

Evaluation de l'impact des loisirs aquatiques sur la loutre dans les Gorges de l'Hérault



**Projet d'appui à la gestion des milieux aquatiques du
bassin versant de l'Hérault afin de favoriser la
présence pérenne de la loutre d'Europe**

Janvier 2019

Titre : Evaluation de l'impact des loisirs aquatiques sur la loutre dans les Gorges de l'Hérault.

Rédaction : Nicolas Gaidet, CIRAD

Analyse des données : Nicolas Gaidet & Vladimir Grosbois, CIRAD

Illustrations cartographiques : Benjamin Cau, CIRAD

Collecte de données : Benjamin Cau & Nicolas Gaidet, CIRAD ; Tanguy Daufresne, INRA.

Citation recommandée : Gaidet N., Daufresne T., Cau B. 2019. Evaluation de l'impact des loisirs aquatiques sur la loutre dans les Gorges de l'Hérault. CIRAD, 28 pages.

Table des matières

Résumé.....	4
1. Introduction.....	5
1.1. Contexte	5
1.2. Objectif de l'étude.....	6
1.3. La loutre d'Europe	7
1.3.1 Une recolonisation en cours de ses anciens territoires	7
1.3.2 Le statut légal de protection	8
1.3.3 Les caractéristiques écologiques d'importance pour l'étude	8
1.4. Les activités de loisirs aquatiques	10
1.4.1 La baignade.....	11
1.4.2 Le canoë.....	13
1.4.3 La pêche.....	13
2. Méthodes	13
2.1. Les pièges photographiques (PP)	13
2.2. La zone d'étude et les caractéristiques des sites de suivis	14
2.3. La période d'étude	17
2.4. Le traitement et l'analyse des données	18
3. Résultats	20
3.1. Le bilan des détections.....	20
3.2. Les fréquences de passages de loutre.....	22
3.3. Les heures de passages de loutre.....	24
4. Conclusion	26
5. Références.....	27

Résumé

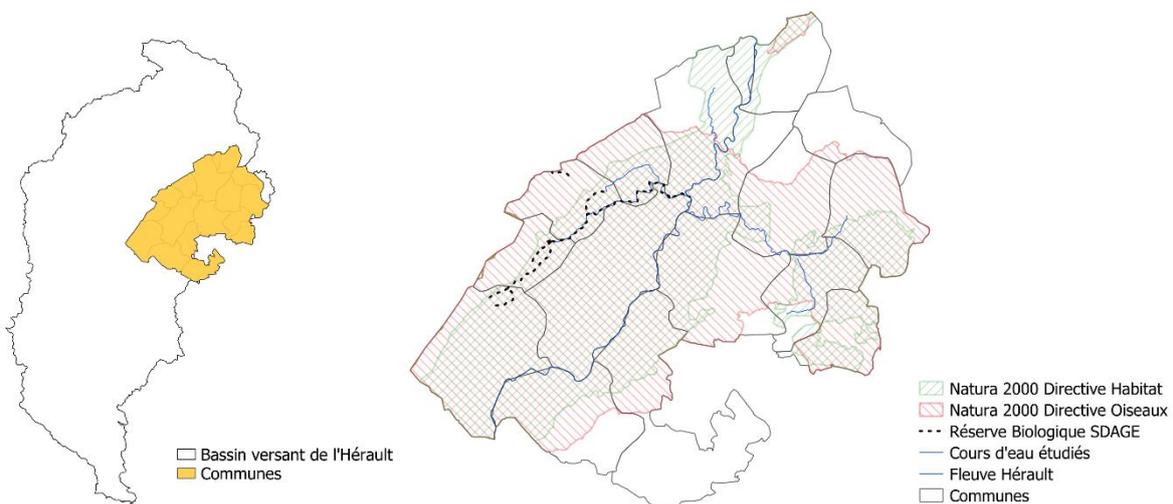
La loutre d'Europe est en pleine dynamique de recolonisation naturelle de ses anciens territoires dans la région Occitanie. Les activités de loisirs (baignade, canoë, bivouac), intenses en période estivale le long des cours d'eau de la région, et en particulier les Gorges de l'Hérault, peuvent constituer un dérangement pour cette espèce et une contrainte pour son installation pérenne. D'après une étude récente de la fréquentation touristique, ce sont plus de 120,000 baigneurs et plus de 130,000 passages de canoë qui sont enregistrés au cours de l'été le long de ces Gorges, avec sur certains secteurs un pic d'affluence de plus de 1000 canoës par jour. Dans cette étude, nous avons évalué l'impact des loisirs aquatiques sur la présence de la loutre dans les Gorges de l'Hérault. Ce projet a été réalisé et financé dans le cadre de l'appel à projet de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse en faveur de la biodiversité, lancé en 2017. Entre juin et septembre 2018, des pièges photographiques ont été déployés sur une 20^e de site (environ tous les 2 km le long de 40 km de cours d'eau) pour mesurer la fréquence et les heures de passage des loutres entre des zones et des périodes à forte et faible fréquentation de loisirs aquatiques. L'analyse des images enregistrées de plus de 350 passages de loutre révèle une forte hétérogénéité spatiale et temporelle : si la présence de la loutre a bien été détectée sur tous les secteurs suivis, les passages de loutre étaient en moyenne 3 à 4 fois moins fréquents dans les zones de baignade ou de canoë par rapport aux zones non utilisées par les loisirs aquatiques, et ces passages étaient 30% moins fréquents pendant la période d'afflux touristique (à partir de mi-juillet). Par ailleurs, une activité exclusivement nocturne a été enregistrée pour les loutres dans les zones fréquentées par les loisirs aquatiques tandis qu'une activité diurne a été régulièrement détectée (15% des passages) dans les zones non utilisées pour les loisirs aquatiques. Enfin, les passages de groupe familiaux de loutres (femelles suivies de juvéniles) ont été détectés pour la très grande majorité (85%) en zone de faible fréquentation touristique. Ces résultats indiquent que les activités de loisirs aquatiques sont un déterminant important de l'utilisation du milieu et du rythme d'activité de la loutre dans la zone d'étude. Cette étude souligne l'importance de maintenir des zones refuges de quiétude pour la loutre le long des cours d'eau du territoire pendant la période estivale de forte fréquentation touristique pour garantir le maintien d'une population pérenne de loutre dans cette zone.

1.2. Objectif de l'étude

Les activités de loisirs aquatiques (baignade, canoë, bivouac) sont intenses en période estivale le long du fleuve Hérault et de ses affluents. Une étude réalisée en 2016 sur la fréquentation touristique des Gorges de l'Hérault indique des fréquentations de plus de 125,000 baigneurs et plus de 130,000 passages de canoë enregistrés au cours de l'été, avec sur certains secteurs un pic d'affluence de 1000 canoës par jour en août (JED, 2016). Les effets de cette fréquentation touristique sur la faune locale, et en particulier sur des espèces dépendantes des milieux aquatiques telle que la loutre, n'ont pas été évalués.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact des activités de loisirs aquatiques sur la loutre, et de dégager des pistes de réflexion pour rendre compatible ces activités avec les exigences écologiques de la loutre. L'étude repose sur une évaluation du rythme d'activité et de la fréquentation des cours d'eau par la loutre. Ceux-ci sont estimés à partir des heures et fréquences de passage enregistrés grâce à des pièges photographiques positionnés sur des sites de marquage territorial de la loutre le long des cours d'eau. Lorsqu'elle est présente, la loutre marque en effet son territoire en déféquant régulièrement sur des sites choisis. Les pièges photographiques permettent de détecter et d'enregistrer automatiquement, et en continu de jour comme de nuit, des images du passage d'un animal. La visite de ces sites de marquage a ainsi été utilisée pour évaluer l'usage des différentes sections de rivière par la loutre.

L'étude propose une analyse comparative des heures et fréquences de passage des loutres entre des zones écologiquement comparables à forte et faible fréquentation touristique et entre des périodes à forte et faible fréquentation touristique (début, cœur et fin d'été). L'étude a été réalisée pendant l'été 2018 dans les Gorges de l'Hérault et ses affluents (Buèges, Lamalou, Avèze) (Figure 2).



1.3. La loutre d'Europe

1.3.1 Une recolonisation en cours de ses anciens territoires

La loutre d'Europe (*Lutra lutra*) est une espèce semi-aquatique, qui dépend fortement de la qualité des milieux aquatiques et des zones humides, en terme de disponibilité de ressources trophiques mais aussi de disponibilité des habitats nécessaires à son cycle de vie (zone de nourrissage, zone de gîte et de reproduction). Après avoir disparu de la majorité du territoire de France continentale, la loutre a progressivement recolonisé depuis le milieu des années 1980 une partie de ses anciens territoires de la moitié sud du pays, à partir des populations reliques de la façade atlantique et du Massif central (Figure 3). Toutefois ce mouvement de recolonisation est lent et fragile, en raison notamment du faible taux de reproduction de l'espèce et de la persistance de menaces (collisions avec des véhicules, dérangements, dégradation des milieux aquatiques) (Kuhn, 2016). La présence de zones tranquilles, en particulier pour les femelles avec leurs jeunes, est un facteur nécessaire à l'installation durable d'une population de loutre.

Dans la zone d'étude, la présence de la loutre a été détectée à partir du début des années 2000 dans les Gorges de l'Hérault (PNA, 2009), puis à partir de 2011 sur le bas de la Buèges, l'Avèze et le bas du Lamalou grâce à l'organisation de prospections systématiques (Meridionalis, 2012). Les prospections menées depuis 2014 par les membres de l'équipe du projet, ont permis de détecter la présence de la loutre sur des secteurs où sa présence n'avait pas été détectée jusqu'à 2012, en particulier depuis 2015 sur le haut de la Buèges et du Lamalou (jusqu'aux sources de ces deux rivières) et de leurs affluents (Boisseron, Patus, Ruisseaux de la plaine de Londres) (T. Daufresne, N. Gaidet comm. pers.). Ces informations indiquent que la loutre est en pleine recolonisation dans le bassin de l'Hérault. De plus, l'utilisation de pièges photographiques sur ces secteurs depuis 2015 a permis de mettre en évidence une reproduction locale (vidéos de femelles suivies de jeunes), attestant ainsi l'existence d'une installation permanente sur cette zone.

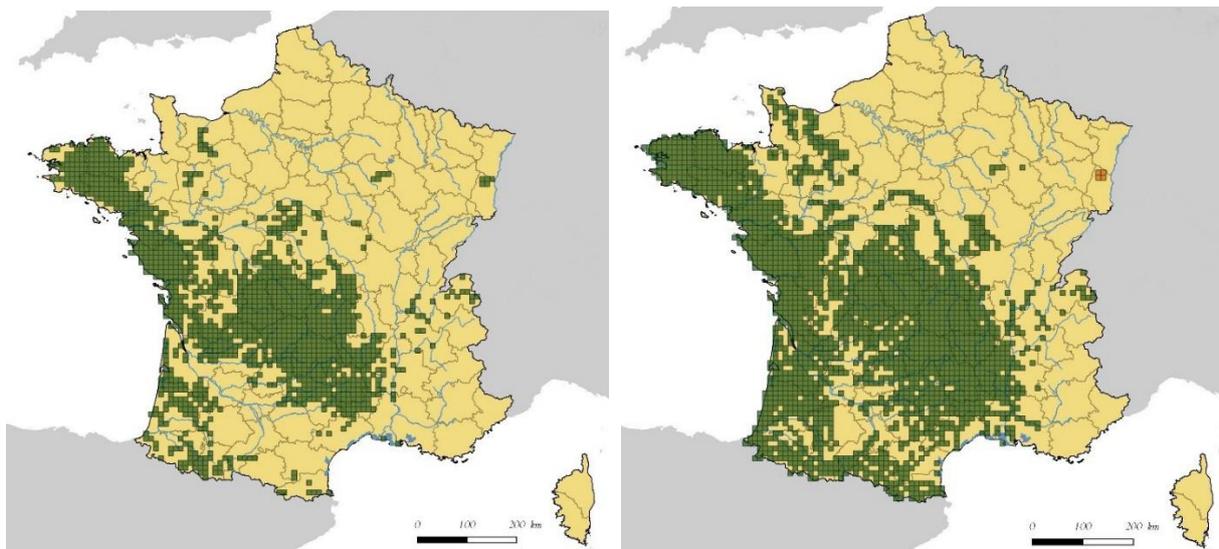


Figure 3. Evolution de la répartition de la Loutre en France entre 1999 -2007 (gauche) et 2007-2016 (droite). Source SFPEM 2018. (Kuhn et al., 2018)

1.3.2 Le statut légal de protection

Au niveau européen, la loutre est classée en annexe II (espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation) et IV (espèces d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte) de la Directive Habitats Faune Flore (Kuhn, 2009). A ce titre elle est prise en compte dans la désignation des sites Natura 2000 et l'élaboration des Documents d'Objectifs (DOCOB). L'état de conservation de ses populations doit faire l'objet d'un rapportage auprès de la commission européenne tous les 6 ans, d'où l'importance d'une connaissance fiable de la situation sur le territoire (PNA, 2016). L'espèce est aussi classée à l'Annexe II (espèces de faune strictement protégées) de la Convention de Berne (1979) sur la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe.

En France, la loutre est une espèce protégée (arrêté du 23 avril 2007). Sa chasse est interdite depuis 1972 et sa protection légale a été renforcée par la Loi sur la Protection de la Nature du 10 juillet 1976 (arrêté ministériel du 17 avril 1981). La destruction des individus et de ses habitats est interdite ou soumise à autorisation administrative sous certaines conditions strictes. En tant qu'espèce prioritaire de la SCAP (Stratégie nationale de Création des Aires Protégées), la Loutre est prise en compte dans la réflexion au sein des régions pour la création de nouveaux espaces protégés (réserves naturelles nationales ou régionales, arrêtés de protection de biotope, Espaces Naturels Sensibles, les Parcs Naturels Régionaux) (Kuhn, 2016).

1.3.3 Les caractéristiques écologiques d'importance pour l'étude

La loutre est une espèce solitaire et territoriale. Une partie des individus sont résidents sur un territoire qu'ils fréquentent tout au long de l'année. La taille de ces territoires, généralement très étendus, n'a été que rarement mesurée. Des suivis par télémétrie indiquent des tailles de territoires d'environ 20 km de cours d'eau pour les femelles et de 40 km pour les mâles (Table 1). Les loutres sont généralement très fidèles à leur territoire qu'elles utilisent pendant plusieurs années consécutives (Quaglietta, 2012). Les territoires des mâles englobent les territoires de plusieurs femelles, reproductrices ou non, mais les territoires entre individus du même sexe ne se superposent pas ou très peu (Hung et al., 2004 ; Quaglietta et al., 2014).

Les loutres sont nomades sur leur territoire. Elles fréquentent une section de ce territoire chaque jour, et revisitent certains secteurs plus fréquemment selon les saisons ou les périodes. Un suivi par télémétrie au Portugal indique que les loutres utilisent en moyenne 3.7 km par nuit de leur territoire annuel, et parcourent en moyenne une distance cumulée de 8.2 km par nuit incluant de nombreux aller-retours (Quaglietta, 2012). Les densités estimées le long de 160 km de cours d'eau au Portugal varient d'une loutre pour 3.7 à 7.8 km de rivière (une loutre adulte pour 7.1 à 14.4 km) (Quaglietta et al., 2015).

Une autre partie des individus de la population est erratique (jusqu'à 50% des individus, Hung et al., 2004). Ce sont généralement des jeunes individus sevrés en cours de dispersion ou des individus sub-adultes à la recherche d'un territoire. Ces individus « itinérants ou transients » ne sont généralement présents sur le cours d'eau que de manière temporaire. Ces mouvements de dispersion peuvent se faire sur de grande distance, et concernent principalement les mâles subadultes (Quaglietta et al., 2013 ; Pagacz, 2016).

Table 1. Moyenne des tailles de territoire de loutre mesurés par télémétrie en Europe (estimée en longueur de linéaire de cours d'eau).

Région	Territoire (N indiv. suivis)		Référence
	Mâle	Femelle	
Ecosse	39 km (n=6)	19 km (n=10)	Kruuk, 2006
SE Portugal	39 km (n=9)	17 km (n=7)	Quaglietta, 2012
NE Espagne	34 km (n=3)	25 km (n=1)	Ruiz-Olmo et al., 2007

Les suivis individuels de loutre par télémétrie ou analyses génétiques suggèrent un renouvellement relativement rapide de la population sur un espace donné, avec un comportement de dispersion spatiale et de colonisation plus important chez les mâles que chez les femelles (Pigneur et al., 2018). Ces études révèlent en effet que les jeunes femelles tendent à s'établir à proximité du territoire sur lequel elles sont nées, à l'inverse des jeunes mâles qui sont chassés du territoire sur lequel ils sont nés et explorent des habitats parfois très éloignés. L'espérance de vie est faible chez la Loutre, les femelles vivant en moyenne 3,2 ans et 3,0 ans pour les mâles (Kruuk, 2006). Ainsi chaque année, environ un tiers des femelles d'une population disparaît, ce qui libère autant de territoires. Une partie des femelles nées dans la population participe au roulement de la population, ce qui limite la capacité d'expansion de l'espèce (Pigneur et al., 2018).

La loutre montre une grande plasticité en termes de d'utilisation de l'habitat, et utilise des cours d'eau de toute taille. Selon les zones d'étude et les contextes écologiques, une préférence pour les cours d'eau de petite taille ou à l'inverse pour les cours d'eau de grande taille ou plus profond a été observée (Kuhn et Jacques, 2011).

La loutre a un rythme d'activité variable selon les régions. Dans de nombreux secteurs côtiers Européens (iles britanniques, Irlande, Norvège) elle est majoritairement diurne. En France, en revanche, elle est généralement nocturne, probablement en réponse au dérangement humain. Dans la zone d'étude, des observations en plein jours ont été réalisées à plusieurs reprises ces dernières années (N. Gaidet, pers. com. ; A. Meunier, pers. com.).

La loutre marque son territoire en déposant des crottes (appelées « épreintes »), de l'urine et/ou des sécrétions anales, qui sont déposées à des endroits stratégiques pour signaler sa présence à ses congénères. Ces sites de marquages se trouvent principalement le long des rives, généralement au niveau de points proéminents (rochers nus et saillants, troncs) et de rupture dans la continuité de « son » paysage (confluences, rapides, ponts, verrous). Ses sites de marquage sont visités de manière répétée (jusqu'à plusieurs fois par semaines) par les différentes loutres qui fréquentent le cours d'eau. Les animaux déposent à chacune de leur visite un marquage qui reste visible pendant plusieurs semaines. Ce type de marquage très caractéristique (les épreintes contiennent généralement des restes de proies consommées dont des arrêtes de poissons, des carapaces d'écrevisses, des os d'amphibiens) ne présente pas de problème d'identification.

La fréquence de ce marquage varie selon les saisons, et est généralement moins important en été (Kuhn et Jacques, 2011 ; N. Gaidet, comm. pers.). Le site de marquage est généralement fixe et utilisé communément tout au long de l'année, pendant plusieurs années consécutives (N. Gaidet, comm. pers.). Toutefois, les variations importantes du niveau de l'eau amènent la loutre à désertier et déplacer

temporairement ses sites de marquages traditionnels, lorsque ceux-ci se retrouvent immergés ou au contraire éloignés du lit mineur du cours d'eau.

Les autres signes de présence sont rares dans la zone d'étude : les empreintes (traces) ou les coulées dans la végétation sont rares dans cette zone dominée par un substrat rocheux ; les restes de proies (restes de poissons, peaux de crapauds) sont détectés seulement dans de rares occasions.

La composition de son régime alimentaire varie selon les régions et les saisons. En zone méditerranéenne, il est constitué en majorité de poissons (60%), et en moindre proportion d'écrevisses et d'amphibiens (Clavero et al., 2003). Dans certains contextes, les amphibiens et les oiseaux peuvent représenter une part importante du régime alimentaire (29% et 26% respectivement dans des lacs du nord de la Grèce) (Karamanlidis et al., 2014).

Les loutres utilisent divers gîtes de repos, à la fois des cavités dans les berges ou en bordure des cours d'eau (terriers d'autres animaux, éboulis rocheux, embâcles, racines ou constructions artificielles) ou des couches à l'air libre (zones de sous-bois impénétrable tels que les ronciers). La densité en site de repos potentiels est un facteur prépondérant de tolérance au dérangement d'origine anthropique (Kuhn et Jacques, 2011). Les gîtes de mise bas (catiche) sont des sites spécifiques, généralement bien cachés, qui ne sont pas forcément situés près de l'eau, et autour duquel les jeunes resteront cantonnés pendant leurs premiers mois. A la différence de nombreuses espèces des zones tempérées, sa reproduction n'est pas saisonnière, et semble possible toute l'année. Après une gestation de 2 mois, la femelle met au monde 1 à 3 petits qui resteront à ses côtés jusqu'à leur émancipation à l'âge de 8 à 12 mois (Kuhn et Jacques, 2011).

1.4. Les activités de loisirs aquatiques

L'importance de la fréquentation touristique le long du fleuve Hérault et de ses affluents constitue une préoccupation majeure pour de nombreux acteurs du territoire, à la fois pour des questions de gestion des aménagements, de l'accessibilité, de la gestion des nuisances et de la sécurité autour des différentes pratiques (JED, 2010 ; JED, 2016). De façon générale, les sites fréquentés font l'objet de fortes nuisances et d'incivilités régulières, dont les déchets en bord de route, sur les aires de stationnement, dans les rochers, les toilettes sauvages sur les berges, les rassemblements nocturnes bruyants, le camping sauvage.

Deux études ont été réalisées en 2010 et 2016 dans les Gorges de l'Hérault pour caractériser cette fréquentation touristique, en terme de volume et de distribution spatiale et saisonnière, à la fois pour les activités de baignade et de randonnée nautique (canoë-kayak) (JED, 2010 ; JED, 2016).

Dans le cadre de cette étude nous avons 1) compilé les données existantes sur la fréquentation touristique dans les Gorges de l'Hérault, et 2) collecté des informations complémentaires lors du travail de terrain sur les affluents de l'Hérault (Lamalou, Buèges) non couverts par les études précédentes (Figure 4).

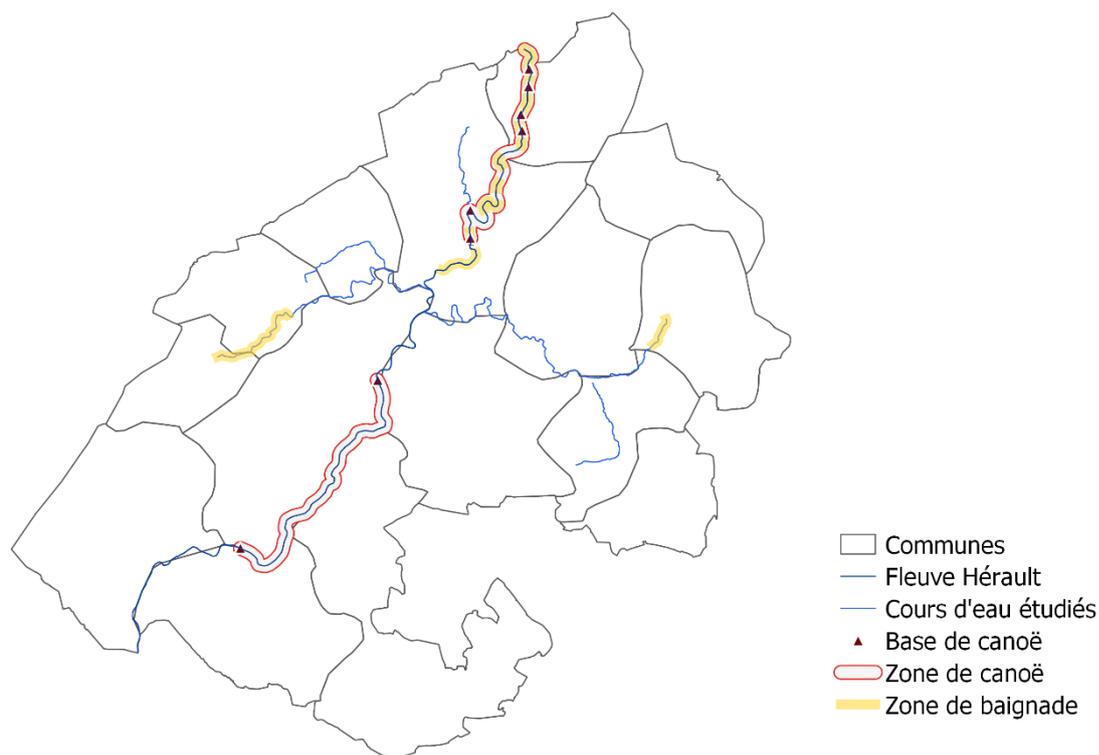


Figure 4. Répartition des activités de baignade et de canoë le long des cours d'eau de la zone d'étude

1.4.1 La baignade

Deux secteurs des Gorges de l'Hérault, l'un de Ganges à Brissac et l'autre du barrage de la Combe du Cor au Pont du Diable, sont les plus fréquentés pour les activités de baignade. Les sites de St Etienne d'Issensac qui s'étend à l'amont et à l'aval du Pont de St Etienne d'Issensac et celui du Pont du Diable en aval de Saint-Guilhem-le-Désert ont la notoriété et la fréquentation la plus importante de la zone d'étude.

Les principales zones de baignade dans la zone d'étude et leur pic de fréquentation ont été mesurés lors de comptages en juillet – août 2010 (secteur amont) et en juillet – août 2016 (secteur médian et aval) (JED, 2010 ; JED, 2016) (Table 2).

Sur le Lamalou, nous avons noté deux zones de baignade et de loisir, l'une localisée près de la source (sur environ 300 m), et l'autre au niveau du Mas sur Rouet, dans une « piscine » naturelle sous la cascade. Une fréquentation journalière maximum d'une 20^e de personne a été enregistrée sur le 1^{er} site et de d'une 10^e de personne sur le 2^e site.

Sur la Buèges, la zone s'étendant de la source jusqu'à environ 500m en aval de Saint Jean de Buèges est utilisée abondamment (surtout les week-end) pour la baignade, le piquenique et autre activités de loisir. La fréquentation journalière maximum sur ce tronçon est estimée à une 100^e de personnes.

Table 2. Pic de fréquentation journalier en juillet-août sur les principaux sites de baignade des Gorges de l’Hérault (source : JED, 2010 et JED, 2016).

Site	Pic de fréquentation journalière moyen en juillet-août ¹ (Nb personnes)
Gorges entre Laroque et St Bauzille	190
Base CPN	120
Plage de St Bauzille de Putois	139
Domaines départemental du Moulin Neuf	30
Parc de Brissac ²	40
St Etienne d'Issensac	410
Pont de St Etienne d'Issensac	380
Barrage de Moulin Bertrand	68
Barrage de la Combe du Cor	109
Les cabanes	407
Barrage De Belbezet	143
Gorges de Saint-Guilhem-le-Désert	233
Pont du Diable	406

Table 3. Fréquentation des différents parcours de canoë le long des secteurs amont, médian et aval des Gorges de l’Hérault.

Parcours	Fréquentation journalière moyenne en août (Nb personnes)	% du total annuel de séquences journalières
Secteur amont	1006	60,8
Pont de Ganges - Barrage de la Vernède	322	18,9
Laroque - Barrage de la Vernède	684	32,4
St Bauzille - Barrage de la Vernède		9,6
Secteur médian	778	35,1
Barrage de Moulin Bertrand – Barrage de Belbezet	411	18,6
Barrage de Moulin Bertrand – Barrage de la Combe du Cor	367	16,6
Secteur aval	76	3,9
Boucles autour de Saint-Guilhem-le-Désert	43	3,1
Pont du Diable - Barrage de la Meuse	33	0,8

¹ Mesuré en tant que fréquentation instantanée en nombre de personnes.

² Ce site n’est pas un site de baignade mais un parc urbain le long des berges de l’Avèze (site ombragée de promenade, détente, piquenique)

1.4.2 Le canoë

Selon une étude de 2016, la fréquentation annuelle totale représente plus de 130,000 séquences journalières de canoë – kayak pour l'ensemble du linéaire de l'Hérault, de Ganges jusqu'au Barrage de la Meuse, distribuées sur les différents parcours proposés par les différentes structures (JED, 2016) (Figure 4). La très grande majorité de la pratique (86% des séquences journalières) concerne des locations (faible fréquentation autonome même si celle-ci semble être en augmentation). La pratique se concentre entre 10 heures et 18 heures. La fréquentation est très saisonnière, principalement concentrée au cœur de l'été : 42% des séquences journalières en Août, 26% en juillet, 10% en juin, 6% en septembre, et 15% pour le reste de l'année. Le parcours le plus fréquenté - un tiers des séquences journalières de l'année - s'étend de Laroque à Brissac (Barrage de la Vernède) (Table 3).

1.4.3 La pêche

La fréquentation par les pêcheurs, difficilement quantifiable du fait que cette pratique se fait de manière dispersée et le plus souvent en solitaire, n'a pas fait l'objet d'une évaluation et d'une cartographie sur la zone d'étude. La pratique de la pêche est possible toute l'année sur les cours d'eau de 2ème catégorie (l'Hérault, le bas Lamalou), et seulement de mars à septembre sur les secteurs classés 1ère catégorie (la Buèges, l'Avèze, le haut Lamalou en amont du Rec du Patu). Une réserve de pêche est en place sur le haut Lamalou (sur 1,6 km de la source au Mas du Rouet), ainsi que sur le Garrel – affluent de la Buèges (sur 500m de la source au Pont de la route de Ganges, à Saint Jean de Buèges).

La zone d'étude ne représente pas un intérêt spécifique pour la pratique de la pêche (pas de parcours fédéral, pas de compétitions, pas de projet inscrit au Plan Départemental de Promotion du Loisirs Pêche) mais constituent néanmoins le lieu de pratique régulière pour plus de 1000 pratiquants (JED, 2010). Il n'existe pas de sites spécifiques identifiés pour la pratique, l'ensemble du cours d'eau étant par principe pratiqué. Selon les types de pêche, la pratique peut se réaliser depuis les berges, en marchant dans l'eau ou depuis une embarcation. L'accès aux berges et la richesse de la ressource représentent des enjeux déterminants pour cette activité.

2. Méthodes

2.1. Les pièges photographiques (PP)

Un total de 21 pièges photographiques (modèle Browning Extreme SpecOps Full HD Video) ont été utilisés (Figure 5). Chaque piège était équipé d'une carte SD de 16Go, de piles au lithium et d'un câble antivol Python. Chaque piège a été programmé pour enregistrer des vidéos de 20 secondes (durée maximum des vidéos de nuit sur ce modèle) en haute résolution.

Les PP ont été relevés environ toutes les deux semaines au cours de la période d'étude afin de vérifier leur bon fonctionnement, collecter les images acquises et vider les cartes mémoires. Le relevé des PP a été réalisé à pied ou en canoë selon l'accessibilité des sites.

Au cours de l'étude, deux PP ont été volés malgré le câble antivol (fin août dans les deux cas). Sur deux autres PP, les cartes SD ont été volées, le câble antivol ne bloquant pas la trappe d'accès à la carte.



Figure 5. Piège photographique utilisé pour l'étude.

2.2. La zone d'étude et les caractéristiques des sites de suivis

La zone d'étude comprenait le cours de l'Hérault entre Saint-Bauzille-de-Putois et le barrage de la Combe du Cor, le Lamalou (de la source à la confluence), la Buèges (de la source à la confluence), l'Avèze, le Patus (affluent du haut Lamalou) et le Boisseron (affluent du milieu de la Buèges) (Figure 6).

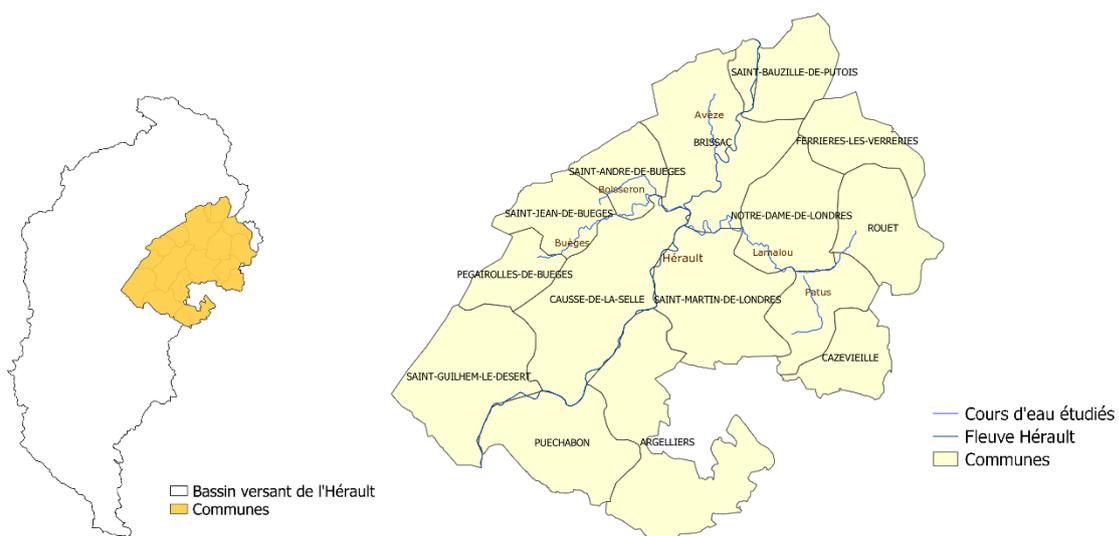


Figure 6. Localisation de la zone d'étude et des cours d'eau suivis dans le bassin versant de l'Hérault.

Les prospections régulières effectuées depuis plusieurs années par l'équipe du projet sur une bonne partie de la zone d'étude, et la connaissance de sites de marquages réguliers sur plusieurs tronçons de cours d'eau, ont facilité le choix des sites de suivis pour une partie du linéaire de cours d'eau. Des prospections complémentaires à pied et en canoë ont été réalisées à partir du mois de mai et pendant les premières semaines de l'étude pour identifier et sélectionner les sites de suivis sur les autres tronçons.

Les secteurs des sites de suivis ont tout d'abord été choisi pour couvrir l'ensemble du réseau de cours d'eau de la zone d'étude, en évitant 1) les zones d'assèchement rapide en été (zone centrale du Lamalou et de la Buèges où le cours d'eau s'assèche par infiltration, Figure 7) et 2) les zones de fortes fréquentation de baigneurs/randonneurs/campeurs pour réduire les risques de vol ou dégradation des PP (les Gorges de l'Hérault en amont de Saint Bauzille et en aval de la Combe du Cor, 500m en amont et 1km aval du pont d'Issensac ; autour de saint Jean de Buèges, et au ravin des Arcs sur le Lamalou). Les secteurs ont ensuite été sélectionnés tous les 2 km environ, dans la mesure du possible, afin de couvrir les 40 km de linéaire restant.

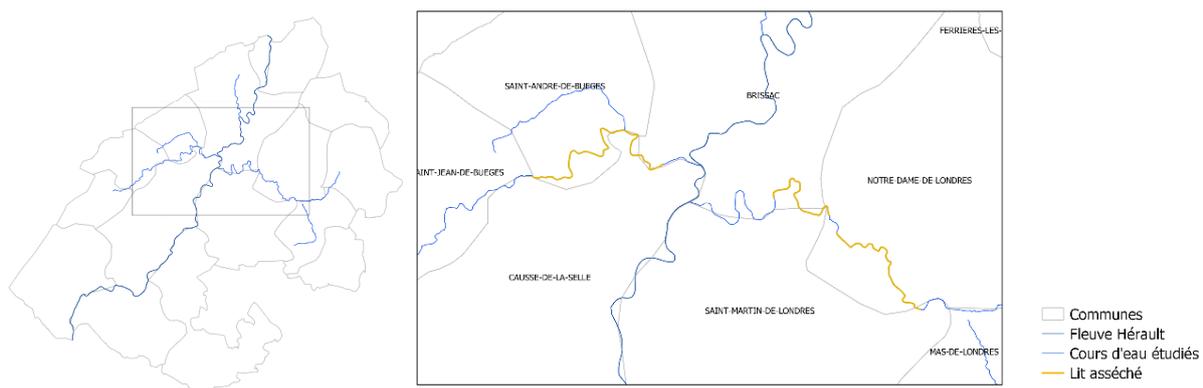


Figure 7. Distribution des tronçons de rivière en eau à la mi-juin (à gauche) et des tronçons asséchés (à droite) à partir de début-juillet (Lamalou) et de fin-juillet (Buèges).

L'identification et la sélection des sites précis de suivis sur chaque secteur (Figure 8) ont ensuite été fait selon les critères suivants :

- Site correspondant à un point proéminent le long du cours d'eau (rochers nus et saillants, troncs), si possible au niveau d'un point de rupture dans la continuité du linéaire du cours d'eau (confluence, rapide, verrou).
- Présence d'épreintes et autres signes de marquage sur le site.
- Site difficilement accessible et peu visible pour réduire les risques de vol ou de dégradation du piège.

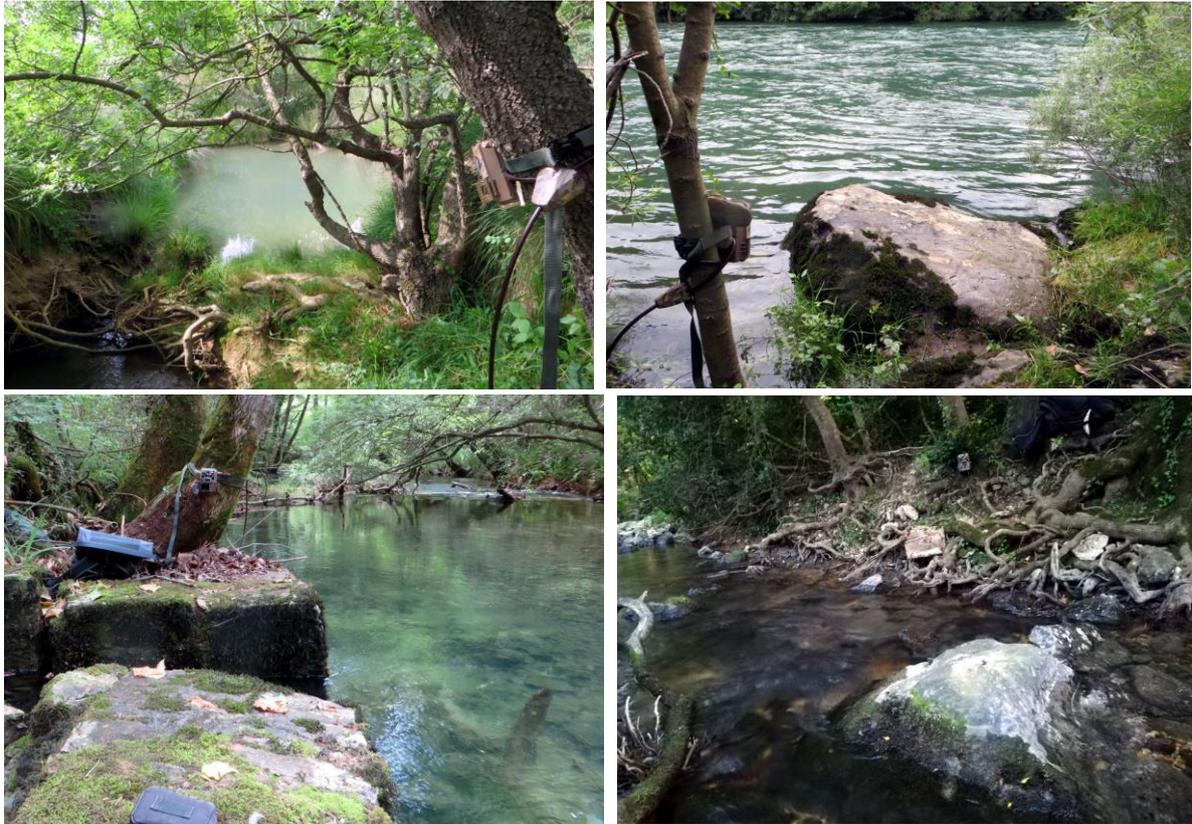


Figure 8. Exemples de site de suivis équipés de pièges photographiques pour la détection de passage de loutre.

Un total de 21 site de suivis a été retenu pour le positionnement des PP (Figure 9). Chaque PP a été orienté pour que le champ de l'objectif couvre toute la surface de la zone de marquage, tout en évitant les zones de végétation et/ou d'eau mobile pour éviter au maximum les faux déclenchements (entraînant une saturation rapide de la carte SD).

Sur chaque site de suivis plusieurs variables hydro-morphologiques (vitesse du courant, largeur et profondeur de l'eau) ont été mesurées pour caractériser le cours d'eau. La vitesse moyenne du courant a été évaluée en mesurant la vitesse de déplacement d'un bâton positionné au milieu du lit à la surface de l'eau (3 répétitions). Le niveau d'eau (hauteur) et la largeur du lit mineur ont été évaluée à partir de la profondeur et de la largeur moyenne d'eau sur un tronçon s'étendant sur 50 mètres en amont et en aval du site. Toutes les mesures ont été réalisées en début (début juillet) et milieu de période d'étude (fin août).

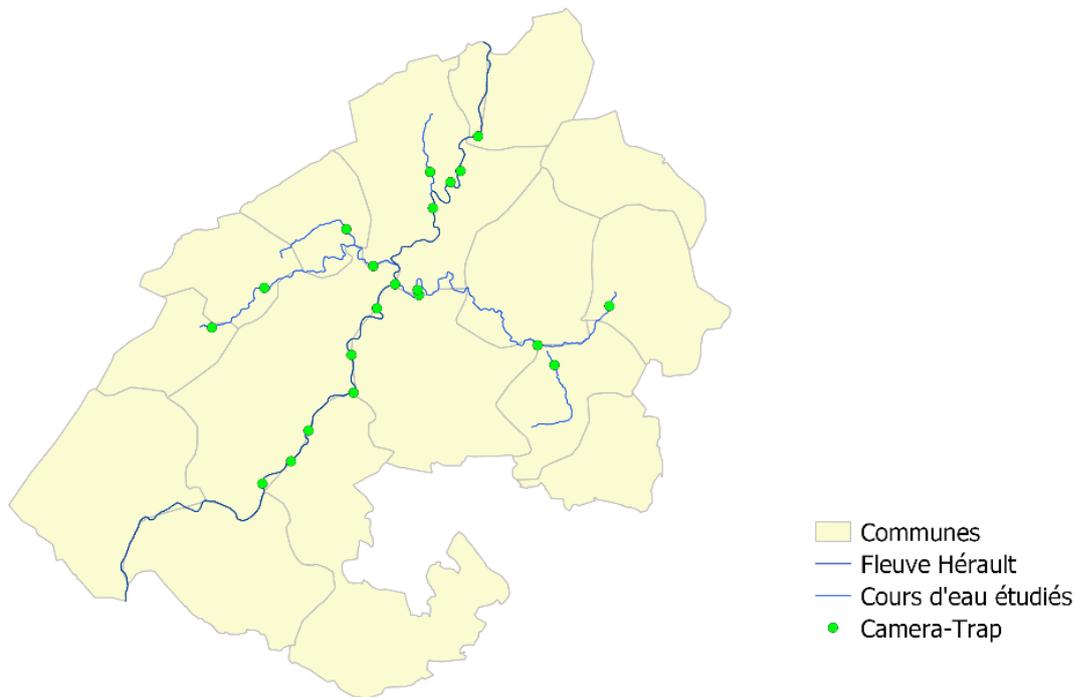


Figure 9. Distribution des sites de suivis équipés de PP le long de cours d'eau de la zone d'étude

2.3. La période d'étude

Les PP ont été positionnés et les données collectées entre début juin et fin septembre 2018 afin de couvrir la période de forte fréquentation touristique (15 juillet-15 août) et les périodes écologiquement comparables de moindre fréquentation (15 juin-15 juillet et 15 août-15 septembre). Les PP ont été placés progressivement à partir du 2 juin et retiré à partir du 16 septembre jusqu'au 2 octobre (Figure 10). Les fortes pluies survenues jusqu'à fin mai ont contraint la pose des PP en début d'étude. En effet, le très haut niveau d'eau des cours d'eau et le lessivage des sites de marquage utilisés par la loutre ont été des contraintes majeures pour identifier et sélectionner les sites de pose de PP en début d'étude. Par ailleurs, les prévisions de pluies abondantes annoncées à partir de la mi-septembre ont conduit à retirer les PP localisés sur les sections de cours d'eau à risque de forte crue.

Les pièges sont restés pour la plupart en place sur le même site pendant toute la durée de l'étude. Deux pièges ont aussi dû être déplacés au cours de l'étude suite au vol de la carte SD, d'autres ont été déplacés suite à l'assèchement complet du lit de rivière. Tous les pièges n'ont pas fonctionné pendant toute la période (dysfonctionnement du piège, carte SD pleine suite à de trop nombreux faux déclenchements, carte SD ou piège volé). Au final les pièges ont fonctionné pour un total cumulé de 1883 jours pendant la période d'étude, soit entre 19 et 21 pièges actifs simultanément entre mi-juin et mi-septembre (Figure 10).

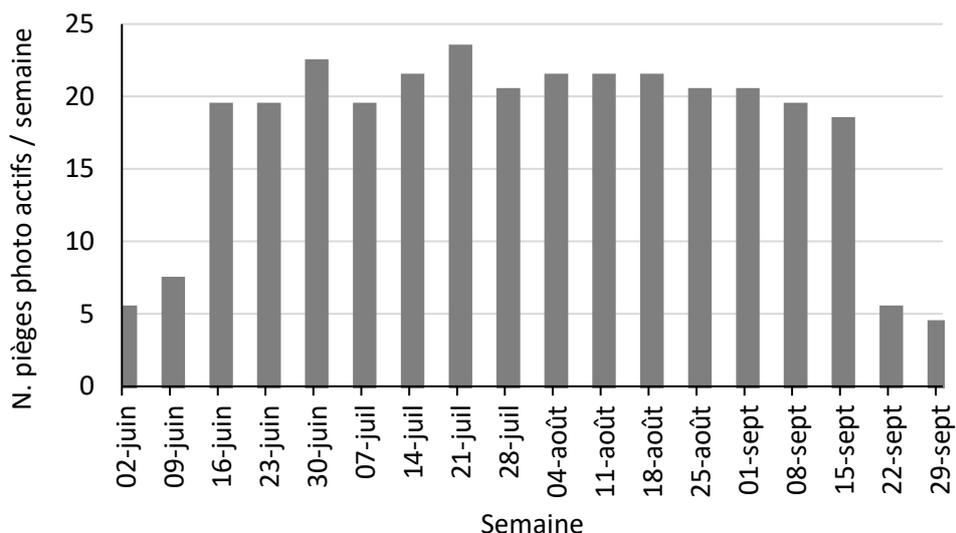


Figure 10. Nombre total de pièges photographiques actifs par semaine pendant la période d'étude.

2.4. Le traitement et l'analyse des données

Les vidéos enregistrées par chaque PP ont été toutes visionnées pour valider le passage d'un animal (ou écarter les faux déclenchements) et identifier l'espèce. Les vidéos d'une même espèce enregistrées à plus de 10 minutes d'intervalle ont été considérées comme des événements de passage distincts. L'espèce, le nombre d'individus, la date et l'heure de passage ont été saisies dans une base de données. Le passage de plusieurs individus simultanément (femelle suivie de jeunes par exemple) a été considéré comme un événement de passage unique pour l'analyse. L'absence de marques distinctives sur le pelage des loutres ne permet pas l'identification individuelle dans la plupart des cas. Une attention particulière a toutefois été portée à la recherche de caractéristiques physiques particulières permettant l'identification d'individus lors du visionnage des vidéos de loutre.

Un pas de temps journalier a été considéré pour l'analyse, défini comme l'intervalle entre l'heure de midi de deux jours consécutifs afin de couvrir chaque nuit en entier. Le nombre de jours pendant lesquels chaque site de suivis était opérationnel (présence d'un PP actif) a été comptabilisé. Le nombre de passages de loutre a ensuite été calculé pour chaque site de suivis pour chaque pas de temps journalier. Les passages de loutre ont été classés en passage nocturne ou diurne. Un passage a été classé comme « diurne » lorsqu'il a été enregistré entre l'heure de lever et l'heure de coucher du soleil, excluant ainsi les périodes d'aurore et de crépuscule.

Les valeurs des variables hydro-morphologiques mesurées (vitesse du courant, largeur et profondeur de l'eau) ont été catégorisées en classe a posteriori afin d'avoir une répartition relativement homogène du nombre de jours de PP actif par classe (Table 4). Chaque site a également été classé par catégorie de fréquentation touristique. Celles-ci ont été évaluées à partir des données de répartition des zones de baignade et de parcours de canoë sur la zone d'étude mesure (Figure 4) et de l'intensité de ces activités en termes de volume et de durée de fréquentation (Table 5). Enfin, la période d'étude a été segmentée en 6 classes distinctes, définie afin d'avoir une répartition relativement homogène du nombre de jours de PP actif par classe et permettant la comparaison entre périodes d'intensité de fréquentation touristique distinctes (Table 6).

Table 4. Liste des variables hydro-morphologiques évaluées et répartition du nombre de jours de PP actif par classe.

Variables hydro-morphologiques	Classes	Valeur	N. jours de PP actif
Vitesse du courant	1	< 0.05 m/s	428
	2	0.15-0.25 m/s	449
	3	0.4-0.8 m/s	639
	4	1-2 m/s	367
Hauteur d'eau	1	0 – 0.25 m	433
	2	0.25 – 0.5 m	535
	3	0.5 – 2 m	578
	4	> 2 m	337
Lit mineur	1	< 5 m	428
	2	5 -10 m	592
	3	10 – 20 m	529
	4	20 – 50 m	334

Table 5. Caractérisation des classes d'intensité de fréquentation touristique et répartition du nombre de jours de PP actif par classe.

Fréquence des activités de loisirs aquatiques	Classes	Intensité	Description	Localisation	N. jours de PP actif
	1	Nulle à faible	Passages rares de randonneurs	Haut et bas Lamalou, Patus, bas Buèges, Boisseron, l'Hérault entre la confluence avec la Buèges et le barrage de Moulin Bertrand	813
	2	Modérée	Fréquentation régulière de baigneurs, en nombre limité, surtout en journée et le week-end	Haut Buèges, Source du Lamalou, Avèze	392
	3	Intense	Fréquentation forte de canoë, essentiellement en journée	Gorge de l'Hérault du moulin Bertrand au Barrage de la Combe du Cor	360
	4	Très intense	Fréquentation très forte de canoë, de baigneurs et bivouac de nuit régulier	Gorge de l'Hérault, de Saint Bauzille à St Etienne d'Issensac	318

Table 6. Classes de la période d'étude et répartition du nombre de jours de PP actif par classe.

Périodes	Dates	N. jours de PP actif
1	2 juin - 15 juillet	564
2	16 juillet - 15 août	618
3	16 août - 1 octobre	701

L'analyse des variations du nombre de passages de loutre entre sites et périodes a été réalisée à partir d'une analyse multivariée afin de tenir compte des sources variations multiples de la probabilité de passage de loutres sur chaque site de suivis. Il s'agit ainsi de comparer la fréquence des passages de loutre entre des sites situés en zone de plus ou moins forte fréquentation touristique tout en tenant compte des caractéristiques hydro-morphologiques du cours d'eau et de la période (début, milieu ou fin de saison touristique). Un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM) a été utilisé pour tenir compte de l'effet de pseudo-réplication associé au fait que la plupart des sites ont été suivis pendant plusieurs périodes d'études successives (l'identité du site de suivis a ainsi été incluse comme facteur d'effets aléatoires dans le modèle).

Un modèle³ a été construit pour estimer le nombre de passage journalier de loutre sur un site en tenant compte des caractéristiques du site (variables hydro-morphologiques, variable fréquentation touristique), de la période de suivis, tout en tenant compte du nombre de jours de suivis (PP actif) par site et d'un effet aléatoire sur le site de suivis (effet pseudo-réplication) :

$$\text{Nombre de passages de loutre} \sim \text{variable hydro-morphologique} + \text{fréquentation touristique} + \text{période d'étude} + \text{offset}(\log(\text{nombre de jours de PP actif par période})) + (1|\text{Identifiant du PP})$$

Différents modèles ont été testés, incluant les différentes combinaisons de variables et leurs interactions. Les variables hydro-morphologiques fortement associées entre elles ont été testés successivement dans les modèles afin d'éviter de les ajouter simultanément dans le modèle. La sélection des modèles a été faite selon le critère d'AIC. Les valeurs de probabilité de passage de loutre par site et période de suivis ont été estimées à partir du modèle retenu.

3. Résultats

3.1. Le bilan des détections

La loutre est l'espèce pour laquelle le plus grand nombre de passages ont été enregistrés par les PP pendant l'étude, avec au total 354 passages de loutre (Table 7). Quatorze autres espèces de mammifères ont été détectées au total. Les plus fréquentes étaient la fouine, le mulot sylvestre, le sanglier, le renard, le ragondin et la genette (présence détectée sur au moins 2/3 des sites de suivi, avec plus de 140 passages enregistrés au total pour chaque espèce). Des mammifères domestiques ont également été détectés, principalement des chiens de chasse ou de promeneurs (mais aussi des chats, une vache, une chèvre et un lama...).

Rappelons que la surface de détection des pièges photographiques est de l'ordre de quelques mètres carrés. La dominance des passages de loutres sur les vidéos enregistrées est liée au choix des sites de suivis ciblant des sites de marquage de cette espèce, et ne reflète pas une dominance de cette espèce dans le milieu.

³ La fonction `gmler` pour modèle mixte a été utilisée avec le logiciel R d'analyse statistique.

Table 7. Liste des espèces de mammifères détectés lors de l'étude, ainsi que le nombre de sites de suivi où leur présence a été détectée et le nombre total de passages enregistrés.

Espèce	Nombre de site de suivis	Nombre de passages enregistrés
Loutre	21	354
Mulot sylvestre	19	304
Renard	19	283
Fouine	18	312
Sanglier	17	288
Genette	17	143
Ragondin	13	158
Belette	10	28
Chevreuil	9	18
Ecureuil	7	32
Blaireau	7	25
Rat noir	3	10
Musaraigne sp.	2	2
Castor	1	20
Lapin	1	10

Une très grande majorité des passages de loutre enregistrés ($n=319$, soit 90%) concernait un seul individu, alors que des passages de groupes de deux ($n=25$, 7%) ou trois individus ($n=10$, 3%) étaient beaucoup plus rares (Figure 12). Ces derniers ont été identifiés dans la plupart des cas comme des femelles suivies de juvéniles âgés aux vues de la taille des individus. La plupart de ces passages de groupe familiaux de loutre (30 sur 35, soit 85%) ont été enregistrés sur des sites classés en zone de faible fréquentation touristique (classe 1) (Figure 11).

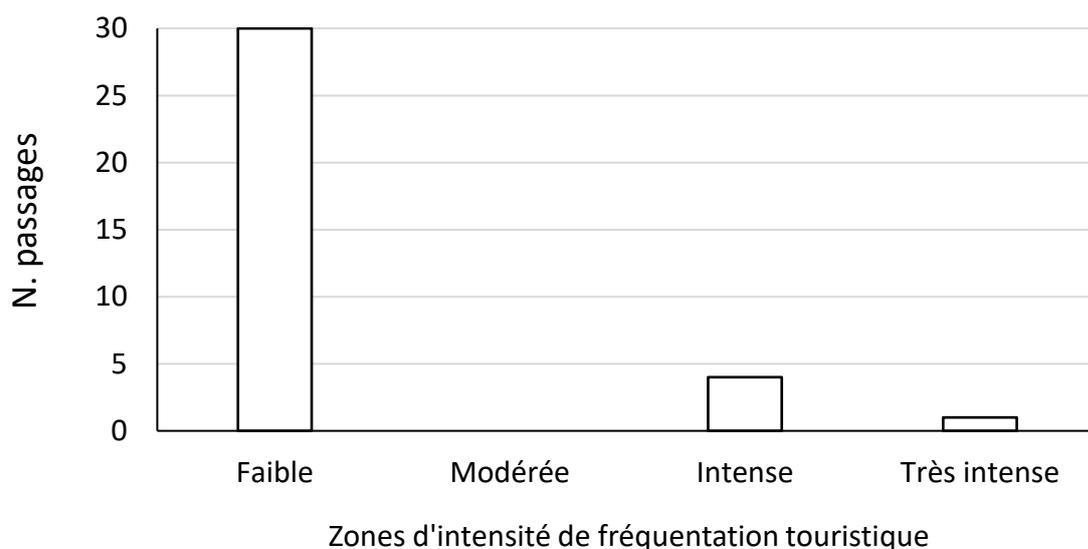


Figure 11. Répartition des passages de groupe familiaux de loutre par zone d'intensité de fréquentation touristique.

Un individu présentant des caractéristiques physiques distinctes (pointe de la queue coudée, blanchâtre et bifide) a pu être identifié à plusieurs reprises. Il a été identifié lors de 15 passages pendant toute la période d'étude (première détection le 13 juin, dernière détection le 10 septembre), sur 5 sites distincts distribués le long d'un linéaire de 12 km.



Figure 12. Exemples d'images de passage de loutre extraites des vidéos enregistrées par les PP sur les sites de suivis.

3.2. Les fréquences de passages de loutre

Un passage de loutre a été enregistré en moyenne approximativement tous les 5 jours par site de suivis pour l'ensemble de la période et des sites d'étude (total cumulé de 1883 jours de suivis pour

tous les pièges). Au moins un passage de loutre a été détecté sur chaque site de suivis actif pendant au moins deux semaines (à l'exception d'un site sur le haut de l'Hérault).

La procédure de construction et de sélection des modèles alternatifs testés a conduit à retenir le modèle contenant trois variables significatives pour expliquer les variations du nombre de passages de loutre entre site et période de suivis : la période ($p=0.003$), la fréquentation touristique ($p=0.014$) et la hauteur d'eau ($p=0.007$). Aucune différence significative n'a été détectée entre le nombre de passages estimés entre les sites de fréquentation touristique 3 (intense) et 4 (très intense). Ces deux classes ont été regroupées dans l'analyse.

Ces résultats indiquent que la fréquence de passage de loutre varie significativement entre les périodes de suivis, entre les zones de plus ou moins forte fréquentation touristique et selon la hauteur du cours d'eau au niveau du site de suivis. En d'autres termes, le nombre de passages estimé est en moyenne 3 à 4 fois plus faible dans les zones de fréquentation touristique modérée ou intense par rapport aux zones de faible fréquentation touristique (Figure 13). La fréquence de passage est également environ 30% plus faible à partir de la mi-juillet par rapport à la période précédant l'afflux touristique (début juin à mi-juillet). La comparaison des modèles incluant successivement chacune des trois variables hydro-morphologiques indique que la hauteur d'eau explique le mieux les variations du nombre de passage de loutre entre site que la largeur du lit de la rivière ou la vitesse du courant. Une fréquence de passage plus importante a été observée dans les sites à forte hauteur d'eau ($>2m$) et en moindre mesure à hauteur d'eau intermédiaire (0.25 à 0.5m) (Figure 14).

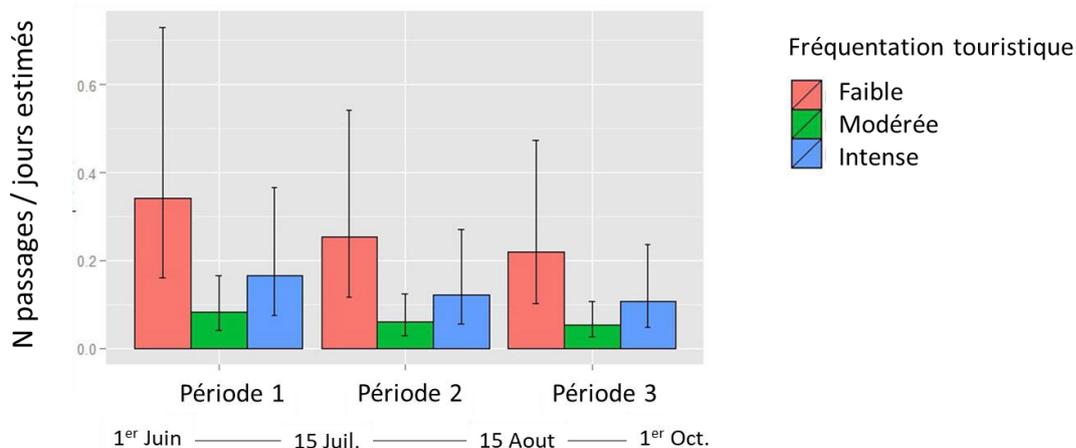


Figure 13. Variation des fréquences de passage de loutre estimées entre des zones de fréquentation touristique plus ou moins intense et pour les différentes périodes de suivis (fréquences de passage de loutre estimées à partir du meilleur modèle, pour une classe de hauteur d'eau fixée à 0.25-0.5m).

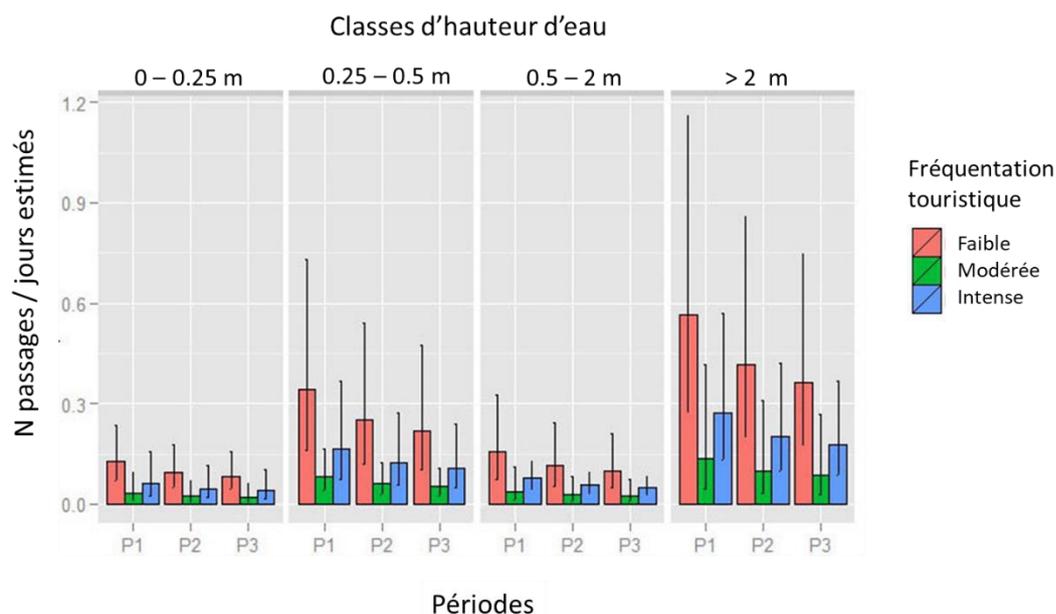


Figure 14. Variation des fréquences estimées de passage de loutre en fonction de la hauteur du cours d'eau, pour des zones de fréquentation touristique plus ou moins intense et les différentes périodes de suivis (P1=période 1, p2=période 2, p3= période 3).

3.3. Les heures de passages de loutre

Une très grande majorité (90%) des passages de loutre a été enregistrée de nuit (Figure 15). On n'observe pas de pics de passage en début et fin de nuit, mais plutôt des passages tout au long de la nuit, entre 22h et 6h. Ceux-ci sont en revanche moins nombreux dans les périodes autour du lever (6–8h) et du coucher du soleil (20-22h).

Un total de 35 passages diurnes de loutre (entre l'heure de lever et l'heure de coucher du soleil) a été enregistré, soit 10% du nombre total de passages enregistrés pendant l'étude. La grande majorité de ces passages diurnes ont été enregistrés en début de la période d'étude (entre début juin et mi-juillet), et essentiellement dans les premières heures du lever du soleil ; il est cependant à noter que des passages ont aussi été détectés en pleine journée (Figure 16). Tous ces passages diurnes, à l'exception d'un seul, ont été enregistrés sur des sites classés en zone de faible fréquentation touristique (classe 1). Un passage a été enregistré sur un site classé en zone de fréquentation touristique très intense (classe 4), mais celui-ci a eu lieu début juin, avant la période d'affluence touristique (Figure 17). Sur les sites de faible fréquentation touristique les passages diurnes ont représenté 15% des passages au total.

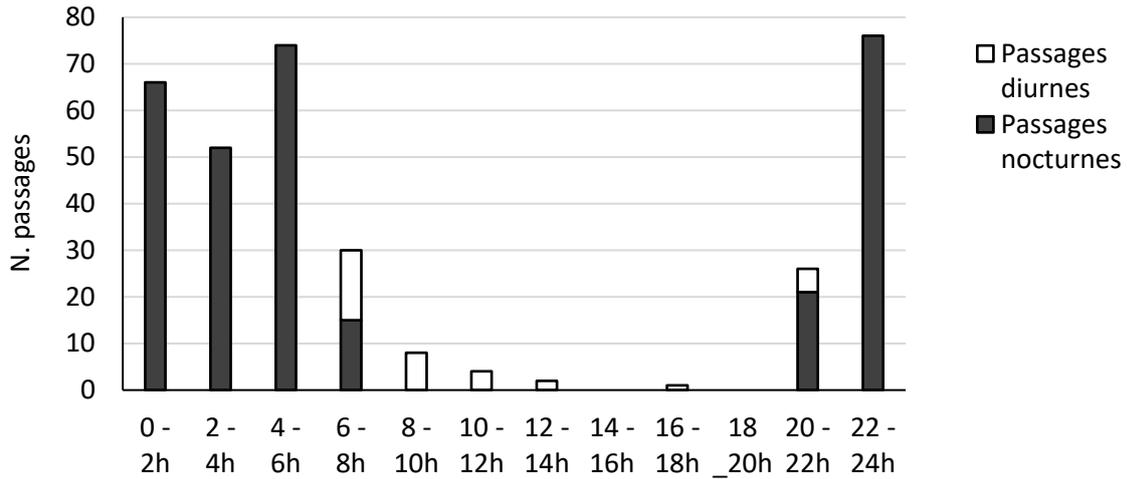


Figure 15. Distribution horaire des passages de loutre pour l'ensemble de la période d'étude

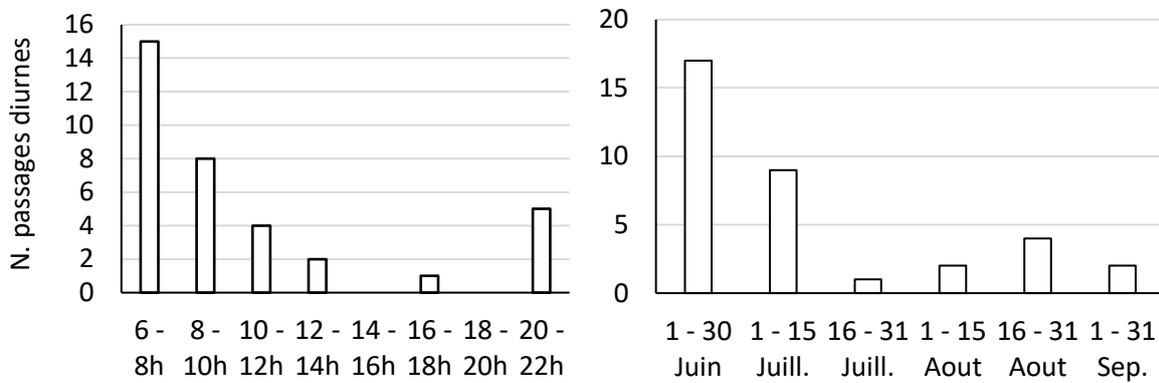


Figure 16. Distribution horaire (gauche) et distribution saisonnière (droite) des passages diurnes de loutre pour l'ensemble de la période d'étude.

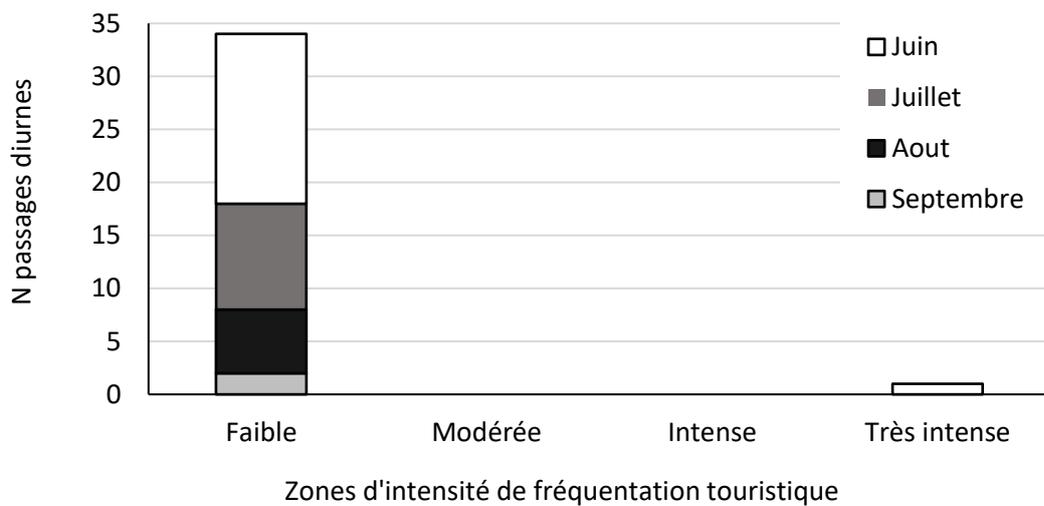


Figure 17. Répartition des passages diurnes de loutre par zone d'intensité de fréquentation touristique.

4. Conclusion

Cette étude confirme que la loutre est présente de manière régulière sur l'ensemble de la zone d'étude. Des passages de loutre ont été détectés sur l'ensemble des secteurs suivis, avec un passage tous les 5 jours en moyenne pour l'ensemble des sites de suivis. Des passages de loutre ont été enregistrés sur des sections de cours d'eau à sec pendant l'été (sur le Lamalou et la Buèges), ce qui suggère le déplacement et échange d'individus entre zones en eau des secteurs amont et aval des cours d'eau. Par ailleurs, ce suivi a confirmé la reproduction de la loutre sur la zone d'étude avec des images de femelles suitées enregistrées régulièrement pendant l'étude.

Les résultats de notre étude indiquent que les activités de loisirs aquatiques sont un déterminant important de l'utilisation du milieu et du rythme d'activité de la loutre dans la zone d'étude. Notre analyse comparative a révélé des passages de loutre 3 à 4 fois moins fréquents dans les zones de forte fréquentation touristique par rapport aux zones de faible fréquentation touristique, et des passages 30% moins fréquents pendant la période d'afflux touristique (à partir de mi-juillet). Par ailleurs, des passages diurnes fréquents ont été enregistrés dans les zones de faible fréquentation touristique (15% des passages au total) mais aucun dans les zones de forte fréquentation touristique (à une exception près, début juin avant la période d'affluence touristique). Enfin les passages de groupe familiaux de loutres (femelles suitées de juvéniles) ont pour la grande majorité (85%) été détectés en zone de faible fréquentation touristique.

Nos résultats indiquent que la baisse de la fréquence de passage de loutre et l'absence de passage diurne ou de passages de femelles suitées existent même dans les zones à fréquentation touristique considérée comme modérée (Haut Buèges, Source du Lamalou, Avèze). De même, nos résultats n'indiquent pas une fréquentation moins impactée dans le secteur aval des Gorges de l'Hérault (du moulin Bertrand au Barrage de la Combe du Cor) par rapport au secteur amont (de Saint Bauzille à St Etienne d'Issensac) pourtant largement plus fréquenté (passage de canoës deux fois plus important, nombreux sites de baignade et de bivouac). Ces éléments suggèrent qu'il existe un effet seuil dans l'impact de la fréquentation touristique sur la loutre : la loutre ne semble pas modifier son usage du milieu (spatialement et temporellement) de manière graduelle en fonction du niveau de fréquentation humaine mais plutôt de manière brutale en réduisant ses passages dans les zones fréquentées par l'homme, et en devenant essentiellement nocturne.

Dans les endroits où les animaux sauvages cohabitent avec les humains, les animaux sauvages s'adaptent souvent pour éviter le contact avec les humains. Cet évitement se fait soit dans l'espace (désertion des zones fréquentées par les humains) soit dans le temps (passage à un rythme d'activité principalement nocturne). Une étude récente qui a examiné les effets anthropiques sur l'activité diurne des mammifères (méta-analyse de 76 études portant sur 62 espèces sur six continents) a ainsi révélé une augmentation de l'activité nocturne des mammifères (en moyenne de 40%) dans les zones ou les périodes de fortes perturbations humaines (Gaynor et al., 2018). Or cette stratégie d'évitement peut avoir un effet important sur la condition physique des animaux du fait d'une réduction de l'accès aux ressources (utilisation de zones refuges moins dérangées mais potentiellement moins riches en ressources) ou des coûts énergétiques de déplacement plus importants, avec des répercussions sur le succès de reproduction ou l'émigration.

Ces éléments suggèrent que les activités de loisirs aquatiques ont un impact sur la loutre qui utilise préférentiellement des zones à faible fréquentation touristique. L'appréciation de cet impact doit être pris en compte dans la gestion des zones et périodes d'activités de loisirs aquatiques, en

particulier face au développement future de la fréquentation et de la diversification des activités touristiques de nature. Face au potentiel de développement d'activités de loisirs aquatiques (randonnée dans les gorges sur deux jours avec bivouac dans les gorges) il apparaît nécessaire de maîtriser le potentiel de dérangement nocturne dans la zone d'étude, la nuit constituant clairement un refuge « temporel » pour la loutre dans les endroits dérangés de jour. Des mesures appropriées doivent être développées pour préserver des zones et des périodes journalières de quiétude pour la loutre le long des cours d'eau du territoire pendant la période estivale de forte fréquentation touristique. La présence de ces zones et périodes refuges est un garant du maintien d'une population pérenne de loutre dans cette zone.

5. Références

- 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(5), 761-769.
- Gaynor, K. M., Hojnowski, C. E., Carter, N. H., & Brashares, J. S. (2018). The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*, 360(6394), 1232-1235.
- Hung, C. M., Li, S. H., & Lee, L. L. (2004). Faecal DNA typing to determine the abundance and spatial organisation of otters (*Lutra lutra*) along two stream systems in Kinmen. *Animal Conservation*, 7, 301–311.
- JED (2010). Étude sur les flux touristiques le long du fleuve Hérault, de la rivière de la Vis et du Rieutord. Rapport Phase II : le Diagnostic. Communauté de Communes des Cévennes Gangeoises et Suménoises, Cabinet JED, Octobre 2010.
- JED (2016). Schéma de gestion de la baignade et des activités de loisirs nautiques dans les Gorges de l'Hérault. Phase 1 : Diagnostic. Communauté de Communes de la Vallée de l'Hérault, Groupement Cabinet JED, Septembre 2016.
- Karamanlidis, A. A., Hornigold, K., Krambokoukis, L., Papakostas, G., Stefanidis, K., & Quaglietta, L. (2014). Occurrence, food habits, and activity patterns of Eurasian otters *Lutra lutra* in northwestern Greece: implications for research and conservation. *Mammalia*, 78(2): 239–243.
- Kruuk, H. (2006). *Otters: ecology, behaviour and conservation*. Oxford University Press.
- Kuhn R. (2009). Plan National d'Actions pour la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), 2010-2015. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères/Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer.
- Kuhn, R., & Jacques, H. (2011). La Loutre d'Europe *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères. *Encyclopédie des Carnivores de France*, 8.
- Kuhn R. (2016). Recommandations pour une gestion des milieux aquatiques favorable à la Loutre d'Europe. SFEPM, 16 p.
- Kuhn R., Simonnet F. & Arthur C., Barthélemy V. (2018) – Plan national d'actions en faveur de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) 2019-2028. SFEPM & DREAL Nouvelle-Aquitaine, Poitiers, 82 pp.

MERIDIONALIS [Union d'associations naturalistes du Languedoc-Roussillon] (2012). État et suivi des populations de la loutre d'Europe (*Lutra lutra*, l.) en Languedoc-Roussillon. Bilan des actions menées en Languedoc-Roussillon entre juin 2011 et juin 2012.

Pagacz, S. (2016). The effect of a major drainage divide on the gene flow of a semiaquatic carnivore, the Eurasian otter. *Journal of Mammalogy*, 97(4), 1164-1176.

Pigneur, L. M., Michaux, J., Caublot, G., Jacob, G., Simonnet, F., Marc, D., & Fournier, P. (2018). Apport de la génétique pour l'étude de la dynamique des populations de Loutre d'Europe *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) en France. *Naturae*, 6, 63-71.

PNA (2009). Plan National d'Actions pour la Loutre d'Europe. Compte-rendu de la réunion PACA/Languedoc-Roussillon, Montpellier 25/05/09.

PNA (2016). Le futur Plan National d'Action pour la conservation de la Loutre d'Europe. Séminaire national 17-18 juin 2016 à Limoges.

Quaglietta, L. (2012). Ecologia e comportamento della lontra eurasiatica (*Lutra lutra*) in un'area mediterranea (Alentejo, Portugal). PhD, Università La Sapienza, Roma.

Quaglietta, L., Fonseca, V. C., Hájková, P., Mira, A., & Boitani, L. (2013). Fine-scale population genetic structure and short-range sex-biased dispersal in a solitary carnivore, *Lutra lutra*. *Journal of Mammalogy*, 94(3), 561-571.

Quaglietta, L., Fonseca, V. C., Mira, A., & Boitani, L. (2014). Sociospatial organization of a solitary carnivore, the Eurasian otter (*Lutra lutra*). *Journal of Mammalogy*, 95(1), 140-150.

Quaglietta, L., Hájková, P., Mira, A., & Boitani, L. (2015). Eurasian otter (*Lutra lutra*) density estimate based on radio tracking and other data sources. *Mammal Research*, 60(2), 127-137.

Ruiz-Olmo, J., Jimenez, J., & Chacón, W. (2007). The importance of ponds for the otter (*Lutra lutra*) during drought periods in Mediterranean ecosystems: a case study in Bergantes River. *Mammalia*: 16-24.