de celui des Phocidés et facilite la vision vers le haut, utilisée sous l'eau pour appréhender les proies par en-dessous ou à la surface pour observer les rives en hauteur. La capture des proies dépend en premier lieu de sa vision, même si ses vibrisses lui permettent de chasser même en cas de visibilité réduite (turbidité de l'eau, vie nocturne).

Ses mâchoires sont celles d'un Carnivore, à hétérodontie marquée, les dents étant fines et coupantes, adaptées à la capture et la découpe des proies. Les dents peuvent être analysées par cémentologie pour la détermination de l'âge des individus retrouvés post-mortem (thèse vétérinaire en cours de Julie Saint-Martin, étudiante à Oniris Nantes, encadrée par Claude Guintard, Maître de Conférences en anatomie comparée à Oniris).

### 3. Régime alimentaire

Ses proies principales sont les **poissons** (occurrence dans le régime de 72% en moyenne en Europe selon Clavero et al. 2003), généralement des spécimens de petite ou moyenne taille, auxquels s'ajoutent des proportions modérées d'**amphibiens** et d'**invertébrés** (insectes, crustacés, mollusques). Plus épisodiquement, la loutre peut consommer des **oiseaux** (y compris de taille moyenne), des **mammifères** et des **reptiles**, également de façon **nécrophage**. Pascal Etienne propose un inventaire détaillé des espèces consommées par la Loutre d'Europe dans son ouvrage cité (Etienne 2005). A titre d'exemples, quelques familles et espèces consommées par la Loutre d'Europe :

- **Poissons** : Salmonidés (truites, saumons, ombres), Cyprinidés (vairons, carpes, brèmes, goujons, carcassins, gardons, barbeaux), Percidés (perches, grémilles), Esocidés (brochets)
- **Amphibiens** : Anoures (grenouilles, crapauds, alytes, sonneurs) et Urodèles (tritons, salamandres)
- **Insectes** (et rarement araignées) : Diptères, Coléoptères, Orthoptères, larves d'Odonates, de Lépidoptères et de Trichoptères
- **Mollusques** : lombrics, limaces, escargots, Anodontes (moules d'eau douce)
- **Crustacés** : écrevisses, gammarès et crevettes d'eau douce
- **Oiseaux** : Anatidés (canards, fuligules, sarcelles), Rallidés (foulques, gallinules), Podocipédidés (grèbes), Ardéidés (hérons), Laridés (mouettes), Limicoles (pluviers, vanneaux, courlis, chevaliers, bécassines), Passeriformes (merles, grives, bergeronnettes, étourmeaux, moineaux, rouge-gorges) et faisans
- **Mammifères** : Rongeurs (campagnols, mulots, rats, rats musqués, ragondins, desmans), Talpidés (taupes, desmans), Soricidés (musaraignes, crossopes), Lagomorphes (lièvres, lapins), petits Mustélidés (Belette)
- **Reptiles** : couleuvres et lézards

La Loutre est ainsi un **prédateur opportuniste qui adapte son régime alimentaire en fonction de la disponibilité des ressources locales et des saisons**. Le besoin énergétique d'une loutre adulte est d'environ 3100 kJ (742 kcal) par jour soit environ 1 à 1.5 kg de nourriture quotidienne (Kuhn & Jacques 2011), les poissons étant plus caloriques que les amphibiens ou les crustacés. Cette quantité est majorée en période de reproduction et lactation. Le bol alimentaire est rapidement assimilé (transit digestif complet en 3 à 4 heures).

#### 4. Occupation du milieu

Si la Loutre d'Europe est capable d'occuper tous les types d'habitats aquatiques continentaux (cours d'eau y compris certaines parties souterraines, plans d'eau, zones humides, quelques zones côtières), elle affectionne particulièrement les **cours d'eau de petite taille** où la chasse des poissons est plus aisée, d'autant plus pour élever les jeunes (Etienne 2005). La présence d'un **couvert végétal important sur les berges** et une **faible fréquentation anthropique** sont des caractéristiques majeures des habitats favorables à l'espèce (Kuhn & Jacques 2011). En effet sensible au dérangement, son mode de vie est essentiellement nocturne et crépusculaire. Elle se repose en journée dans un gîte, couche à l'air libre ou terrier rivulaire désigné sous le terme spécifique de « **catiche** », typiquement dissimulé dans le système racinaire d'un arbre de la berge, mais aussi dans un pierrier, une hutte de castor ou un terrier abandonnés ou bien constituée de phragmites dans les roselières (Etienne 2005).

**Ces gîtes sont nombreux** (plusieurs dizaines) **au sein du domaine vital étendu d'un individu** : jusqu'à environ 20 km de cours d'eau pour une femelle, 40 km pour un mâle (Kuhn et al. 2011). La Loutre d'Europe est en effet un animal **territorial et individualiste**. Elle peut parcourir de grandes distances y compris sur terre, entre différents bassins versants. Plutôt solitaires, les individus s'évitent grâce à un **marquage efficace** de leur domaine vital par leurs **épreintes** (crottes mêlées de sécrétions anales à l'odeur de miel et de poisson caractéristique). Des agressions intra-spécifiques sont possibles par défense du territoire, pouvant aller jusqu'à des blessures fatales par les infections secondaires qui s'y développent. Ces morsures représentent aussi une voie potentielle de transmission d'agents infectieux, même si l'individualisme et la faible densité des populations limitent ce phénomène.

#### 5. Reproduction et renouvellement démographique

Les épreintes permettent également un marquage attractif pour la reproduction, qui peut avoir lieu toute l'année. La Loutre d'Europe est en effet une espèce à **polyoestrus non saisonnier**. Le cycle oestral dure 30 à 40 jours avec des chaleurs pendant 14 jours (Kuhn & Jacques 2011). De grandes distances peuvent être parcourues pour que les individus se rencontrent, en particulier par les mâles, l'espèce étant **polygyne et polyandre**. Cette stratégie de reproduction peut favoriser la transmission vénérienne d'agents infectieux au sein des populations.

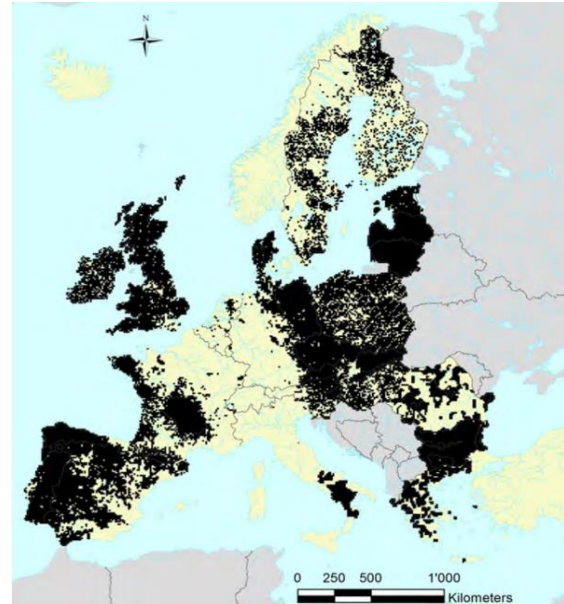
La gestation dure 60 jours. **Le pic des naissances a lieu pendant le printemps et l'été**, influencé par une plus grande disponibilité en nourriture pour la femelle en lactation et les loutrons. Les portées peuvent compter de **1 à 3 petits**, plus rarement 4 (4 mamelles sur 6 sont fonctionnelles pour la lactation). Le gîte d'élevage des jeunes se situe dans une zone de tranquillité, aux eaux calmes et aux proies abondantes et faciles à capturer. C'est vers l'âge de 2 mois que les loutrons consomment le plus de lait et commencent aussi à sortir de la catiche et à manger du poisson. **La mortalité des juvéniles de moins de 2 mois est de 25 à 30%**. Leurs premières captures interviennent à l'âge de 4 à 5 mois mais leur technique de pêche ne devient efficace qu'à 10-11 mois. **Leur émancipation a lieu entre 6 et 18 mois** (plus fréquemment entre 8 et 12 mois), ce qui représente une longue

période d'apprentissage. La mère quitte alors les jeunes qui restent quelques temps ensemble puis se dispersent, pouvant parcourir de grandes distances à la recherche d'un domaine vital. **La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 2-3 ans**, la croissance est achevée vers 3 ans. La longévité (vie non captive) dépasse rarement 10 ans, **l'espérance de vie moyenne se situe plutôt entre 3 et 5 ans**.

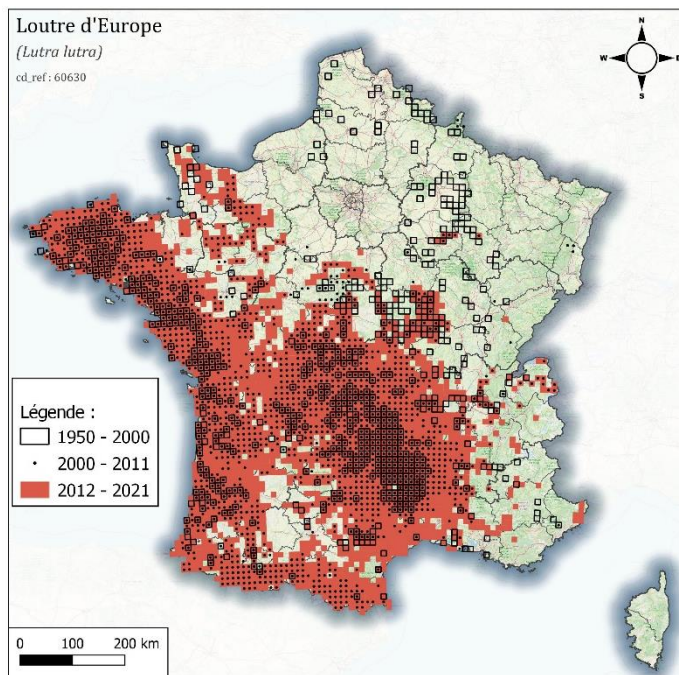
## 6. Répartition actuelle de l'espèce en France

La Loutre d'Europe est une espèce paléarctique qui peuple globalement le continent eurasiatique et le Nord de l'Afrique, du cercle polaire arctique aux portes des déserts et des zones littorales jusqu'en montagne, tant que l'eau est présente. La répartition géographique actuelle de la Loutre d'Europe en France focalise à l'échelle nationale l'état de sa répartition à l'échelle européenne (figure 1) : les populations européennes sont en effet scindées en 2 entités occidentale et orientale, séparées par un large couloir dans lequel l'espèce est quasi absente correspondant grossièrement à la mégalopole européenne (forte densité de grandes villes, forte industrialisation et fort trafic avec de gros axes autoroutiers et ferroviaires). Les populations du sud de l'Italie et des îles britanniques sont également distinctes et isolées.

En France, la Loutre d'Europe occupe aujourd'hui toute la **façade atlantique, le Massif Central et les Pyrénées** jusqu'à 2000 m d'altitude (figure 2). Elle est présente sur le littoral atlantique et méditerranéen où elle exploite les proies côtières mais reste dépendante de l'eau douce pour s'hydrater et se toiletter, son pelage perdant ses capacités isolantes avec l'eau salée. Elle peut atteindre les îles jusqu'à 2 km des côtes continentales. Les fronts de recolonisation les plus récents concernent les régions Normandie, Centre, Rhône-Alpes (où l'espèce commence à gagner les vallées alpines) et Languedoc-Roussillon.



**Fig 1** : Répartition de *Lutra lutra* en Europe (Agence Européenne de l'environnement 2012, carte en cours d'actualisation)



**Fig 2** : Répartition de *Lutra lutra* en France (SFPEM 2022)

Si la répartition de l'espèce est très bien cartographiée en France grâce aux relevés des indices de présence sur le terrain (empreintes, épreintes, gîtes), il n'existe en revanche pas d'estimation de la taille des populations françaises en nombre d'individus.

Selon les résultats de l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la Directive Habitats-Faune-Flore en France (Bensettiti & Puissauve 2015), l'état de conservation de l'espèce est favorable en région atlantique, défavorable inadéquat en région continentale et plus récemment en région alpine, défavorable mauvais en région méditerranéenne. Ceci indique que **les enjeux de conservation de la Loutre d'Europe sont très hétérogènes au sein du territoire métropolitain**.

## Bibliographie

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. Résultats de l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage « article 17 ». Période 2007-2012. MNHN-SPN, MEDDE, Paris, 204 pp.

Clavero M., Prenda J. & Delibes M., 2003. Trophic diversity of the otter (*Lutra lutra* L.) in temperate and Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Biogeography*, 30, 761-769.

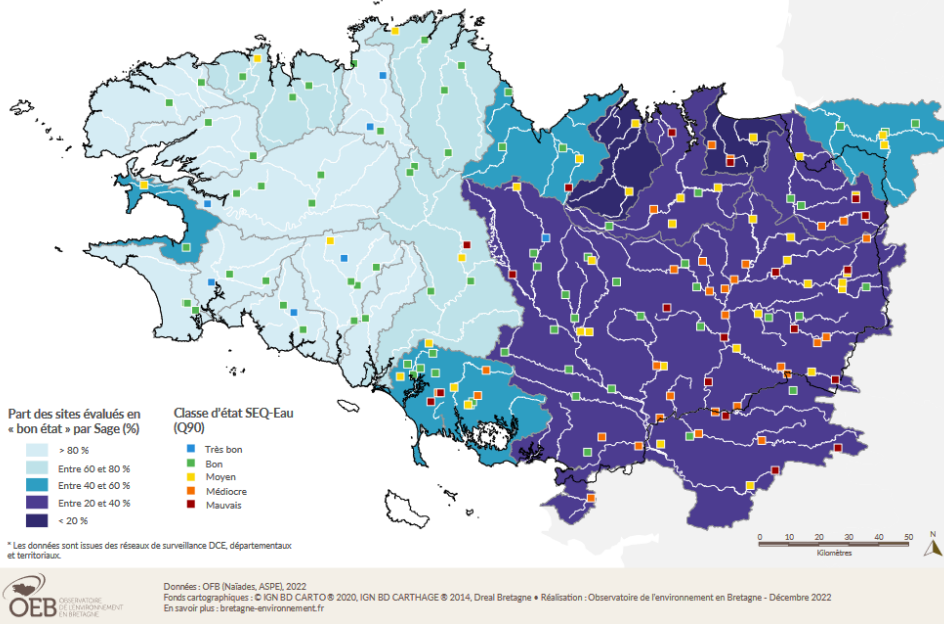
Etienne P., 2005. La Loutre d'Europe – Description, répartition, habitat, mœurs, observation. Editions Delachaux & Niestlé, Paris, 192 pp.

Kuhn R. & Jacques H., 2011. La Loutre d'Europe *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758). *Encyclopédie des carnivores de France*. Société française pour l'étude et la protection des mammifères (SFPEM). Fascicule 8. 72 pages.

Kuhn R., Simonnet F., Arthur C. & Barthélemy V., 2019. Plan national d'actions en faveur de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) 2019-2028. SFPEM & DREAL Nouvelle-Aquitaine, Poitiers, 89 pp.



**QUALITÉ DES COURS D'EAU VIS-À-VIS DE L'INDICE BIOLOGIQUE POISSON RIVIÈRE (IPR) EN 2020 SUR LE TERRITOIRE DES SAGES BRETONS**



**Annexe 2 : Cartographie de données de qualité biologique et chimique des cours d'eau bretons comparativement à la répartition de la Loutre d'Europe (Lutra lutra) en Bretagne**

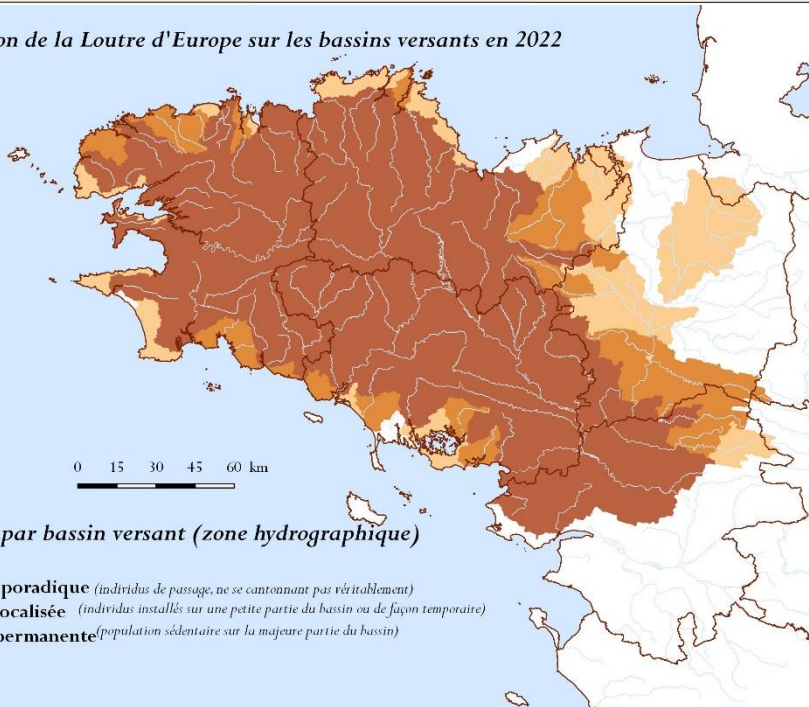
Citation du Plan de gestion des poissons migrateurs 2013-2017 (DREAL Bretagne) :

« L'Indice Poissons (IPR) est basé sur l'analyse des peuplements de poissons, intérateurs de la qualité physico-chimique et hydromorphologique des cours d'eau. »

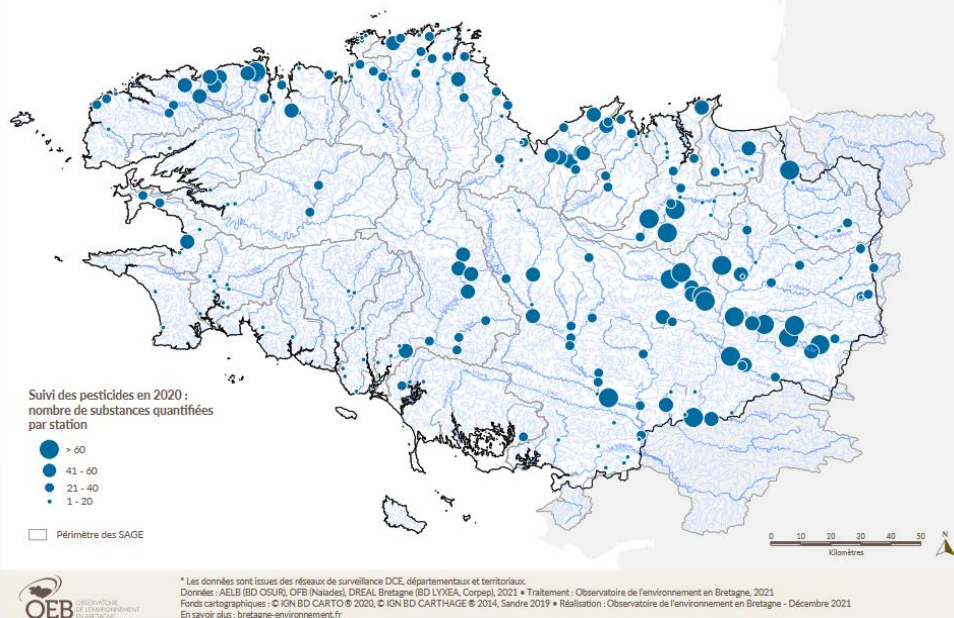
« Si les cours d'eau de la partie Ouest sont très majoritairement en bonne ou très bonne qualité [biologique], ceux de l'Est présentent des peuplements très perturbés (80 % des peuplements n'atteignent pas le bon état). Leur fort degré d'altération est lié à de profondes modifications de la structure hydro-morphologique (travaux hydrauliques agricoles, modifications fortes des bassins versants, mise en bief, retenues), à d'importantes pollutions diffuses et à une moins bonne résistance naturelle aux perturbations.

La bonne qualité biologique des cours d'eau de l'Ouest s'explique en grande partie par la faible niveau d'altération des caractéristiques hydro-morphologiques de leurs lits mineurs et des fonds de vallées. Leurs caractéristiques hydro-morphologiques naturelles (pente et débit soutenu) leur confèrent une meilleure résilience que les cours d'eau de Haute Bretagne. Ces cours d'eau Ouest-armoricains constituent une référence patrimoniale à l'échelle du bassin Loire-Bretagne qu'il convient de préserver. »

**Répartition de la Loutre d'Europe sur les bassins versants en 2022**



**QUALITÉ DES COURS D'EAU VIS-À-VIS DES PESTICIDES EN 2020 SUR LE TERRITOIRE DES SAGE BRETONS NOMBRE DE SUBSTANCES QUANTIFIÉES - Tous dispositifs de collecte confondus\***







La raréfaction de l'ichtyofaune et le degré de pollution aux pesticides des cours d'eau de Bretagne orientale constituent deux facteurs qui pourraient participer au ralentissement du front de recolonisation de la Loutre d'Europe vers les bassins versants du nord-est de la Bretagne.

## Annexe 3 : Organigramme du Groupe Mammalogique Breton (2023)



### Conseil d'Administration

				
<b>Benoît Bithorel</b> Président	<b>Ségolène Gueguen</b> Vice-Présidente	<b>Ronan Nedelec</b> Trésorier	<b>Boris Varry</b> Trésorier-adjoint	<b>Jean-Marc Rioualen</b> Secrétaire
				
<b>Maxime Poupelin</b> Administrateur	<b>Bastien Montagne</b> Administrateur	<b>Manuela Maillet</b> Administratrice	<b>Nicolas Chenaal</b> Administrateur	<b>Emilie Barbosa</b> Administratrice

### Equipe salariée

			
<b>Catherine Caroff</b> Chargée de mission « Communication & Médiation »	<b>Josselin Boireau</b> Chargé de mission « Etudes & Conservation » 29	<b>Franck Simonnet</b> Chargé de mission « Etudes & Conservation » 29	<b>Marie Inizan</b> Responsable administrative et financière Coordination vie associative

Siège régional  
-  
Maison de la  
Rivière  
**Sizun (29)**

	
<b>Thomas Dubos</b> Chargé de mission « Etudes & conservation » 22 & nord-35	<b>Meggane Ramos</b> Chargée de mission « Etudes & conservation » 22 & nord-35

Antenne de  
**Ploufragan (22)**

		
<b>Thomas Le Campion</b> Chargé de mission « Etudes & conservation » 56 & sud-35	<b>Marie Le Lay</b> Chargée de mission « Etudes & conservation » 44 (35 & 56)	<b>Clovis Gaudichon</b> Chargé de mission « Etudes & conservation » 44

Antenne de  
**Redon (35)**



## Bilan des autopsies de Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) réalisées le 20 avril 2023 à ONIRIS, Nantes (44).

Les autopsies pratiquées ont avant tout pour but d'identifier ou confirmer la cause de la mort. Les animaux sont sexés, pesés et mesurés et leur état reproducteur (femelle allaitante, gestante, en œstrus) est noté. Ces opérations permettent également d'obtenir rapidement quelques éléments d'indication concernant l'âge et le statut reproducteur des animaux et donc l'état et la structure des populations.

Les animaux ont été collectés par le GMB, par l'OFB, la DIRO.

Des prélèvements de tissus sont effectués afin de stocker du matériel biologique qui pourra être disponible pour les chercheurs désirant mener des études sur l'espèce ou s'appuyer sur ce modèle dans leurs recherches. Ainsi, sont prélevés certains organes, éléments du squelette ou phanères tels que l'utérus, les os péniens, les dents pour des analyses éventuelles sur les caractéristiques reproductrices ou sur l'âge, le foie pour la recherche d'anticoagulants, divers organes pour la surveillance de la maladie de Carré.

Nous remercions Oniris pour la mise à disposition des locaux et de matériel ainsi que les vétérinaires et autres bénévoles ayant participé à la session d'autopsie. Merci également à Philippe Defernez pour l'ensemble des photos prises lors de cette journée.

### Autopsies du 20-04-2023 :

Personnes ayant participé aux autopsies : Julie Botman (Vétérinaire - Assistante hospitalière Clinique Faune sauvage – CHUV Oniris), Philippe Gourlay (Vétérinaire - Praticien hospitalier Responsable Clinique Faune sauvage – CHUV Oniris), Sylvain Larrat (Vétérinaire – Clinique vétérinaire B. Franklin), Julie Saint-Martin (Thésarde – Vétérinaire CHUV Oniris), Anouck Bloch (Vétérinaire – CHUV Oniris), Marine Renard (Vétérinaire), Sébastien Gautier (OFB), Christophe Gaigeard (OFB), Philippe Defernez (GMB), Alain Gromas (GMB), Clovis Gaudichon (GMB), Marie Le Lay (GMB), Stéphane Appert (OFB), Livier Schweyer (OFB), Magali Brochu (OFB)



\*tritons retrouvés dans l'estomac d'une des loutres autopsiées



**Caractéristiques générales de l'échantillon :**

Nombre: 20

Provenance : Côtes d'Armor : 5 ; Finistère : 4 ; Morbihan : 10 ; Ille-et-Vilaine : 1

Période de récolte : 2022-2023

Mode de conservation : congélation

**Caractéristiques générales des spécimens :**

Sexe: 11 mâles, 9 femelles

Âge (estimation à partir de la taille, de la dentition et de l'état reproducteur) :

- juvéniles : 5 (2 femelles, 3 mâles)
- subadultes : 4 (3 femelles, 1 mâle)
- adultes : 10 (4 femelle, 6 mâles)
- adulte âgé : 1 (1 mâle)

Reproduction: 1 gestante, 2 allaitantes

Poids moyen des adultes (subadultes + adultes + adulte âgé):

6,670 kg	n=15	(4,750 – 9,500)	femelles :	6,094 kg	n=7	(4,75 – 6,495)
			mâles :	6,872 kg	n=8	(5,3 – 9,5)

Longueur totale moyenne des adultes:

106,54 cm	n=14	(96-116,5)	femelles :	104,26 cm	n=7	(96-110)
			mâles :	108,20 cm	n=7	(101-116,5)

Indice de corpulence moyen des adultes:

0,951	n=14	(0,823 -1,141)	femelles :	0,987	n=7	(0,863 -1,141)
			mâles :	0,915	n=7	(0,823 -1,065)

**Causes de la mort :** 17 collisions routières certaines, 2 inconnues, 1 (loutron) morsures par un chien.

**Echantillons prélevés :**

Génétique: 20 prélèvements.

Ecotoxicologie: recherche d'anticoagulants : 19 prélèvements de foie.

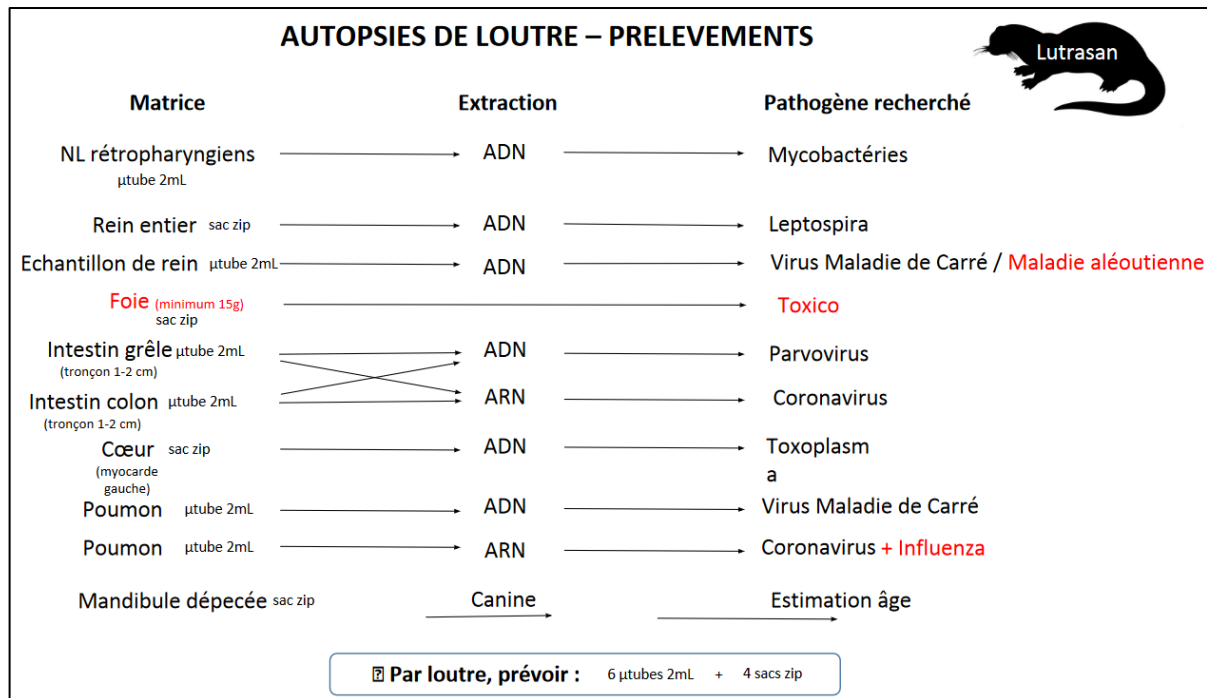
Etude reproduction (recherche cicatrices placentaires): 9 prélèvements de tractus génitaux

Estimation âge: 20 mâchoires inférieures, 11 os péniers.

Meggane RAMOS, GMB

## Annexe 5

Pathogènes recherchés et matrices correspondantes dans le protocole préliminaire prévu par la convention bipartite Anses / Parc Naturel Régional de Brière (Céline Richomme, Laboratoire Anses de la Rage et de la Faune Sauvage de Nancy, 2023)



**NB** : Pour la recherche du virus **Influenza avaire hautement pathogène H5N1 par PCR**, la matrice à privilégier est le **cerveau** chez les Carnivores (Vreman et al. 2023). Les écouvillons rectaux, nasaux et trachéaux ne sont pas sensibles. Le réseau SAGIR recommande un prélèvement de cerveau, poumon et rate (Loïc Palumbo, OFB, communication personnelle).

### Référence :

Vreman S., Kik M., Germeraad E., Heutink R., Harders F., Spiereburg M., Engelsma M., Rijks J., van den Brand J., Beerens N., 2023. Zoonotic Mutation of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 Virus Identified in the Brain of Multiple Wild Carnivore Species. *Pathogens*, 12(2), 11 pp.

## Annexe 6 : Estimation des risques associés à chaque danger biologique pour la Loutre d'Europe en France

### 1. Virus

#### 1.1. Influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) A H5N1

Influenza aviaire hautement pathogène (en zone d'épizootie)					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
modéré	modéré	faible	faible	élevé	négligeable
Emission modéré		Exposition faible		Conséquences modéré	
Survenue du danger faible					
<b>RISQUE modéré</b>					

Ce virus à forte pathogénicité a émergé dans l'avifaune en 2020 et constitue une préoccupation d'actualité.

Ce virus présente une adaptation plus spécifique à certaines familles d'oiseaux, dont de nombreuses espèces inféodées aux milieux aquatiques, susceptibles d'entrer en contact avec la Loutre (par **prédation**

ou **nécrophagie occasionnelles**) : **Laridés** (aussi bien les populations marines/littorales que continentales), **Anatidés, Rallidés, échassiers**. En France, 815 oiseaux morts ont été collectés et analysés pour la recherche d'IA au premier semestre 2022 (+49,5% par rapport au premier semestre 2021), pour un total de 143 cas positifs à l'IA hautement pathogène (H5N1) parmi les oiseaux sauvages (Plateforme ESA 2022). La distribution spatiale et les espèces touchées ont évolué au fil des mois avec des zones fortement impactées telles que la façade maritime des **Pays de la Loire (zone de présence de la Loutre d'Europe)**, les côtes de la Manche et la **voie de migration Meuse-Rhin-Rhône, qui coïncide aussi avec le front de recolonisation rhodanien de la Loutre d'Europe** (fig. 1).

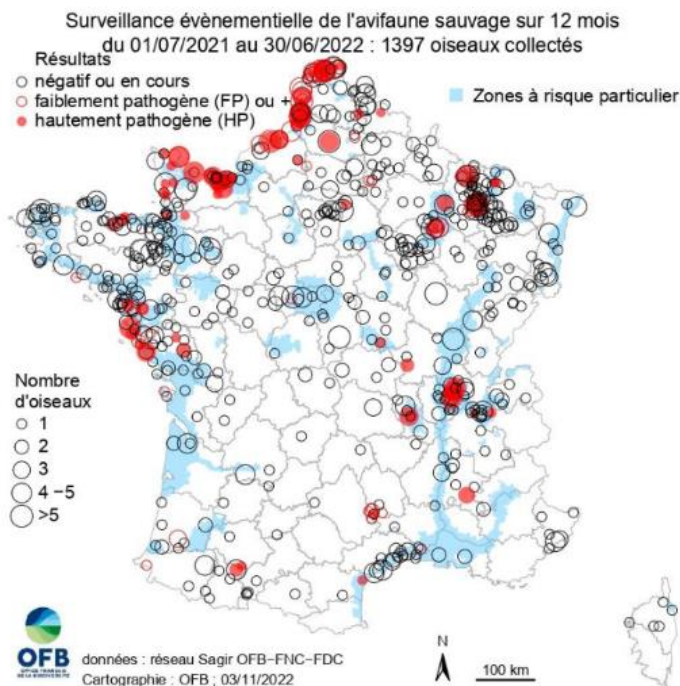


Fig. 1 : Répartition géographique des foyers d'IAHP dans l'avifaune sauvage, détectés dans le cadre du réseau SAGIR, en France au 1<sup>er</sup> semestre 2022 (Plateforme ESA 2022)

Avec la persistance inhabituellement durable de l'IAHP chez les oiseaux sauvages et les volailles tout au long de l'été 2022, il n'y a plus, pour la première fois, de séparation marquée entre la fin de la première année de l'épidémie et le début de l'épisode d'IAHP de cette année 2023 qui a débuté en octobre 2022 (EFSA 2023). Le bilan 2023 de la situation dans l'avifaune sauvage sera disponible en fin d'année.

Les années 2022 et 2023 marquent aussi **une augmentation des cas rapportés chez les mammifères** dans le monde entier, principalement les Carnivores (prédateurs d'oiseaux et/ou nécrophages) et le Renard Roux est l'espèce chez laquelle le virus est le plus fréquemment rapporté (EFSA 2023). En France, 2 cas chez des mammifères ont été confirmés par l'ANSES (un chat domestique fin 2022 et un renard roux début 2023). En Europe, **5 cas de mortalité chez la Loutre d'Europe ont été**

**rapportés au Royaume-Uni** : 4 cas en Ecosse en 2022, dans un contexte côtier (2 cas dans la région de Fife, 1 cas aux îles Shetland, 1 cas sur l'île de Skye), et 1 cas plus éloigné du littoral en Angleterre (Shropshire) en 2023 (Animal and Plant Health Agency 2023). D'autres cas de Loutre d'Europe ont été rapportés en 2022 (EFSA 2023) aux Pays-Bas (1 cas) et en Finlande (1 cas). **En septembre 2021, un cas de mortalité due à IAHP H5N1 chez une loutre d'Europe en Finlande a été relié à une mortalité massive de faisans d'élevage relâchés dans la même**



**zone que cette loutre** (Tammiranta et al. 2023). D'autres cas de Mustélidés ont également été rapportés aux Pays-Pays : un blaireau et plusieurs putois en 2022, une fouine en 2023 (EFSA 2023).

En octobre 2022, une épizootie d'IAHP A (H5N1) est survenue dans un élevage espagnol de 52 000 Visons d'Amérique (Mustélidé), associée à une mortalité inhabituelle (**pic de mortalité de 4,3%**). L'enquête épidémiologique a indiqué une **transmission de vison à vison**, par contact direct et par aérosol, après une contamination initiale par l'avifaune sauvage (bâtiment ouvert). Dans le compartiment sauvage, la transmission intra-spécifique d'IAHP A (H5N1) chez des mammifères a été décrite chez des phoques de la côte atlantique du nord des Etats-Unis pendant l'été 2022, et fortement suspectée dans des colonies de lions de mer au Pérou début 2023 (EFSA 2023). **Elle est à ce jour chaque fois liée à un mode de vie en collectivité avec des contacts étroits entre individus, ce qui n'est pas le cas chez la Loutre d'Europe.**

Pendant l'été 2023, une épizootie d'IAHP A (H5N1) a touché une vingtaine d'élevages d'animaux à fourrure (renard, visons d'Amérique et chiens viverrins) en Finlande, avec des taux de mortalité 2 à 4 fois supérieurs à la norme, conduisant le pays à abattre préventivement 120 000 animaux du fait du risque de transmission intra-spécifique (Lindh et al. 2023). 29 chats domestiques ont également été testés positifs en Pologne (25 sont décédés soit un **très fort taux de létalité**), répartis dans différentes régions du pays, sans qu'une transmission intra-spécifique ne soit démontrée (un scénario concerne l'entrée du virus dans une chaîne d'abattage de poulets et la consommation par les chats de viande de poulet crue contaminée, Rabalski et al. 2023).

Cette analyse de risque peut être amenée à évoluer dans le temps en fonction de l'évolution de la situation sanitaire et la production de données épidémiologiques nouvelles (incidence et distribution géographique dans l'avifaune sauvage, possibilité de transmission intra-spécifique chez d'autres espèces de mammifères, précision de la sévérité chez la Loutre d'Europe...). **Le risque pour la Loutre d'Europe est en tous cas hétérogène au sein du territoire français. Il n'est significatif qu'en zone d'épizootie dans l'avifaune sauvage située dans l'aire de répartition de la Loutre.**

## 1.2. Virus de la Maladie de Carré (CDV)

Virus de la Maladie de Carré (CDV)					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
faible	négligeable	négligeable	négligeable	modéré	négligeable à faible
Emission faible		Exposition négligeable		Conséquences faible à modéré	
Survenue du danger négligeable					
<b>RISQUE faible</b>					

Ce Morbillivirus auquel les Mustélidés sont sensibles circule principalement en Suisse et en Italie chez les Carnivores sauvages (principalement chez le Loup gris, le Renard roux et le Blaireau européen), et plusieurs cas ont été décrits chez des Carnivores sauvages en France en 2019 dans 3

départements limitrophes de la Suisse et de l'Italie (Plateforme ESA 2019). **Sur l'aire de répartition de la Loutre d'Europe en France, le réservoir principal du virus est le Chien domestique (population non vaccinée)**. Quelques cas chez le Chien surviennent très localement en France certaines années chez des animaux non vaccinés. D'après l'Observatoire National de la Vaccination des animaux, la couverture vaccinale de la population canine française serait de 76% en 2021 en France. La séroprévalence était également estimée à 5% chez les Visons d'Amérique féraux du sud-ouest de la France, sur un échantillon collecté entre 1996 et 2003 (Philippa et al. 2003) ; il n'existe pas de donnée plus récente. La persistance du virus dans l'environnement est inférieure à 24h à température ambiante, l'excrétion virale est de plusieurs jours ou semaines. La transmission s'effectue par contact direct ou indirect à partir de l'environnement contaminé par des aérosols ou des sécrétions (Pouille-Vidal 2020). **La maladie clinique a déjà été décrite chez la Loutre d'Europe, avec des symptômes sévères évoluant vers la mort**, et des lésions pathognomoniques microscopiques (corps d'inclusion intracytoplasmiques) ont aussi déjà été **retrouvées à l'autopsie chez des loutres en bon état général** décédées de causes traumatiques (Kuhn et Jacques 2011). La réduction du risque à un niveau faible pour la Loutre d'Europe passerait par une couverture vaccinale de la population canine supérieure ou égale à 95%, or une évolution vers ce niveau de vaccination ne semble pas être la tendance sociétale actuelle.

Le projet d'étude de l'Anses évoqué en 2.1.2.1 pourrait permettre de préciser le portage du CDV chez des loutres d'Europe de l'Ouest de la France.

### 1.3. Virus de la Maladie Aléoutienne (ADV)

Virus de la Maladie Aléoutienne (ADV)					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
élevé	négligeable	élevé	modéré	négligeable ?	négligeable ?
Emission modéré		Exposition élevé		Conséquences négligeable ?	
Survenue du danger modéré					
<b>RISQUE faible ?</b>					

Chez le Vison d'Amérique, il existe une forte prévalence de ce Parvovirus dans les élevages et les populations férales, la transmission s'effectuant de façon horizontale y

compris à partir de porteurs asymptomatiques (la phase subclinique peut durer 2 ans) ou de façon verticale. Outre la mortalité après une plus ou moins longue durée d'évolution (quelques mois classiquement), le virus provoque une immunodépression, il peut avoir des effets néfastes sur la fertilité et causer des avortements. Le virus peut survivre 2 ans dans l'environnement (Bortot 2023).

La Loutre d'Europe et le Vison d'Amérique féral (réservoir principal de l'ADV) partagent le même habitat **sur une partie de l'aire de répartition de la Loutre** (fig. 3). Des cas de loutres séropositives ont été rapportés en Europe, indiquant que la Loutre d'Europe est exposée au virus et peut développer une réponse immunitaire contre lui. **En revanche, il n'est pas démontré à ce jour que la Loutre d'Europe puisse exprimer une maladie clinique, ni qu'elle participe à la propagation du virus.** La Loutre pourrait ne pas être sensible à l'ADV. Une étude finlandaise (pays à forte densité d'élevages de visons d'Amérique) a réalisé des sérologies et PCR chez différents Mustélidés sauvages et **aucune loutre d'Europe (24 testées) n'était positive tandis que la prévalence chez les visons d'Amériques féraux était de plus de 50%** (Knuutila et al. 2015). Le projet d'étude de l'Anses évoqué en 2.1.2.1 pourrait apporter des données quant au portage d'ADV chez des loutres d'Europe de l'Ouest de la France (région où le Vison d'Amérique est assez répandu).

La compétition avec la Loutre d'Europe semble en défaveur du Vison d'Amérique d'un point de vue territorial et alimentaire même si ce dernier semble montrer des capacités d'adaptation en adoptant notamment un mode de vie diurne, stratégie suspectée d'évitement des contacts avec la Loutre (Harrington et al. 2009). **Les populations de Vison d'Amérique semblent en diminution en Bretagne (Bifolchi & Grémillet 2015) parallèlement à l'expansion de la Loutre depuis les années 1980.** Par ailleurs, les élevages de vison d'Amérique sont interdits depuis 2021 en France (suite à la pandémie de covid-19, le risque d'entretien d'un cycle transmission entre humains et visons d'Amérique étant élevé), ceux qui existaient déjà avant la promulgation de la loi devront fermer d'ici 2025, empêchant ainsi de nouvelles échappées d'animaux dans le milieu naturel. **Le risque actuel pour la Loutre d'Europe est considéré faible, bien qu'il existe une incertitude sur les conséquences de ce virus pour l'espèce, et devrait tendre vers une minoration à l'avenir.**

### 1.4. Parvovirus canin (CPV-2)

Parvovirus canin (CPV-2)					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
faible	faible	modéré	négligeable	négligeable à modéré	négligeable à faible
Emission faible		Exposition faible		Conséquences faible ?	
Survenue du danger faible					
<b>RISQUE faible</b>					

De même que pour la maladie de Carré (vaccin trivalent), le réservoir principal de ce groupe de virus est le Chien domestique (population non vaccinée), dont le niveau de couverture vaccinale en France en 2021 était de 76%. La morbidité est forte chez le

Chien, de même que la contagiosité. Le virus est résistant plusieurs mois dans l'environnement (Pouille-Vidal 2020). **Un fort taux de portage est rapporté en Italie** (Viscardi 2019) sur 7 loutres d'Europe décédées de collision routière (5 loutres présentaient des PCR positives sur différents tissus). **Une meilleure connaissance du niveau de pathogénicité du virus chez la Loutre d'Europe et de son niveau de portage actuel chez les Carnivores**

sauvages en France serait nécessaire pour préciser le niveau de risque pour l'espèce en France. Le projet d'étude de l'Anses évoqué en 2.1.2.1 pourrait permettre de préciser le portage du CPV-2 chez des loutres d'Europe de l'Ouest de la France.

### 1.5. Virus de l'hépatite de Rubarth (CAV-1)

Virus de l'Hépatite de Rubarth (CAV-1)					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
négligeable	négligeable	modéré	négligeable	modéré	faible
Emission négligeable		Exposition faible		Conséquences modéré	
Survenue du danger négligeable					
<b>RISQUE faible</b>					

**La Loutre d'Europe est sensible à l'Adénovirus canin de type 1 (CAV-1)**, responsable chez le chien de l'hépatite de Rubarth. En effet un cas de mortalité chez une Loutre d'Europe captive a déjà été rapporté (Park et al. 2007). En France et en Europe, de rares cas surviennent chez le Chien (jeunes), la population canine

étant vaccinée à 76% (en 2021). En 2016, la circulation chez le renard roux a été décrite au Royaume-Uni avec une séroprévalence 64% et un portage du virus de 19% sans lésion post-mortem associée (Walker et al. 2016). Des cas cliniques de morbidité ayant conduit à la mort chez de jeunes renards avaient été décrits par la même équipe. Le CAV-1 peut donc causer des infections cliniques (potentiellement létales) ou subcliniques chez ce Canidé.

### 1.6. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus (SARS CoV-2)

SARS CoV-2 (période de faible incidence chez l'Homme)					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
négligeable	négligeable	faible	modéré	négligeable	Négligeable à faible
Emission négligeable		Exposition modéré		Conséquences négligeable à faible	
Survenue du danger négligeable					
<b>RISQUE négligeable</b>					

**La Loutre d'Europe comme d'autres Mustélidés est sensible à l'infection par le SARS CoV-2.** Cela a pu être montré chez une loutre victime de collision routière en 2021 en Espagne (Padilla-Blanco et al. 2022), dont les tests PCR sur écouvillon nasopharyngé et tissus pulmonaire et de nœud lymphatique mésentérique étaient tous positifs. Cette loutre ne présentait pas de lésion macroscopique de l'appareil respiratoire et était en bon état général, suggérant **une forme asymptomatique**. Chez le Vison d'Amérique d'élevage, l'infection peut causer des signes respiratoires et dans

SARS CoV-2 (période de forte incidence chez l'Homme)					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
élevé	négligeable	faible	modéré	négligeable	négligeable à faible
Emission modéré		Exposition modéré		Conséquences négligeable à faible	
Survenue du danger modéré					
<b>RISQUE faible</b>					

les élevages une légère augmentation du taux de mortalité par rapport à la norme. Il est suspecté que **la transmission aux Mustélidés semi-aquatiques ait pu avoir lieu par l'eau (vecteur), en cas de contamination par des eaux usées (avec une disparité hydrographique de cette éventuelle contamination) et lors de pics épidémiques d'infection chez l'Homme** (Padilla-Blanco et al. 2022, Ferchichi et al. 2022). A la lumière de l'évolution récente de cette pandémie chez l'Homme, il convient de distinguer 2 situations épidémiologiques temporelles entre lesquelles le risque varie : les périodes de faible incidence chez l'Homme (situation actuelle) et les périodes de forte incidence chez l'Homme (pics saisonniers ?).

## 2. Bactéries

### 2.1. Complications bactériennes de morsures

Complications bactériennes de morsures					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
élevé	faible	élevé	faible	modéré	négligeable
Emission modéré		Exposition modéré		Conséquences faible	
Survenue du danger modéré					
<b>RISQUE modéré</b>					

Le danger bactérien survient surtout en cas de **morsure par un congénère ou un chien** car elle s'accompagne fréquemment d'une inoculation polymicrobienne, dont majoritairement *Pasteurella*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* et des bactéries anaérobies en cas de morsure de chien (Kaouadji et al. 2007). Les bactéries inoculées se développent dans les tissus mous sous-cutanés et peuvent éventuellement se disséminer dans une articulation, un organe à proximité ou plus à

distance dans le corps de la loutre affectée. **Les complications bactériennes de morsures peuvent être sévères et conduire à la mort par le sepsis d'un ou de plusieurs organes ou la septicémie.** Elles ont représenté 2% des cas autopsiés en Angleterre (période 1988-1999) et 5% des cas autopsiés en Bretagne (périodes 1988-2007 et 2015-2020) [SFPEM 2021].

### 2.2. *Leptospira* spp.

<i>Leptospira</i> spp.					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
modéré	faible	élevé	Faible à modéré	négligeable	négligeable
Emission modéré		Exposition modéré à élevé		Conséquences négligeable	
Survenue du danger modéré					
<b>RISQUE faible</b>					

L'éclectisme alimentaire de la Loutre d'Europe peut la conduire à consommer diverses espèces de rongeurs (cf. 1.2.3.). Or une proportion modérée de ceux-ci présente un portage rénal chronique de leptospires, partout sur le territoire français. Une étude française a montré un portage rénal chez 35% des rats surmulots, 15% des rats musqués et 3% des

ragondins testés après piégeage dans 6 sites répartis géographiquement dans toute la France (Aviat et al. 2009). Ces espèces sont présentes au sein des habitats de la Loutre d'Europe et composent occasionnellement son régime alimentaire. Aux Pays-Bas, un portage plus faible a aussi été identifié chez de plus petites espèces de rongeurs telles que le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), 10% des mulots testés (Krijger et al. 2020). Parallèlement, **une forte séroprévalence de leptospirose (infection à *Leptospira interrogans sensu lato*) a été montrée chez des mustélidés du sud-ouest de la France**, de 65% à 74% selon les espèces (Moinet et al. 2010). Les Mustélidés testés dans cette étude (Vison d'Europe, Martre des pins, Fouine, Putois et Vison d'Amérique) sont tous **prédateurs de rongeurs** dans des proportions plus importantes que la Loutre d'Europe. Cette forte séroprévalence suggère une faible pathogénicité de la bactérie chez ces espèces de Mustélidés, même si elle ne présume pas des possibilités de formes subcliniques plus ou moins chroniques qui **pourraient réduire le succès reproducteur** des individus atteints (avortements comme chez d'autres espèces). La sensibilité aux leptospires varie selon les espèces d'hôtes à cause d'un échappement des leptospires à la reconnaissance immunitaire des espèces d'hôtes sensibles (Bonhomme & Werts 2022), et induit des formes cliniques plus ou moins sévères, fatales dans certains cas. **La sensibilité de la Loutre d'Europe à la leptospirose est inconnue**, aucune forme lésionnelle compatible ni détection de l'agent pathogène n'ayant été décrite chez cette espèce. Des cas de mortalité survenus dans un contexte épizootique dans l'Etat de Washington aux Etats-Unis en 2002 ont été décrits chez la Loutre de mer d'Alaska (*Enhydra lutris kenyoni*), mais le réservoir de la bactérie n'a pas été identifié à ce jour (Knowles et al. 2020).

### 2.3. Mycobactéries

Le risque associé aux Mycobactéries est globalement faible pour la Loutre d'Europe, mais recouvre des situations épidémiologiques différentes selon les espèces pathogènes considérées :



### 2.3.1. *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*)

<b><i>Mycobacterium bovis</i> (en zone d'enzootie)</b>					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
modéré	faible	modéré	négligeable	négligeable	faible
Emission modéré		Exposition faible		Conséquences faible	
Survenue du danger faible					
<b>RISQUE faible</b>					

La France est officiellement indemne de **tuberculose bovine** depuis 2001, mais plusieurs foyers régionaux persistent de façon endémique, notamment dans les **Pyrénées Atlantiques et en Dordogne/Charente** si l'on s'intéresse à l'aire de répartition de la Loutre d'Europe. **Dans ces zones d'endémie** chez les bovins, *M. bovis* circule dans un système multi-hôtes incluant les bovins,

la faune sauvage (blaireau, sanglier, renard, cervidés) et l'environnement. Dans les zones d'endémie bovine de Nouvelle Aquitaine, la prévalence de *M. bovis* atteint 9 à 13% chez les blaireaux et 5 à 9% chez les renards (Richomme et al. 2020). La contamination de l'environnement (**persistance plusieurs semaines à mois dans le sol**) s'effectue par **voie aérosol mais aussi par les urines et fèces** d'animaux infectés. C'est donc en particulier **l'occupation ou la visite d'un terrier de blaireau ou de renard** contaminé par *M. bovis* qui pourrait constituer une voie de transmission possible pour la Loutre. Des épreintes ont en effet déjà été observées à l'entrée de terriers de blaireaux en Irlande (Simpson 2009). Cette situation reste sporadique, mais elle a été suspectée dans un cas de mortalité d'une Loutre en Irlande du Nord en 2008 (mâle adulte en bon état général) présentant des lésions pulmonaires desquelles *M. bovis* a été isolée (Lee et al. 2009). **La Loutre reste un hôte très occasionnel pour *M. bovis*. La maladie est d'évolution très longue.** L'espérance de vie de la Loutre étant courte, le risque de développer une forme clinique de tuberculose est faible. **En revanche la transmission entre individus est possible de façon indirecte, en particulier au sein de la famille.**

### 2.3.2. *Mycobacterium microti* (*M. microti*)

<b><i>Mycobacterium microti</i></b>					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
modéré	faible	modéré	faible	négligeable	négligeable
Emission modéré		Exposition modéré		Conséquences négligeable	
Survenue du danger modéré					
<b>RISQUE faible</b>					

Autre mycobactérie du complexe *Mycobacterium tuberculosis*, *M. microti* est l'agent de la tuberculose chez les Rongeurs. La prévalence chez les populations de rongeurs sauvages a été étudiée en Grande-Bretagne (Cavanagh et al. 2002) : elle touche principalement le

Campagnol agreste (*Microtus agrestis*, prévalence de 9 à 31%), suivi du Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*, 2 à 11%), puis du Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*, 2%). La prévalence varie de 2 à 21% (globalement chez les rongeurs) selon les lieux et les saisons. La Loutre d'Europe consomme occasionnellement des rongeurs appartenant à ces espèces. Sa contamination par voie orale par des rongeurs infectés est donc possible. 35 cas animaux ont été identifiés en France entre 2002 et 2014 (fig. 7), dont 19 chats domestiques, 7 sangliers et **1 loutre** (Michelet et al. 2015). Cette loutre, une femelle âgée en mauvais état général, avait été capturée au haveaneau dans un bassin de pisciculture dans les Côtes d'Armor en Bretagne. Lors de sa prise en charge par le Docteur vétérinaire Guy Joncour, l'examen clinique, qui avait révélé léthargie, cachexie et déshydratation, ainsi qu'une masse intra-abdominale ferme, a conduit à une décision d'euthanasie. L'examen nécropsique a notamment montré des **nodules méésentériques et péri-trachéaux caverneux et calcifiés** (Boschiroli et al. 2007, non publié). L'analyse par PCR sur culture bactérienne issue de ces lésions a permis d'identifier *M. microti*. Un cas de tuberculose à *M. microti* chez un chat avait déjà été rapporté en 2003 dans le même secteur géographique, par le même spoligopattern que chez cette loutre (Michelet et al. 2015). La loutre peut donc se contaminer par l'ingestion de rongeurs infectés (lésions observées des nœuds lymphatiques méésentériques le confirment). Comme pour *M. bovis*, **l'évolution de la maladie est très longue**, en témoigne l'âge avancé de la loutre atteinte en 2007. La prévalence de *M. microti* chez le Renard roux varie de 0,7% à 6,5%

selon les départements où ont eu lieu les prélèvements (en zone d'endémie de tuberculose bovine). Les renards prélevés ne présentaient aucune lésion macroscopique (début d'évolution ?), et **aucune excrétion** de *M. microti*, suggérant que le Renard soit un cul-de-sac épidémiologique. Hypothétiquement, il pourrait en être de même pour la Loutre. L'espérance vie de la Loutre étant courte, le risque de développer une forme clinique est faible. La diffusibilité est négligeable devant l'hypothèse d'une excrétion nulle. Une augmentation du nombre de cas dans la faune sauvage a été identifiée ces dernières années en France, en grande partie par l'amélioration de la détection grâce aux outils de diagnostic moléculaire (la culture bactérienne est peu sensible). La distribution géographique des cas est assez hétérogène et ne suit pas forcément les zones d'endémie de tuberculose bovine.

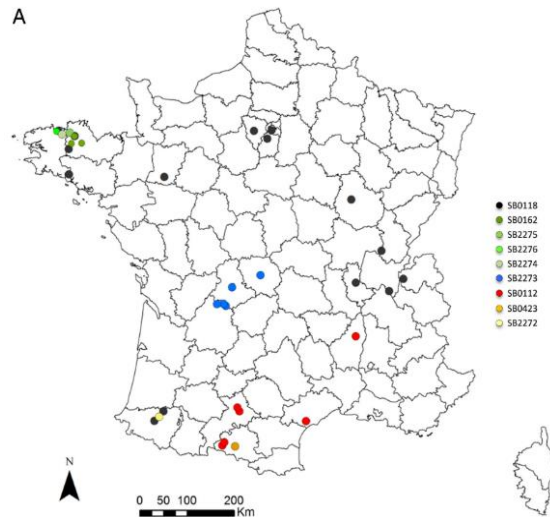


Fig. 2 : Distribution des cas animaux d'infection à *Mycobacterium microti* en France entre 2002 et 2014 (Michelet et al. 2015)

**La prévalence chez les rongeurs en France est encore inconnue. La connaissance de ce paramètre serait déterminante pour juger du risque d'émission, l'exposition de nombreux individus de Loutre étant substantielle** (réservoir répandu et longue persistance de la bactérie). **Des cas de formes cliniques pourraient survenir chez la Loutre d'Europe en France en cas de vieillissement des populations.**

2.3.3. *Mycobacterium avium* susp. *paratuberculosis* (Map)

<b><i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>Paratuberculosis</i></b>					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
<b>faible à modéré</b>	<b>faible</b>	<b>élevé</b>	<b>élevé</b>	<b>négligeable</b>	<b>faible</b>
Emission		Exposition		Conséquences	
<b>faible à modéré</b>		<b>élevé</b>			
Survenue du danger				<b>faible</b>	
<b>faible à modéré</b>					
<b>RISQUE faible</b>					

Map est l'agent de la paratuberculose chez les ruminants domestiques et sauvages. Elle provoque une gastroentérite granulomateuse chronique, **d'évolution très longue**, éventuellement jusqu'à la mort. Map a été isolée à partir de **lésions**

**microscopiques des nœuds lymphatiques rétropharyngiens et mésentériques identifiées chez deux loutres** (un mâle et une femelle jeunes adultes) victimes de collision routière à quelques mois d'intervalle sur une même commune au Portugal en 2010 (Matos et al. 2013). Ces deux animaux ne présentaient en revanche aucune lésion macroscopique à l'examen nécropsique. La PCR était positive également. Le contexte épidémiologique (notamment présence de troupeaux à proximité des milieux aquatiques, prévalence de Map chez les ruminants d'élevage du secteur ...) n'est pas précisé dans la publication. L'excrétion fécale des ruminants infectés combinée à une très forte persistance dans le sol et **dans l'eau (fréquentation des milieux aquatiques par les bovins, rôle des épandages de lisier contaminant les eaux de ruissellement ?)** conduit à une exposition forte de la Loutre à cet agent pathogène (contamination par voie orale). La consommation occasionnelle de proies infectées (surtout des lagomorphes partageant les pâtures de bovins excréteurs) est une autre voie possible de transmission à la Loutre (Chastel 2008). La connaissance de la prévalence chez les ruminants d'élevage en France, mal connue, serait également nécessaire à l'estimation du risque d'émission. On ne connaît pas non plus la capacité des espèces de la faune sauvage contaminées à **résister à l'infection** (portage asymptomatique), **ni si elles participent à l'excrétion de la bactérie**. Des lésions macroscopiques associées à Map ont été identifiées chez 2 renards en bon état général au Portugal (Matos et al. 2014). Le risque de développer une forme clinique est de toute façon faible devant la courte durée de vie moyenne des loutres. Si une loutre infectée excrète Map à un moment donné de sa vie, la transmission indirecte entre congénères est possible localement, et de la mère aux loutrons par le lieu de vie (absence de connaissance sur l'excrétion éventuelle dans le lait chez les Carnivores). La dispersion des jeunes alors porteurs de Map serait un facteur majeur de dissémination de cette mycobactérie au sein d'une population régionale de loutres.

## 2.4. Bactéries à l'origine d'intoxinations

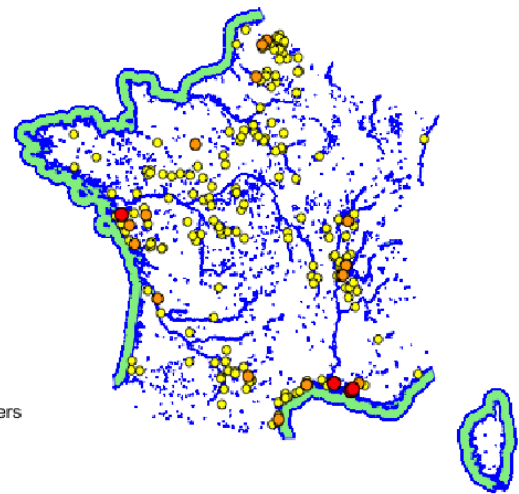
### 2.4.1. Botulisme aviaire

Botulisme (en zone et période d'épizootie)					
A1	A2	B1	B2	C1	C2
élevé	modéré	modéré	élevé	élevé	négligeable
Emission élevé		Exposition élevé		Conséquences modéré	
Survenue du danger élevé					
<b>RISQUE élevé</b>					

Des épizooties violentes de botulisme aviaire sont rapportées chaque année dans le monde, et occasionnent des pertes importantes dans les populations locales d'oiseaux sur les plans d'eau touchés. C'est une **préoccupation émergente en France car potentialisée par le changement climatique et l'eutrophisation des milieux aquatiques continentaux**. Il s'agit d'une intoxication

des oiseaux par une neurotoxine produite par la bactérie *Clostridium botulinum* présente dans les sédiments de certains plans d'eau. Elle provoque une paralysie flasque fatale. La croissance de cette bactérie est favorisée par des milieux anoxiques et riches en matière organique, une température supérieure à 30°C et une faible salinité, conditions réunies pendant l'été.

**Les cadavres des oiseaux touchés constituent d'une part une source de toxine botulinique pour les mammifères nécrophages** (dont fait partie la Loutre). D'autre part, les asticots qui s'y développent accumulent la toxine botulinique sans en être affectés et deviennent à leur tour une source d'intoxication pour d'autres oiseaux qui les consomment (Anza et al. 2014). Ce cycle amplificateur est responsable des flambées de cas dans l'avifaune sauvage. La toxine peut également être **accumulée par les poissons** qui consomment ces asticots (ils y sont plus ou moins sensibles eux-mêmes selon le type de toxine). La Loutre est donc d'autant plus exposée à ce danger dans ces lieux d'épizootie aviaire puisqu'elle consomme de nombreux poissons. Les mesures de ramassage régulier des cadavres d'oiseaux tendent à limiter le cycle amplificateur lié aux asticots.



**Fig. 3 :** Répartition géographique des foyers de botulisme dans l'avifaune sauvage en France entre 2000 et 2013. Réseau SAGIR 2017.

Par exemple, depuis 1995 le **Lac de Grand-Lieu** en Loire Atlantique subit chaque été des épisodes de mortalité d'oiseaux plus ou moins massive selon les années (conditions climatiques variables). Le Canard colvert est l'espèce la plus touchée. **En juillet 2022, deux cadavres de loutres adultes** (2 mâles) ont été collectés lors de prospections quotidiennes de ramassage des cadavres d'oiseaux. Leur autopsie, réalisée à Oniris par Dr. Vét. Philippe Gourlay (DVM, PhD, Praticien Hospitalier au CVFSE, Oniris), a permis de conclure à une mort suraiguë (estomac rempli, restes de poissons pour l'un et d'oiseaux et poissons pour l'autre) et présentaient des lésions hémorragiques de divers organes. ***Clostridium botulinum* a été détecté par PCR à partir d'échantillons de foie, contenu rectal et rate.** Les PCR IAHP et CDV étaient négatives, de même que la recherche d'anticoagulants rodenticides. La recherche de cyanotoxines (cf. ci-dessous) est en cours à l'Université de Reims Champagne-Ardennes (équipe Stress Environnementaux et BIOSurveillance des milieux aquatiques / responsable scientifique: Emilie LANCE). Financement des autopsies et des analyses par la Société Nationale de Protection de la Nature (SNPN), gestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale de Grand Lieu (*Communications personnelles de Philippe Gourlay [Oniris] et Jean-Marc Gillier [RNN Grand Lieu / SNPN]*).

**Le botulisme aviaire est préoccupant pour la Loutre d'Europe dans les sites aquatiques où il sévit périodiquement.** Le changement climatique et l'eutrophisation d'une grande proportion de plans d'eau en France (liée aux activités agricoles), sont des facteurs qui pourraient potentialiser ce problème à l'avenir. La répartition géographique des foyers de botulisme dans l'avifaune sauvage en France présentée en figure 3 n'est pas récente (période 2000-2013) mais rend compte de la large distribution sur le territoire.

## 2.4.2. Cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des bactéries photosynthétiques à Gram négatif des milieux aquatiques qui peuvent proliférer de manière massive et rapide lorsque les conditions environnementales leur sont favorables (température de l'eau supérieure à 20°C, ensoleillement et nutriments) : on parle d'efflorescences. Certaines espèces de cyanobactéries produisent différentes toxines (cyanotoxines) à l'occasion de ces efflorescences qui peuvent être à l'origine d'intoxications selon la dose ingérée. Les cyanotoxines les plus recherchées actuellement en eau douce sont les **microcystines** (MC) qui comprennent de nombreux variants (Anses 2020). Or des épisodes réguliers de contamination de plans d'eau (et certains cours d'eau lors de bas débit, régulièrement en Loire par exemple) par d'autres toxines (selon les espèces de cyanobactéries présentes), notamment les **anatoxines** (ATX) et les **saxitoxines** (STX) sont rapportés en France. Des mortalités dans la faune sauvage en France (sangliers, cygnes) liées aux ATX ont déjà été rapportés (Anses 2020), et peuvent concerner les mammifères semi-aquatiques (rats musqués, visons, loutres de mer aux Etats-Unis). **Les cadavres sont rarement retrouvés à cause de l'intervention des animaux nécrophages.**

La Loutre d'Europe est exposée de façon élevée aux cyanotoxines des plans d'eau contaminés par le contact avec l'eau, l'ingestion d'eau et **la consommation de poissons contaminés par accumulation dans les organismes aquatiques le long de la chaîne trophique (bioaccumulation)**. L'exposition est aiguë et chronique (quotidienne).

L'exposition à des doses toxiques de cyanotoxines peut avoir divers effets : **les dermatotoxines et toxines irritantes** provoquent des troubles cutanés, oculaires, gastro-intestinaux et sont également promotrices de tumeurs pour certaines. **Les neurotoxines (ATX et STX) peuvent provoquer des troubles neurologiques éventuellement rapidement létaux (dose élevée) comme cela a été rapporté régulièrement chez des chiens quelques heures après une baignade** (Koenig et Kammerer 2020) ou des troubles gastro-intestinaux à des doses plus faibles. **Les hépatotoxines (dont MC) provoquent une nécrose hépatique** (et/ou rénale et splénique pour certaines).

Les DL50 (par voie intrapéritonéale chez la souris) des différentes cyanotoxines produites par les cyanobactéries d'eau douce sont exposées dans Koenig et Kammerer 2020.

**Les microcystines (MC, en particulier MC-LR) sont également des perturbateurs endocriniens** : leurs effets oestrogéniques par accumulation dans les gonades induisent des changements de structure des cellules testiculaires et ovariennes, une diminution du rapport gonadosomatique (poids des gonades sur poids vif total) et des changements des niveaux hormonaux. Elles sont potentiellement promotrices de tumeurs hépatiques, digestives, ovariennes et mammaires. Elles pourraient également affecter l'axe surrénalien et thyroïde mais les preuves scientifiques manquent encore (Casas-Rodriguez et al. 2022).

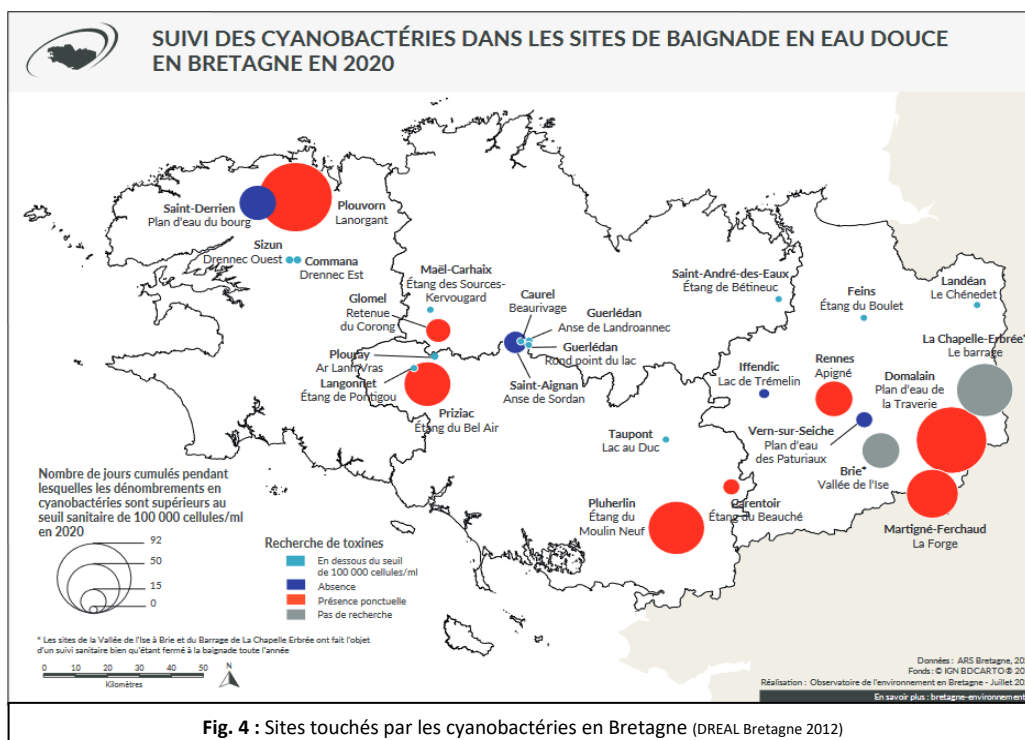


Fig. 4 : Sites touchés par les cyanobactéries en Bretagne (DREAL Bretagne 2012)

## Bibliographie :

### 1. Références bibliographiques

Anza I., Vidal D. & Mateo R., 2014. New insights in the epidemiology of avian botulism outbreaks: necrophageous flies as vectors of *Clostridium botulinum* type C/D. *Environmental Microbiology Reports*, 6, 6, 738-743.

Aviat F., Blanchard B., Michel V., Blanchet B., Branger G., Hars J., Mansotte F., Basme J., De Champs C., Bolut P., Mondot P., Faliu J., Rochereau S., Kodjo A., Andre-Fontaine G., 2009. Leptospira exposure in the human environment in France: A survey in feral rodents and in fresh water. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 32, 463-476.

Boschiroli ML., Joncour G., Morvan H., Hénault S., Karoui C., Jacques H., Fournier C., Dabin W., Blanchard B., Tricoche M., Simonnet F., Rolland D., Antignac P. & Grémillet X., 2007. Un cas de tuberculose évoluée chez une Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) en Bretagne en 2007. Non publié, communication de Franck Simonnet, Groupe Mammalogique Breton.

Bonhomme D. & Werts C., 2022. Host and Species-Specificities of Pattern Recognition Receptors Upon Infection With *Leptospira interrogans*. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 12, 17 pp.

Bortot A., 2023. Pathologie des Mustéolidés européens et gestion en centre de soins aux animaux sauvages. Thèse de doctorat vétérinaire. Alfort, France : Université Paris Est Créteil, 125 pp.

Casas-Rodriguez A., Cameán A.M., Jos A., 2022. Potential Endocrine Disruption of Cyanobacterial Toxins, Microcystins and Cylindrospermopsin: A Review. *Toxins*, 14, 882, 40 pp.

Cavanagh R., Begon M., Bennett M., Ergon T., Graham IM., De Haas PE., Hart CA., Koedam M., Kremer K., Lambin X., Roholl P., Soolingen D., 2002. *Mycobacterium microti* infection (vole tuberculosis) in wild rodent populations. *Journal of Clinical Microbiology*, 40, 9, 3281-3285

Chastel M., 2008. *Epidémiologie de la paratuberculose des ruminants : conséquences sur les mesures de contrôle et de prévention*. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse, France : Université Paul Sabatier, 169 pp.

EFSA (European Food Safety Authority), ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), EURL (European Reference Laboratory for Avian Influenza), Adlhoch C., Fusaro A., Gonzales JL., Kuiken T., Marangon S., Stahl K., Niqueux É., Staubach C., Terregino C., Mirinaviciute G., Aznar I., Broglia A. & Baldinelli F., 2023. Scientific report: Avian influenza overview December 2022–March 2023. *EFSA Journal*, 21(3), 7917, 43pp.

Ferchichi S., Fatnassi N., Dhaouadi A. & Attia El Hili H., 2022. Les dangers du SARS-COV-2 pour les écosystèmes aquatiques. *Médecine Tropicale et Santé Internationale*, 2(1), 18 pp.

Kaouadji K., Kaker N. & Vallet B., 2007. Morsures, griffures et envenimations. *EMC Médecine d'urgence*, 25-030-E-10, p 2.

Knowles S., Lynch D. & Thomas N., 2020. Leptospirosis in Northern Sea Otters (*Enhydra lutris kenyoni*) from Washington, USA. *Journal of Wildlife Diseases*, 56, 2, 466-471.

Knuuttila A., Aaltonen K., Virtala AK., Henttonen H., Isomursu M., Leimann A., Maran T., Saarma U., Timonen P., Vapalahti O., Sironen T., 2015. Aleutian mink disease virus in free-ranging mustelids in Finland - a cross-sectional epidemiological and phylogenetic study. *Journal of General Virology*, 96, 1423-1435.

Koenig M. & Kammerer M., 2020. Intoxication par les cyanobactéries d'eau douce chez le Chien. *Le Point Vétérinaire*, 409, 51-59.

Krijger IM., Ahmed AAA., Goris MGA., Cornelissen JBWJ., Groot Koerkamp PWG., Meerburg BG., 2020. Wild rodents and insectivores as carriers of pathogenic *Leptospira* and *Toxoplasma gondii* in The Netherlands. *Veterinary Medicine and Science*, 6, 3, 623-630.

Lee J., Hanna R., Hill R., McCormick CM. & Skuce RA., 2009. Bovine tuberculosis in an Eurasian Otter. *Veterinary Record*, 164, 727-728.

Lindh E., Lounela H., Ikonen N., Kantala T., Savolainen-Kopra C., Kauppinen A., Österlund P., Kareinen L., Katz A., Nokireki T., Jalava J., London L., Pitkäpaasi M., Vuolle J., Punto-Luoma AL., Kaarto R., Voutilainen L., Holopainen R., Kalin-Mänttari L., Laaksonen T., Kiviranta H., Pennanen A., Helve O., Laamanen I., Melin M., Tammiranta N., Rimhanen-Finne R., Gadd T., Salminen M., 2023. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection on multiple fur farms in the South and Central Ostrobothnia regions of Finland, July 2023. *Eurosurveillance*, 28(31), 4 pp.

Matos AC., Figueira L., Martins MH., Matos M., Alvares S., Pinto ML. & Coelho AC., 2013. Disseminated *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis* infection in two wild Eurasian otters (*Lutra lutra* L.) from Portugal. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 44, 1, 193-195.

Matos AC., Figueira L., Martins MH., Loureiro F., Pinto ML., Matos M. & Coelho AC., 2014. Survey of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in road-killed wild carnivores in Portugal. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 45, 4, 775-781.

Michelet L., De Cruz K., Zanella G., Aaziz R., Bulach T., Karoui C., Hénault S., Joncour G., Boschiroli ML., 2015. Infection with *Mycobacterium microti* in Animals in France. *Journal of Clinical Microbiology*, 53, 3, 981-985.

Michelet L., Richomme C., Réveillaud E., De Cruz K., Moyaen J.-L., Boschirolu ML., 2021. *Mycobacterium microti* Infection in Red Foxes in France. *Microorganisms*, 9, 1257, 8 pp.

Moinet M., Fournier-Chambrillon C., André-Fontaine G., Aulagnier S., Mesplède A., Blanchard B., Descarsin V., Dumas P., Dumas Y., Coïc C., Couzi L. & Fournier P., 2010. Leptospirosis in free-ranging endangered European Mink (*Mustela lutreola*) and other small carnivores (Mustelidae, Viverridae) from southwestern France. *Journal of Wildlife Diseases*, 46, 4, 1141-1151.

Padilla-Blanco M., Aguiló-Gisbert J., Rubio V., Lizana V., Chillida-Martínez E., Cardells J., Maiques E., Rubio-Guerri C., 2022. The Finding of the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus (SARS-CoV-2) in a Wild Eurasian River Otter (*Lutra lutra*) Highlights the Need for Viral Surveillance in Wild Mustelids. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 8 pp.

Park NY., Lee MC., Kurkure NV. & Cho HS., 2007. Canine Adenovirus Type 1 Infection in a Eurasian River Otter (*Lutra lutra*). *Veterinary Pathology*, 44, 4, 536-539.

Philippa J, Fournier-Chambrillon C, Fournier P, Schaftenaar W, van de Bildt M, van Herweijnen R, Kuiken T, Liabeuf M, Ditcharry S, Joubert L, Bégnier M, Osterhaus A., 2003. Serologic survey for selected viral pathogens in free-ranging endangered European Mink (*Mustela lutreola*) and other mustelids from south-western France. *Journal of Wildlife Diseases*, 44, 4, 791-801.

Pouille-Vidal M., 2020. Synthèse de la littérature sur les risques de maladies virales inter-espèces en élevage canin en France. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse, France : Université Paul Sabatier, 132 pp.

Rabalski L., Milewska A., Pohlmann A., Gackowska K., Lepionka T., Szczepaniak K., Swiatalska A., Sieminska I., Arent Z., Beer M., Koopmans M., Grzybek M., Pyrc K., 2023. Emergence and potential transmission route of avian influenza A (H5N1) virus in domestic cats in Poland, June 2023. *Eurosurveillance*, 28(31), 6 pp.

Richomme C., Réveillaud E., Moyaen J.-L., Sabatier P., De Cruz K., Michelet L., Boschirolu ML., 2020. *Mycobacterium bovis* Infection in Red Foxes in Four Animal Tuberculosis Endemic Areas in France. *Microorganisms*, 2020, 8 (7), 11 pp.

Simpson VR., 2009. Bovine tuberculosis in Eurasian otters. *Veterinary Record*, 164, 789.

Tammiranta N., Isomursu M., Fusaro A., Nylund M., Nokireki T., Giussani E., Zecchin B., Terregino C., Gadd T., 2023. Highly pathogenic avian influenza A (H5N1) virus infections in wild carnivores connected to mass mortalities of pheasants in Finland. *Infection, Genetics and Evolution*, 111, 105423, 8 pp.

Viscardi M., Santoro M., Clausi MT., Cozzolino L., Decaro N., Colaianni ML. & Fusco G., 2019. Molecular detection and characterization of carnivore parvoviruses in free-ranging Eurasian otters (*Lutra lutra*) in Southern Italy. *Transboundary and Emerging Diseases*, 66, 1864-1872.

Vreman S., Kik M., Germeraad E., Heutink R., Harders F., Spiereburg M., Engelsma M., Rijks J., Van den Brand J., Beerens N., 2023. Zoonotic Mutation of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 Virus Identified in the Brain of Multiple Wild Carnivore Species. *Pathogens*, 12(2), 11 pp.

Walker D., Fee SA., Hartley G., Learmount J., O'Hagan MJ., Meredith AL., de C Bronsvort BM., Porphyre T., Sharp CP. & Philbey AW., 2016. Serological and molecular epidemiology of canine adenovirus type 1 in red foxes (*Vulpes vulpes*) in the United Kingdom. *Nature, Scientific Reports*, 6, 12 pp.

## 2. Autres communications

Animal and Plant Health Agency, 2023. Confirmed findings of influenza of avian origin in non-avian wildlife. Site internet. <https://www.gov.uk/government/publications/bird-flu-avian-influenza-findings-in-non-avian-wildlife/confirmed-findings-of-influenza-of-avian-origin-in-non-avian-wildlife>. Page consultée le 20/06/2023.

Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) 2020. Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et à leurs toxines dans les eaux douces. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. <https://www.anses.fr/en/system/files/EAUX2016SA0165Ra.pdf>

Plateforme ESA, 2019. Emergence de la maladie de Carré dans les populations de carnivores sauvages (info SAGIR). <https://www.plateforme-esa.fr/fr/emergence-de-la-maladie-de-carre-dans-les-populations-de-carnivores-sauvages-info-sagir>. Page consultée le 27/07/2023.

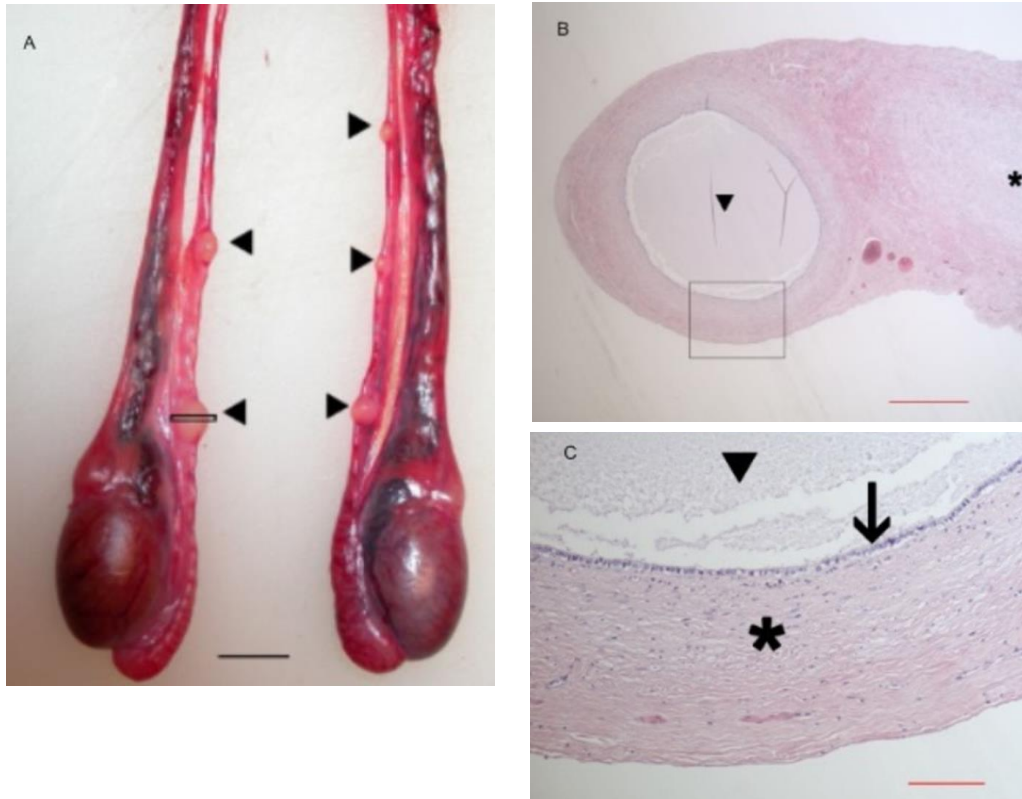
Plateforme ESA, 2022. Bilan de l'IAHP sur l'avifaune sauvage au 30 juin 2022. <https://www.plateforme-esa.fr/fr/bilan-de-liahp-sur-lavifaune-sauvage-en-france-au-30-juin-2022>. Page consultée le 25/07/2023

SFPEM 2021. Communiqué. [https://www.sfepm.org/sites/default/files/inline-files/CP\\_Loutre-07-06-2021-SFPEM-long.pdf](https://www.sfepm.org/sites/default/files/inline-files/CP_Loutre-07-06-2021-SFPEM-long.pdf)



## Annexe 7 : Diagnostic post-mortem de kystes des canaux déférents chez la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) mâle (d'après Roos & Agren 2013)

---



**A : Aspect anatomique des kystes des canaux déférents** (appareil génital mâle d'une loutre d'Europe : testicules, épидидymes et cordons spermatiques)

Les triangles désignent des kystes multiples attachés aux canaux déférents, présentés comme des vestiges de canaux de Müller. Le rectangle indique la coupe correspondant à la photo B. Le trait horizontal correspond à l'échelle d'1 cm.

**B : Aspect histologique général d'un kyste paracanalair** (coupe transversale, coloration H&E)

Structure typique d'un kyste, composé d'une lumière rempli d'un liquide (triangle), sans communication avec le canal déférent adjacent (astérisque). Le rectangle indique la zone de grossissement de la photo C. Le trait horizontal correspond à l'échelle d'1,5 mm.

**C : Aspect histologique de la paroi d'un kyste paracanalair** (grossissement de la photo B)

Paroi du kyste composée d'une capsule fibreuse (astérisque) tapissée côté interne d'une couche de cellules épithéliales (flèche). Le fluide luminal est histologiquement granuleux et acellulaire (triangle). Le trait horizontal correspond à l'échelle de 300  $\mu\text{m}$ .

Kystes de forme ronde à allongée (voire tubulaire), de 1 à 10 mm de longueur, unilatéraux ou bilatéraux. Les kystes multiples (jusqu'à 10 dénombrés) forment une rangée le long du canal déférent, soit adjacents les uns aux autres, soit séparés d'une distance variable parallèle au canal déférent. Ils contiennent un liquide clair aqueux. La structure des testicules et la production de sperme est normale à l'histologie.