



**bee@lyon**  
BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE, ÉVOLUTION



## Mémoire UE « Découverte de la recherche »

# ESTIMATION DES FLUX DE MATIÈRE ORGANIQUE ANIMAUX ET HUMAINS SUR LE SITE NATUREL PROTÉGÉ DE PENFRET (FINISTÈRE)

Structure d'accueil : Les Glénans – Base de Concarneau/Archipel

Place Philippe Viannay

29900 CONCARNEAU

Maître de stage : **HAUZY Céline**

**Chargée de mission environnement – Formation et Gestion espaces  
naturels**



**UEES Paris**  
**Leesu**  
laboratoire eau environnement systemes urbains



**MUSÉUM**  
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Projet  
soutenu par

**Fondation  
de  
France**

## *Remerciements*

Je tiens tout d'abord à remercier La Fondation de France pour le soutien financier qu'elle a apporté au projet SOCIOECOFLUX dans le cadre de l'appel à projet CO3 (Co-Construction des Connaissances pour la transition écologique et solidaire) auquel j'ai pu participer et lors duquel j'ai beaucoup appris.

Je tiens à remercier sincèrement toute l'équipe de La Base des Glénans de Concarneau, et plus particulièrement Nicolas Roncière, directeur de la base qui a eu l'amabilité de m'accueillir au sein de cette association. Je remercie bien évidemment Céline Hauzy, ma tutrice de stage et Chargée de mission environnement, pour sa bonne humeur, la confiance qu'elle m'a apportée, sa patience et sa disponibilité pour répondre à chacune de mes questions.

Un très grand merci également à Élisabeth Thébaud (chercheuse à l'Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement de Paris) et Marine Legrand (chercheuse au Laboratoire Eau Environnement et Système Urbains) pour leurs conseils, leur aide dans ma recherche bibliographique et pour la relecture de mon rapport. Merci à Isabelle Leviol et Christian Kerbirou (chercheurs au Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation) de m'avoir accompagné dans l'élaboration et la réalisation des protocoles. Merci également à Florence Revelin (chercheuse en Eco-anthropologie) pour l'élaboration des questionnaires qui en ont fait sourire plus d'un.

Merci à Antoine Chabrolle et Kévin Barré pour leur aide dans la mise en place et la réalisation du comptage des goélands.

Merci à Gwen Croq, Intendant de la base de Concarneau pour l'intérêt qu'il porte à ce projet et pour l'aide qu'il m'a fourni dans la réalisation de ce stage. Merci aussi à Baptiste Seux pour ses superbes imitations de ragondin et les informations qu'il a pu me fournir.

Merci aux Maîtresses et Maîtres de Maison de Penfret pour m'avoir aidé à la mise en place de mes protocoles sur l'île en me laissant trier leurs poubelles.

Je tiens à remercier finalement, et grandement, les stagiaires, bénévoles et salariés de la base de Concarneau pour leur bonne humeur ainsi que pour ce séjour linguistique de deux mois où j'ai pu me familiariser avec ce vocabulaire si particulier de la voile.

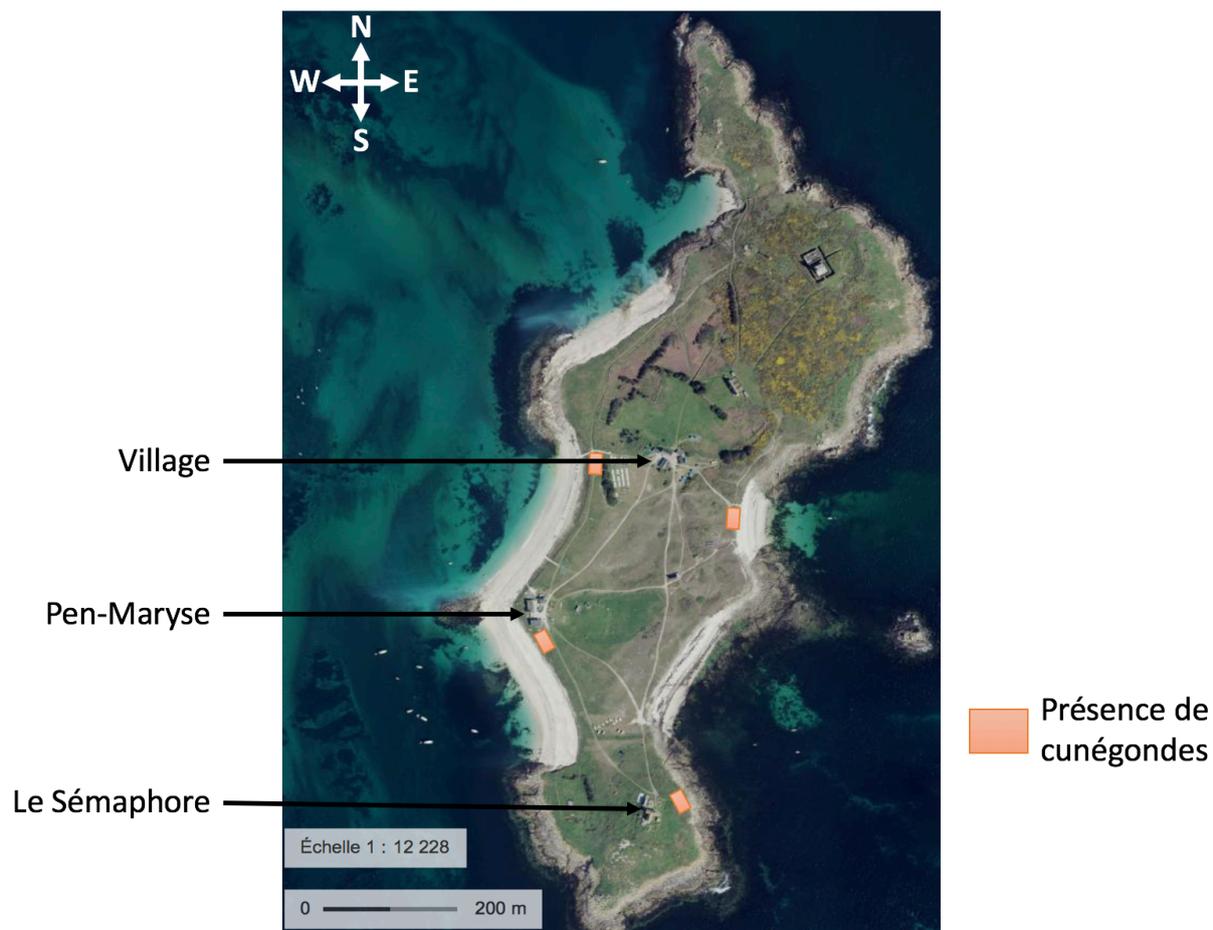
Un grand merci à tous ceux qui ont contribué à faire de mon séjour concarnois une expérience très agréable.

## **INTRODUCTION**

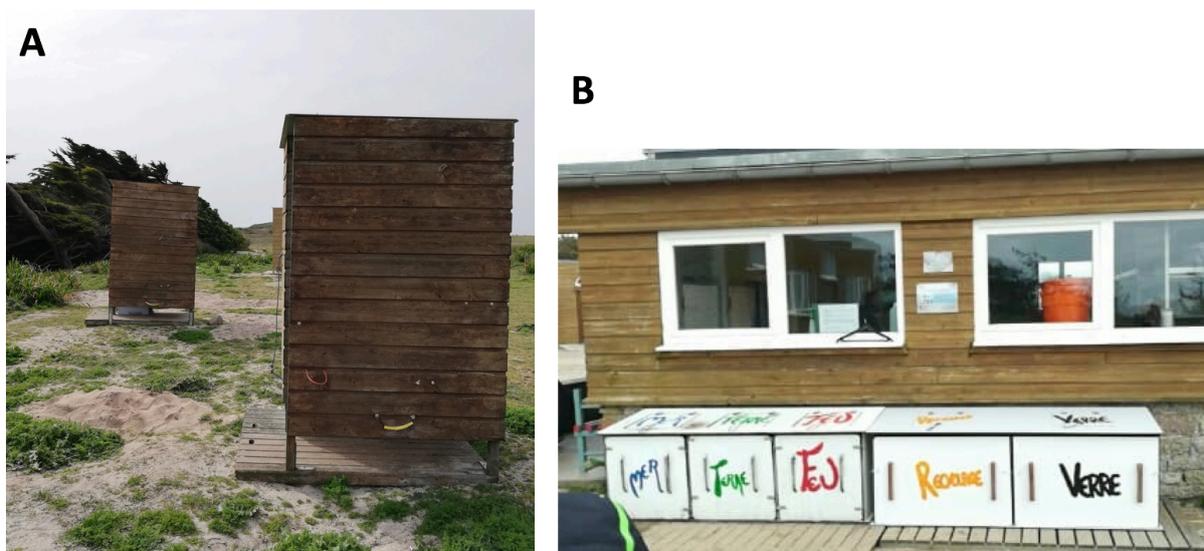
Accueillir du public sur un site naturel protégé présente l'enjeu complexe de concilier accueil de personnes et protection de l'environnement. Dans ce cadre, l'association Les Glénans, reconnue comme une référence dans le monde de l'enseignement de la voile (Chavassieu *et al.*, 2017), sensibilise son public au respect et à la protection des sites protégés de l'archipel de Glénan. L'île de Penfret (Figure 1), située sur cet archipel, est un site naturel protégé du réseau Natura 2000, au titre de la Directive Oiseaux et de la Directive Habitats puisqu'elle est un lieu de nidification pour des oiseaux marins protégés (huitrier pie, goéland argenté, goéland brun, goéland marin...) et présente un habitat terrestre d'intérêt prioritaire : la dune grise. Des plantes protégées au niveau national sont également présentes sur l'île comme par exemple l'isoète épineux, l'asphodèle d'Arrondeau ou le cynoglosse des dunes (Dufort, 2018).

L'érosion de la biodiversité due aux activités humaines est une problématique actuelle majeure dont l'une des causes est l'eutrophisation des eaux douces et côtières (Steffen *et al.*, 2015). De par l'activité associative, l'île accueille bénévoles, salariés et stagiaires de février à septembre. Cette présence humaine engendre des flux de déchets alimentaires et d'excrétas posant la question de l'optimisation de leur prise en charge. Actuellement, le système de toilettes de Penfret, appelées « cunégonde », est fait de trous creusés dans le sable qui, une fois pleins, sont rebouchés. Pour les poubelles, ce qui n'a pas été mangé mais qui aurait pu l'être est mis dans une « poubelle-mer » qui est ensuite déversée en mer ou sur les plages à marée basse (Figure 2). Ces pratiques soulèvent une problématique relevant de l'écologie fonctionnelle, la présence humaine modifiant les flux de matière dans les écosystèmes (Vitousek *et al.*, 1997 ; Magnani *et al.*, 2007). A ces déchets d'origine humaine, s'ajoutent les déchets produits par les oiseaux marins, notamment des goélands qui ont un rôle clé dans la dynamique des flux de nutriments, leurs fientes fertilisant les sols (Croxall *et al.*, 2012). Ces oiseaux, connus pour consommer en partie des déchets en mer ou sur les plages, voient leurs populations diminuer suite, en partie, à la fermeture des décharges à ciel-ouvert (Cadiou & Yesou, 2006 ; Hume, 2016). Il est donc important de comprendre comment la population de l'île modifie les flux de matière issus des populations d'oiseaux marins nicheurs.

C'est dans ce contexte que le projet interdisciplinaire SOCIOECOFLUX est né, visant à étudier les flux de matière organique d'origine humaine et animale sur le site naturel protégé de l'île de Penfret. L'activité humaine entraîne des changements dans la composition et le fonctionnement des écosystèmes littoraux (Vitousek *et al.*, 1997) ce qui devrait être le cas sur l'île de Penfret. De même pour les goélands. L'étude tentera donc de comparer l'impact des popu-



**Figure 1** : Photographie aérienne de l'île de Penret (Archipel de Glénan) et des sites d'accueil du public (Village, Pen-Maryse, Sémaphore). D'après IGN (Géoportail).



**Figure 2** : Systèmes de gestion des déchets liés à l'activité humaine. (A) Cunégondes (toilettes). (B) Types de poubelles présentes sur l'île, dont la poubelle-mer à gauche.

lations humaine et de laridés sur les flux de matière en contact avec le sol de Penfret. Quant aux populations de goélands, connues pour se nourrir de déchets alimentaires humains, la présence de poubelles-mer pourrait participer au maintien de la population sur cette île (Cadiou & Yesou, 2006 ; Hume, 2016). Afin de répondre à ces questions, l'étude s'intéressera à (1) la production de déjections humaines, (2) la production de déchets alimentaires par les individus présents sur Penfret ; (3) l'alimentation des goélands par les déchets alimentaires humains et (4) la production de déjections par les goélands (Figure 3).

## **MATERIEL ET METHODE**

Le site d'étude est l'île de Penfret, située sur l'archipel de Glénan, à une vingtaine de kilomètres au sud de Concarneau (Finistère). Sa superficie est de 39 hectares pour une altitude de 18 mètres. Elle est composée de 3 sites : Village, Pen-Maryse et le Sémaphore (Figure 1).

### **1) Production de déjections par les personnes hébergées sur Penfret**

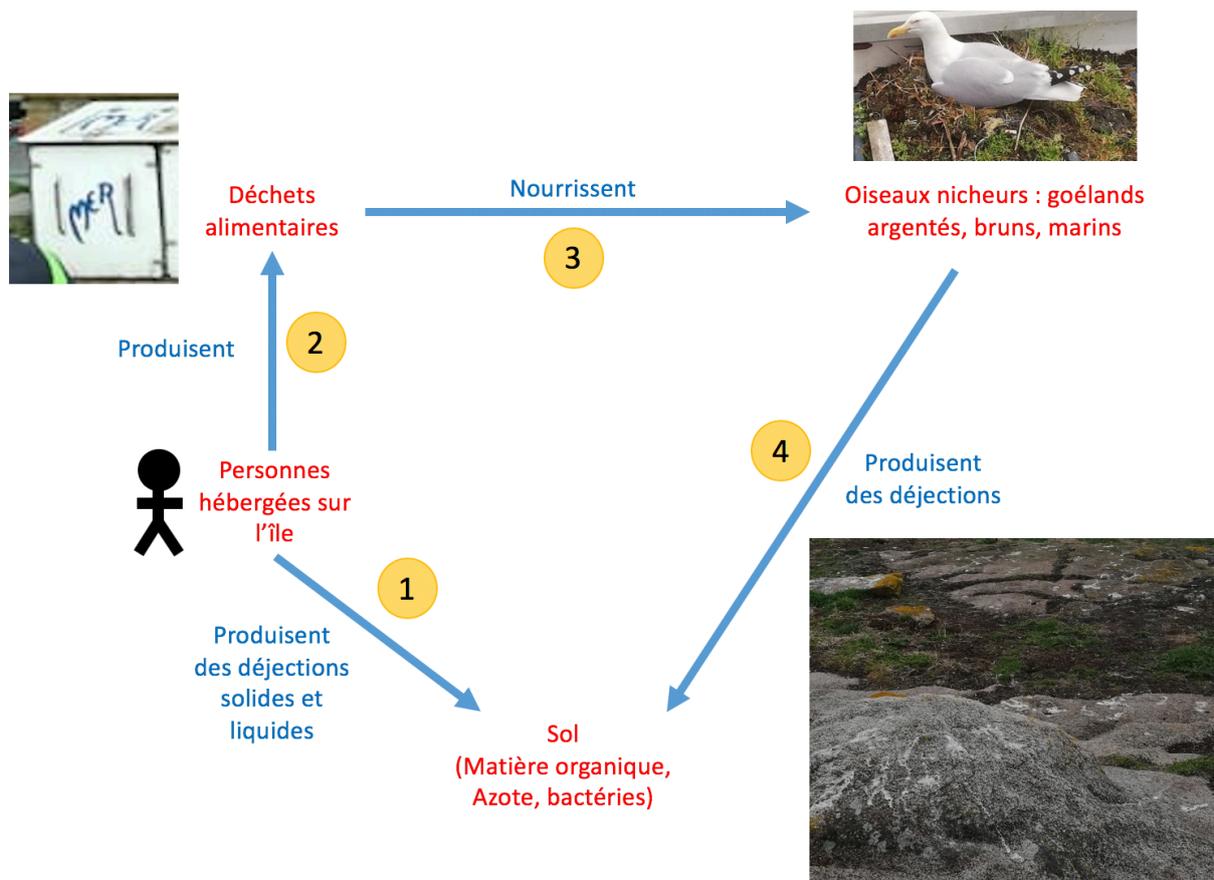
Les effectifs des personnes accueillies sur Penfret entre 2016 et 2019 sont recueillis auprès de l'intendant de la base de Concarneau. Une recherche bibliographique est menée afin de déterminer la quantité et la qualité de déjections solides et liquides produites par jour et par personne. Un questionnaire a été distribué les 17 et 24 avril à l'ensemble des personnes présentes sur Penfret (158 personnes) pour connaître le nombre, et les lieux utilisés pour les besoins par la population de l'île (Annexe 1). Afin de détecter des différences d'intensité d'utilisation des lieux selon le sexe et l'âge, un Modèle Linéaire Généralisé (binomial) est utilisé.

### **2) Production de déchets alimentaires par les personnes hébergées sur Penfret**

Les 17, 18, 23, 24 et 25 avril, après chaque repas, les différents aliments récupérés dans la poubelle-mer sont triés et pesés séparément à l'aide de récipients vides et propres et d'une balance électronique de capacité 5 kg. Les valeurs nutritionnelles (kJ/100g) des différents aliments sont obtenues sur les étiquettes des produits ou sur le site internet de l'Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail (ANSES, 2017). La masse obtenue et la valeur nutritionnelle correspondante sont ensuite converties en énergie (kJ) présentes dans la poubelle-mer (Annexe 2) et rapportées à l'effectif présent ce jour-là afin d'obtenir une valeur moyenne d'énergie jetée par personne et par jour dans la poubelle-mer.

### **3) Alimentation des goélands par les déchets alimentaires humains**

Un comptage des 3 espèces de goélands (*Larus argentatus*, *L. fuscus*, *L. marinus*) a eu lieu le 16 mai 2019. A cette date, les trois espèces de goélands avaient pondu mais les œufs n'avaient pas



**Figure 3** : Schéma récapitulatif des différents aspects traités lors de cette étude.

**Tableau 1** : Résultats de la comparaison des effectifs accueillis sur Penfret entre 2016 et 2018 (Kolmogorov-Smirnov).

	2016 – 2017	2016 – 2018	2017 – 2018
<b>D value</b>	0.118	0.0756	0.105
<b>p-value</b>	0.0742	0.504	0.145

éclos. Ceci facilite le dénombrement des oiseaux nicheurs (ou nombre de couples nicheurs) (GISOM, 2009). Le nombre de nids, ou d'individu sur nid est compté à vue à l'aide de jumelles, par 6 personnes. Les besoins alimentaires journaliers des trois espèces de goélands sont récupérés dans la littérature et rapportés à la quantité de poubelle-mer jetée dans l'océan en tenant compte de l'effectif global des colonies.

#### **4) Production de déjections par les goélands**

Une cartographie des colonies de goélands nichant sur l'île de Penfret est réalisée sur la base du Document d'Objectifs Natura 2000 (Ragot, 2014). La quantité et la qualité des fientes de goélands sont déterminées par une recherche bibliographique afin de connaître la quantité de carbone et d'azote apportée aux sols par les colonies d'oiseaux.

#### **5) Analyses statistiques et cartographie**

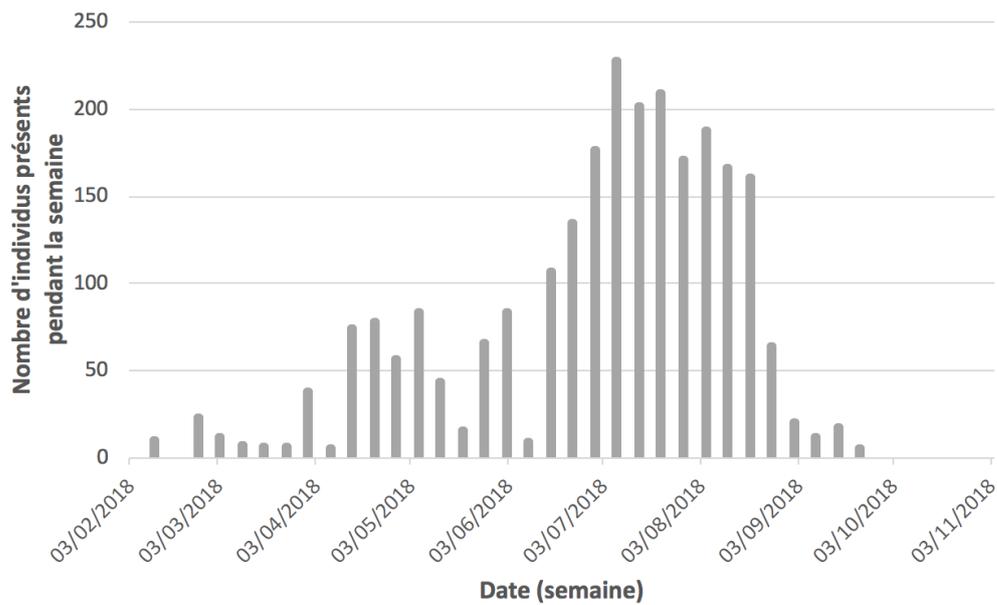
Les tests statistiques de cette étude sont réalisés avec *RStudio version 1.1.442* et la cartographie a été faite avec *QGIS 2.18*. Les moyennes calculées sont exprimées avec leur écart type.

## **RESULTATS**

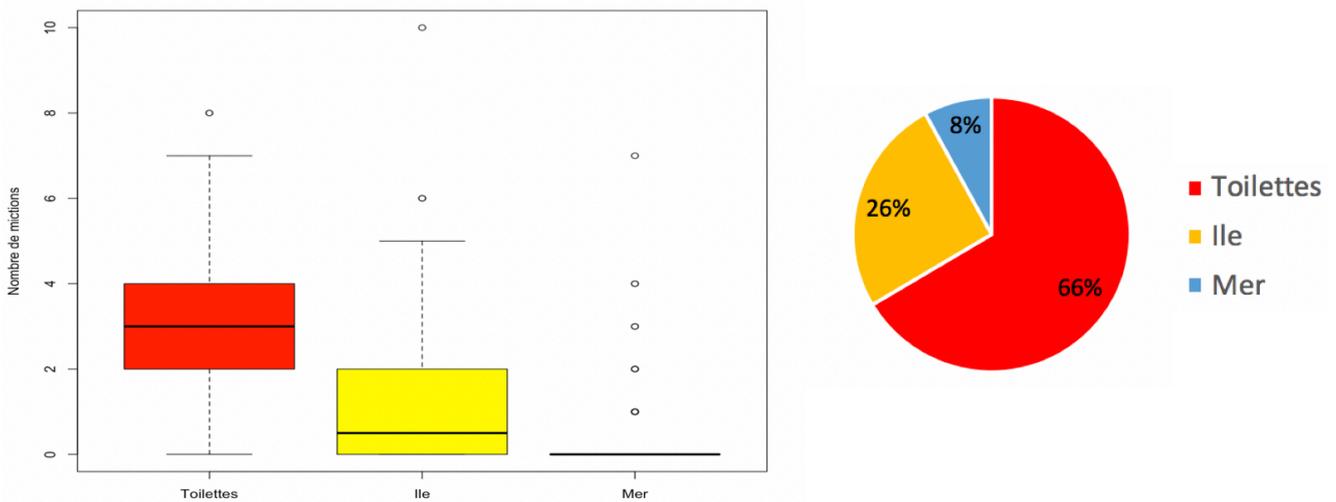
### **1) Production de déjections par les personnes hébergées sur Penfret**

La distribution du nombre de personnes hébergées sur Penfret est la même d'une année sur l'autre (Tableau 1 ; Figure 4). L'île commence à être fréquentée fin-février par une vingtaine de personnes afin de préparer le site. Deux pics de fréquentation de l'île sont observés pour les vacances de Pâques et d'été, où l'effectif atteint respectivement environ une centaine et 225 personnes par jour. Après l'été, et jusqu'à fin septembre l'île accueille une vingtaine de personnes afin de procéder à la fermeture du site.

Les résultats des questionnaires indiquent une moyenne de  $4.55 \pm 2.28$  mictions par jour par personne (Annexe 1), ce qui correspond aux 4 à 5 mictions par jour évoquées par Karak & Bhattacharyya (2011). Une personne fait en moyenne, pendant 24 heures,  $3.08 \pm 1.71$  mictions aux cunégondes,  $1.19 \pm 1.60$  mictions sur l'île en dehors des toilettes et  $0.37 \pm 0.90$  mictions dans la mer (Figure 5). 8% des mictions sont donc réalisées en dehors de Penfret, c'est-à-dire dans l'océan, pendant les navigations. Des différences significatives d'utilisation de l'espace pour les mictions entre les hommes et les femmes ont été trouvées, les femmes utilisant d'avantage les cunégondes que les hommes, ces derniers urinant 4 fois plus que les femmes sur l'île, en dehors des toilettes (Tableau 2). Cependant, aucune différence d'utilisation des toilettes n'est détectée en fonction de l'âge ( $z = -0.553$ ,  $df = 370.64$  et  $150$ ,  $p\text{-value} = 0.58$ ) et ce même constat a été fait pour les mictions sur



**Figure 4** : Effectif présent sur l'île de Penfret par semaine en 2018.



**Figure 5** : Répartition des mictions par personne pendant 24 heures, sexe et âge confondus.

**Tableau 2** : Utilisation de l'espace en pourcentage pour uriner en fonction du sexe (GLM binomial).

	Cunégondes	Dehors sur l'île	Mer
<b>Filles</b>	83.2%	9.2%	7.6%
<b>Garçons</b>	55.0%	36.8%	8.2%
<b>z value</b>	-7.647	7.816	0.313
<b>p-value</b>	<0.01	<0.01	0.754

l'île en dehors des toilettes ( $z=0.213$ ,  $df=355.3$  et  $150$ ,  $p\text{-value}=0.831$ ) et dans la mer ( $z=0.608$ ,  $df=160$  et  $149$ ,  $p\text{-value}=0.543$ ). Quant aux déjections fécales, aucune n'est réalisée en dehors des cunégondes.

La production de déjections fécales et d'urine par les personnes hébergées sur Penfret est issue de la littérature. La production d'urine est de 1 à 1.5L/pers/j (Karak & Bhattacharyya, 2011). L'urine contient 6.87 g/L de carbone et 8.12 g/L d'azote (Rose *et al.*, 2015). Pour les fèces, le poids sec moyen produit par jour et par personne est de 30.8 g avec un intervalle de confiance à 95% de [27.8 ; 45.0] (Reddy *et al.*, 1998). Une personne évacue 7 g de carbone et 1.8 g d'azote par jour via les fèces (Rose *et al.*, 2015). En 2018, 534.5 kg de poids sec de fèces et une vingtaine de mètres cubes d'urine sont émis par les personnes hébergées sur Penfret. Les masses de carbone produites par ces fèces et ces urines sont très proches alors que les urines produisent 4 fois plus d'azote que les fèces. Au total, 260 kg de carbone et 193 kg d'azote sont déposés sur l'île via les déjections humaines lors de l'année 2018 (Tableau 3).

## **2) Production de déchets alimentaires par les personnes hébergées sur Penfret**

Une moyenne de  $286.53 \pm 100.20$  g/pers/j est enregistrée lors de cette étude, correspondant à  $1\,315.89 \pm 366.73$  kJ/pers/j représentant une quantité totale de 5 tonnes de déchets alimentaires en 2018 pour 22 833 981 kJ/an.

## **3) Alimentation des goélands par les déchets alimentaires humains**

Les besoins alimentaires des espèces de goélands en fonction de la période de reproduction ou non sont retranscrits dans le Tableau 4 (Barrett *et al.*, 2002 ; GISOM, 2009).

Le comptage du 16 mai 2019 a permis de recenser 207 couples nicheurs de goélands argentés, 221 couples nicheurs de goélands bruns et 102 couples nicheurs de goélands marins lors de la période de reproduction des trois espèces.

Les périodes principales de reproduction des 3 espèces (de la ponte à l'envol des jeunes) se chevauchent de mi-mai à mi-juillet (GISOM, 2009). Lors de cette période, la poubelle-mer couvre en moyenne 7.43% des besoins alimentaires de la population totale de goélands. La semaine du 9 juin, 9 personnes étaient présentes à Penfret et 228 pour la semaine du 7 juillet, leurs déchets alimentaires couvrant respectivement 0.65% et 15.88% des besoins alimentaires de la population totale de goélands nicheurs (Tableau 5).

## **1) Production de déjections par les goélands**

Les goélands argentés et bruns produisent respectivement en moyenne 24.9 et 13.4 g d'excré-

**Tableau 3** : Production d'urine et de fèces par les personnes hébergées sur Penfret en 2018 et quantité de carbone et d'azote relatives à cette production.

	Urine			Fèces			Total	
	Volume (m <sup>3</sup> /an) Moyenne (min-max)	Carbone (kg/an) Moyenne (min-max)	Azote (kg/an) Moyenne (min-max)	Poids sec (kg/an) Moyenne [IC-95%]	Carbone (kg/an) Moyenne	Azote (kg/an) Moyenne	Carbone (kg/an) Moyenne (min-max)	Azote (kg/an) Moyenne (min-max)
<b>Toilettes</b>	14.32 (11.45 - 17.18)	98.35 (78.68 - 118.02)	116.24 (93.00 - 139.49)	534.457 [482.40 ; 780.86]	121.47	31.23	219.82 (200.15 - 239.49)	147.47 (124.23 - 170.72)
<b>Dehors sur l'île</b>	5.64 (4.51 - 6.77)	38.74 (31.00 - 46.50)	45.79 (36.63 - 54.95)	0 [0 ; 0]	0	0	38.74 (31.00 - 46.50)	45.79 (36.63 - 54.95)
<b>Total</b>	19.96 (15.95 - 23.95)	137.09 (109.55 - 164.51)	162.04 (129.48 - 194.45)	534.457 [482.40 ; 780.86]	121.47	31.23	258.56 (231.15 - 285.99)	193.26 (160.86 - 225.67)

**Tableau 4** : Besoins alimentaires (kJ) des trois espèces de goélands *L. argentatus*, *L. fuscus* et *L. marinus* en période de reproduction ou non (Barrett *et al.*, 2002).

Espèce	Besoins alimentaires (kJ/jour)	
	Période de reproduction	Hors période de reproduction
<b>Goéland argenté</b>	1 728	1 138
<b>Goéland marin</b>	2 534	1 675
<b>Goéland brun</b>	1 478	963

**Tableau 5** : Comparaison de l'énergie contenue dans la poubelle-mer par semaine et des besoins alimentaires de la population totale de goéland sur l'île de Penfret entre la semaine du 12 mai et du 14 juillet.

	Energie dans la poubelle mer (kJ/semaine)	Besoins alimentaire des goélands (kJ/semaine)	Proportion des besoins alimentaires des goélands couverts par la poubelle-mer (%)
<b>Minimum (semaine)</b>	85 532.85 (09/06)	13 199 228.0	0.65
<b>Maximum (semaine)</b>	2 096 212.77 (07/07)	13 199 228.0	15.88
<b>Moyenne (± écart-type)</b>	981 324.98 (± 707 867.03)	13 199 228.0	7.43 (± 5.36)

ments par jour. Le goéland argenté excrète via ses fèces, 1 393 mg de carbone organique par jour, 402 mg d'ammonium et 1 416 mg d'azote organique. Quant au goéland brun, il excrète 705 mg de carbone organique, 211 mg d'ammonium et 708 mg d'azote organique par jour toujours par ses excréments (Gould & Fletcher, 1978). Aucune donnée concernant la quantité et la qualité des excréments du goéland marin n'a été trouvée. Les apports azotés importants des goélands, se retrouvent aux alentours des lieux occupés par les colonies de goélands argentés, bruns et marins, c'est-à-dire au niveau de la pelouse littorale située au-dessus des côtes rocheuses de l'île, notamment au Nord-Est (Figure 7 ; Annexe 3).

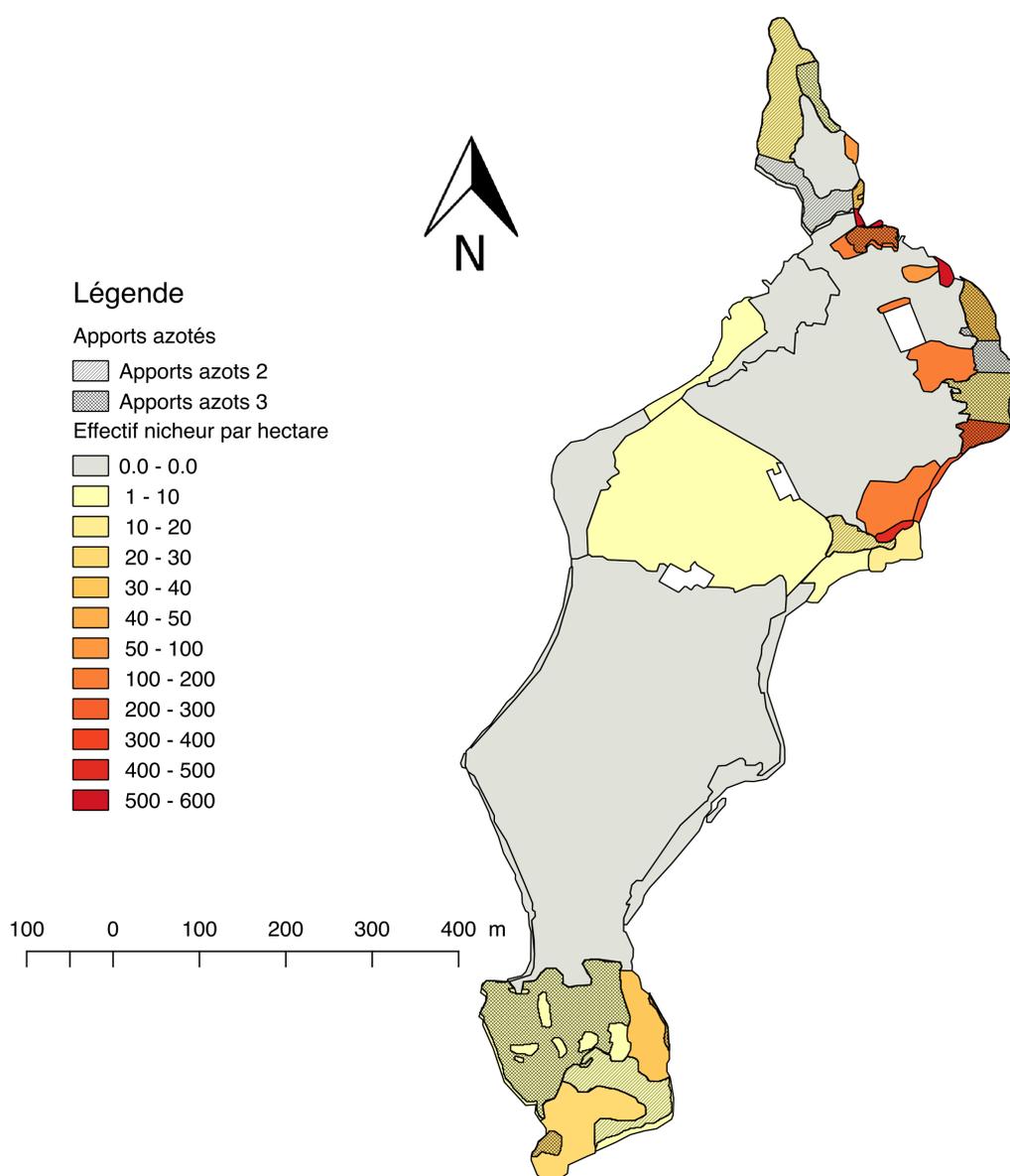
Lors de la période de reproduction des 3 espèces de goélands (citée précédemment), les personnes hébergées à Penfret et les goélands produisent chacun environ 80 kg d'azote en 3 mois. Pour le carbone, le public de Penfret produit en produit environ 2 fois plus que les goélands (Tableau 6).

## **DISCUSSION**

En comparant la matière entrante sur Penfret par les déjections humaines et animales, il est montré que toutes deux produisent autant d'azote, c'est-à-dire environ 80 kg en moyenne en trois mois. La nourriture consommée par le public de l'île et une partie de celle des goélands ne provient pas de l'île, engendrant un enrichissement global en azote sur Penfret. Cependant, les déjections humaines produisent presque 2 fois plus de carbone que celles des goélands (Tableau 6). Un enrichissement azoté est visible sur les zones de nidification, certainement dû aux déjections des oiseaux marins comme observé sur plusieurs îles dans le monde (Caut *et al.*, 2012). On n'observe cependant pas, d'après le Document d'Objectifs Natura 2000 (Ragot, 2014), d'apport azoté au niveau des zones à cunégondes (Figure 1 ; Figure 7). L'apport azoté observé au niveau des zones de nidification pourrait donc provenir des effectifs bien plus importants de goélands installés sur Penfret il y a 20 ans puisque l'on avait, selon le GISOM, environ 1 000 couples nicheurs de goélands argentés, 600 couples de goélands bruns et 70 couples de goélands marins. Cet apport important serait alors une conséquence à long terme des effectifs passés, les apports azotés pouvant même permettre de d'identifier d'anciennes colonies désertées (Mizutani *et al.*, 1991). Il est cependant important de noter que la matière déposée n'est pas entièrement gardée dans le sol, une partie se volatilise directement dans l'atmosphère et une autre peut être lixiviée vers la nappe (Unifa), d'autant que le sable de la dune est très drainant. De plus, les déjections de goélands sont déposées sur le sol et impactent directement la végétation. Les déjections des cunégondes sont enfouies à environ 30 cm sous la surface du sol et seules les plantes ayant des racines profondes peuvent

**Tableau 6** : Production d'azote et de carbone par la population totale de goélands de l'île de Penfret et comparaison de cet apport avec celui fait par la population humaine de l'île lors de la période de reproduction des trois espèces de la semaine du 12 mai au 14 juillet.

	Public de Penfret	Population goélands argentés et bruns	Total	Proportion relative (humains/goélands)
<b>Azote (kg)</b>	83.06	81.12	164.18	1.02
<b>Carbone (kg)</b>	111.12	62.18	173.30	1.78



**Figure 7** : Cartographie de la densité totale de goélands (couples nicheurs/hectare) et des apports azotés du Document d'objectifs Natura 2000 (Ragot, 2014).

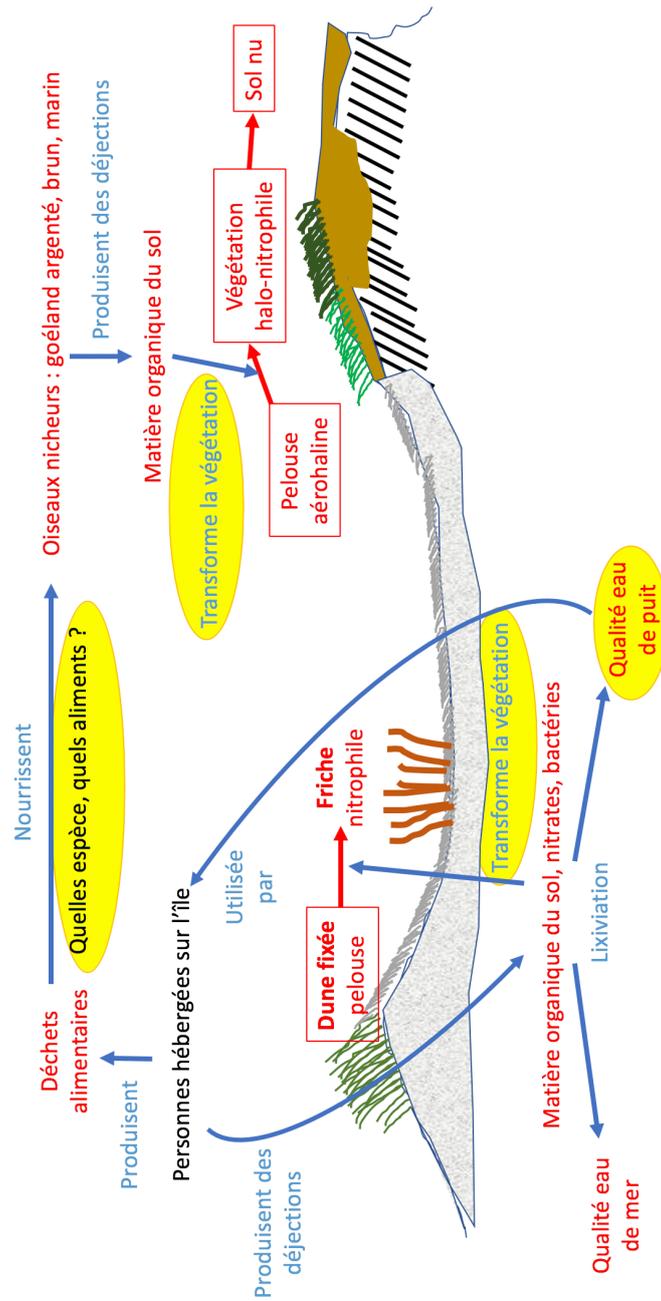
accéder au stock de matière organique. Une étude de la végétation est donc actuellement menée afin de connaître l'impact des zones à goélands et des zones à cunégondes sur la végétation.

Afin de savoir à quel point les poubelles-mer nourrissent la population totale de goélands nous avons vu qu'en période de reproduction, ces derniers sont nourris en moyenne à 7.43% par les déchets alimentaires humains ([Tableau 5](#)). Cet apport ne permet donc pas de maintenir totalement cette population qui doit trouver d'autres ressources alimentaires. En effet, on observe des populations de goélands argentés et bruns en déclin sur l'île de Penfret. Les facteurs engendrant ces évolutions d'effectifs dans ces populations d'oiseaux sont la disponibilité de la ressource alimentaire d'origine humaine (ici insuffisante) ainsi que la compétition inter et intraspécifique pour l'espace et la nourriture ([Cadiou & Yesou, 2006](#)). Nos chiffres sont cependant à prendre avec précaution puisque les protocoles utilisés et l'effort d'échantillonnage ne sont pas les mêmes que ceux utilisés par le GISOM. De plus, notre comptage n'a pas permis d'établir le nombre de juvéniles et d'individus non-reproducteurs, l'effectif de la population totale est donc sous-estimé. De même, il serait intéressant de connaître quelle proportion d'individus de chaque espèce profite de la poubelle-mer, et ce qu'ils consomment réellement, afin de savoir si cette dernière favorise plus une espèce qu'une autre. Il a en effet été observé sur le terrain que les goélands argentés semblent être l'espèce consommant majoritairement les déchets de cette poubelle et que certains restes alimentaires semblent laissés de côté par les oiseaux (pommes entières, poireaux...) alors que d'autres sont très rapidement consommés (beurre, restes de pâtes, pain...).

Cette étude reste donc exploratoire, mais permet d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche afin de mieux comprendre l'impact humain sur la faune et la flore de l'île de Penfret.

## **CONCLUSION**

L'activité humaine sur l'île de Penfret enrichie les sols en carbone et en azote de par les déjections humaines dans des proportions un peu supérieures à celles des déjections des goélands utilisant l'île en période de nidification. Les zones de l'île touchées par cet apport pourraient donc avoir une composition du sol modifiée, engendrant une flore spécifique adaptée, comme cela a été montré pour les goélands ([Caut et al., 2012](#)). De même, par le phénomène de lixiviation, la nappe phréatique pourrait être impactée. Les déchets alimentaires liés à l'activité nautique sur l'île semblent également peu nourrir la population totale de goélands. Cependant une étude plus approfondie, par espèce, devra être menée afin de connaître l'impact réel du déversement des poubelles-mer au niveau de l'océan. Les axes de développement futur du projet sont disponibles en [Figure 8](#).



**Figure 8** : Perspectives futures du projet SOCIOECOFLUX. Les aspects surlignés en jaune restent à traiter.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Barrett R.T., Anker-Nilssen T., Gabrielsen G.W., Chapdelaine G. (2002) Food consumption by seabirds in Norwegian waters. *ICES Journal of Marine Science*, 59 : 43-57.
- Cadiou B. et les coordinateurs régionaux, coordinateurs départementaux et coordinateurs-espèces (2014) Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine : bilan final 2009-2012. Rapport Gisom & AAMP, Brest, 75 p.
- Cadiou B., Yesou P. (2006) Evolution des populations de Goélands bruns, argentés et marins *Larus fuscus*, *L. argentatus*, *L. marinus* dans l'archipel de Molène (Bretagne, France) : bilan de 50 ans de suivi des colonies. *Revue d'Ecologie*, 61(2), 159-173.
- Caut S., Angulo E., Pisanu B., Ruffino L., Faulquier L., Lorvelec O., Chapuis J-L., Pascal M., Vidal E., Courchamp F. (2012) Seabird Modulations of Isotopic Nitrogen on Islands. *PLoS ONE*, 7(6), e39125.
- Chavassieu M-A., Dune H., Glasser J-P., Hauzy C., Lecomte T., Menot Y., Roncière N. (2017) Vivre les Glénans. 46 p.
- Croxall J.P., Butchart S.H.M., Lascelles B., Stattersfield A.J., Sullivan B., Symes A., Taylor P. (2012) Seabird conservation status, threats and priority actions : a global assessment. *Bird Conservation International*, 22, 1-34.
- Garcia L.V., Teodoro M., Ojeda F., Clemente L., Redondo R. (2002) Seagull influence on soil properties, chenopod shrub distribution, and leaf nutrient in semi-arid Mediterranean islands. *Oikos*, 98(1), 75-86.
- Gould D.J., Fletcher M.R. (1978) Gull droppings and their effects on water quality. *Water Research*, 12, 665-672.
- Groupement d'Intérêt Scientifique Oiseaux Marins (GISOM) (2009) Méthodes de suivi des colonies d'oiseaux marins : dénombrement de l'effectif nicheur et suivi de la production en jeunes. p 43-55.
- Hume R., Lesaffre G., Duquet M. (2016) Oiseaux de France et d'Europe. *Ed : Larousse*. 454p.
- Karak T., Bhattacharyya P. (2011) Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture : A flight of fancy or an achievable reality. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(4), 400-408.

- Magnani F., Mencuccini M., Borghetti M., Berbigier P., Berninger F., Delzon S., Grelle A., Hari P., Jarvis P.G., Kolari P., Kowalski A.S., Lankreijer H., Law B.E., Lindroth A., Loustau D., Manca G., Moncrieff J.B., Rayment M., Tedeschi V., Valentini R., Grace J. (2007) The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature*, 447(14), 848-850.
- Mizutani H., Kabaya Y., Moors P.J., Speir T.W., Lyon G.L. (1991) Nitrogen Isotope Ratios Identify Deserted Seabird Colonies. *The auk*, 108(4), 960-964.
- Ragot P. (2014) Document d'objectifs Natura 2000 – Archipel des Glénan, tome I : État des lieux du site - Version 0 -, atlas, DREAL Bretagne / Commune de Fouesnant-les-Glénan. 60 p.
- Reddy S., Sanders T., Owen R., Thompson M. (1998) Faecal pH, bile acid and sterol concentrations in premenopausal Indian and white vegetarians compared with white omnivores. *British Journal of Nutrition*, 79(06), 495-500.
- Rose C., Parker A., Jefferson B., Cartmell E. (2015) The Characterization of Feces and Urine : A Review of the Literature to Inform Advanced Treatment Technology, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 45:17, 1827-1879.
- Steffen W., Richardson K., Rockström J., Cornell S.E., Fetzer I., Bennett E.M., Biggs R., Carpenter S.R., De Vries W. De Wit C.A., Folke C., Gerten D., Heinke J., Mace G.M., Persson L.M., Ramanathan V., Reyers B., Sörlin S. (2015) Planetary boundaries : Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347, 736-748.
- Vitousek P.M., Aber J.D., Howarth R.W., Likens G.E., Matson P.A., Schindler D.W., Schlesinger W.H., Tilman D.G. (1997) Human alteration of the global nitrogen cycle : sources and consequences. *Ecological Applications*, 7(3), 737-750.

## **WEBOGRAPHIE**

ANSES (2017) Ciqual, Table de composition nutritionnelle des aliments [en ligne] (date de dernière consultation : 28/05/2019) <<https://ciqual.anses.fr>>

Durfort J. (2018) Ile de Penfret (Archipel des Glenans) (Identifiant national : 530030045) [en ligne] (date de dernière consultation : 20/05/2019) <<https://inpn.mnhn.fr/docs/ZNIEFF/znieffpdf/530030045.pdf>>

Institut national de l'information géographique et forestière (IGN). Géoportail [en ligne] (dernière de dernière consultation : 19/05/2019) <<https://www.geoportail.gouv.fr>>

Unifa. Parlons fertilisation – Le cycle de l'azote (N) [en ligne] (dernière consultation : le 24/05/2019) <<https://fertilisation-edu.fr/cycles-bio-geo-chimiques/le-cycle-de-l-azote-n.html>>

## ANNEXES

**Annexe 1** : Questionnaire distribué le 17 et le 24 avril aux personnes hébergées à Penfret. Les points rouges représentent les cunégondes.

**Questionnaire - Penfret**

Le projet SOCIECOFLUX vise à **estimer les flux de matières organiques d'origine humaine sur l'île de Penfret**, c'est-à-dire les apports en urines et matières fécales sur l'île. L'objectif de ce questionnaire est d'enquêter auprès des personnes présentes sur l'île aux différentes saisons, pour quantifier ces flux et comprendre comment ils se répartissent sur l'île. Pour cela, nous vous demandons de renseigner les questions suivantes en vous basant **sur un cycle de 24h** :

Ce questionnaire est **anonyme**. Si vous ne souhaitez pas répondre à certaines questions, merci de mettre un 0 devant l'intitulé de la question.

**Date**   **Âge**  **Sexe du répondant**  
 féminin  sans assignation  
 masculin

**1. Sur un cycle de 24h, combien de fois avez-vous uriné:**

aux toilettes?

dehors, sur l'île?

dans la mer?

**Combien de fois avez vous déféqué?**

**2. En général, où préférez-vous uriner?**  
 aux toilettes  dans la mer  
 dehors, sur l'île

**>>> Veuillez mettre une croix sur la carte ci-dessous pour chaque lieu et chaque fois que vous avez uriné durant le cycle de 24h, et un rond pour chaque lieu et chaque fois que vous avez déféqué. Si vous avez uriné en mer, faire une (ou des) croix dans l'eau.**



The image shows an aerial photograph of the island of Penfret. A red arrow in the top left corner points North (N). The map features several red squares and circles placed on the island's terrain, which correspond to the locations where respondents are asked to mark their urination and defecation events. The island has a mix of green fields, sandy areas, and buildings.

### 3. Quand vous utilisez les toilettes (cunégondes), pourquoi choisissez-vous de les utiliser?

Plusieurs réponses possibles

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Parce que c'est plus intime et protégé des regards | <input type="checkbox"/> Parce que c'est plus agréable                |
| <input type="checkbox"/> Parce que c'est protégé du vent et de la pluie     | <input type="checkbox"/> Parce que j'aime la vue depuis les toilettes |
| <input type="checkbox"/> Parce qu'il y a du papier toilettes                | <input type="checkbox"/> Autres raisons                               |
| <input type="checkbox"/> Parce que je pense que c'est plus propre           |   |

Pour autres raisons, précisez:

### 4. Quand vous faites vos besoins ailleurs sur l'île, pourquoi choisissez-vous d'être dehors?

Plusieurs réponses possibles

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Parce qu'il y a la queue aux toilettes  | <input type="checkbox"/> Parce que je pense que c'est plus propre                      |
| <input type="checkbox"/> Parce que les toilettes sont loin   | <input type="checkbox"/> Parce que je peux facilement me cacher derrière la végétation |
| <input type="checkbox"/> Parce qu'il fait nuit   | <input type="checkbox"/> Parce que j'aime le paysage                                   |
| <input type="checkbox"/> Parce que je n'aime pas ce que je vois quand je soulève la lunette des toilettes et préfère éviter les utiliser | <input type="checkbox"/> Parce que c'est agréable                                      |
| <input type="checkbox"/> Parce que je n'aime pas l'odeur des toilettes et préfère éviter de les utiliser                                 | <input type="checkbox"/> Autres raisons  |

Pour autres raisons, précisez:

### 5. Pourquoi choisissez-vous de faire vos besoins dans la mer?

Plusieurs réponses possibles

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Parce que je suis en navigation et qu'il n'est pas possible de rentrer à terre | <input type="checkbox"/> Parce que je n'aime pas ce que je vois quand je soulève la lunette des toilettes et préfère éviter de les utiliser |
| <input type="checkbox"/> Parce que je me baigne et que c'est plus pratique que d'aller aux toilettes    | <input type="checkbox"/> Parce que je n'aime pas l'odeur des toilettes et préfère éviter de les utiliser                                    |
| <input type="checkbox"/> Parce que c'est discret  | <input type="checkbox"/> Autres raisons   |
| <input type="checkbox"/> Parce que je pense que c'est plus propre                                       |   |

Pour autres raisons, précisez:

### 6. Si vous êtes une femme, pensez-vous que le système des cunégondes soit adapté en période de règles?

- Oui  Non

Précisez pourquoi:

### 7. À propos des Cunégondes, vous diriez que :

Plusieurs réponses possibles

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Vous saviez avant d'arriver qu'à Penfret on appelle les toilettes des "cunégondes"                                   | <input type="checkbox"/> Vous trouvez que ce système de toilettes est adapté au contexte             |
| <input type="checkbox"/> Vous avez appris sur place qu'on appelait les toilettes des "cunégondes"   | <input type="checkbox"/> Vous trouvez que ce système de toilettes n'est pas adapté au contexte       |
| <input type="checkbox"/> Cela vous a plu qu'on donne un nom aux toilettes   | <input type="checkbox"/> Vous vous sentez attaché(e) aux cunégondes                                  |
| <input type="checkbox"/> Vous avez entendu parler de l'histoire des cunégondes à Penfret et pour vous cela fait partie de l'histoire de l'île | <input type="checkbox"/> Vous souhaiteriez que les cunégondes soient remplacées par un autre système |
| <input type="checkbox"/> Cela vous a agréablement surpris(e) quand vous avez appris que ce système de toilettes sèches était utilisé ici      | <input type="checkbox"/> Autre   |
| <input type="checkbox"/> Cela vous a désagréablement surpris(e) quand vous avez appris que ce système de toilettes sèches était utilisé ici   |  |

Pour autre, précisez:

### 8. Pour quelles raisons vous sentez-vous attaché(e) aux cunégondes :

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Parce qu'elles ont une histoire liée à l'île  | <input type="checkbox"/> Parce qu'utiliser des toilettes sèches correspond davantage à mes valeurs qu'utiliser des toilettes conventionnelles |
| <input type="checkbox"/> Parce que c'est une originalité de l'île  | <input type="checkbox"/> Je ne me sens pas attaché(e) aux cunégondes  |
| <input type="checkbox"/> Parce qu'elles me rappellent l'archipel de Glénan et l'ambiance de l'école de voile | <input type="checkbox"/> Autre  |
| <input type="checkbox"/> Parce que ce sont les toilettes avec la meilleure vue que je connaisse              |   |

Autre, précisez:

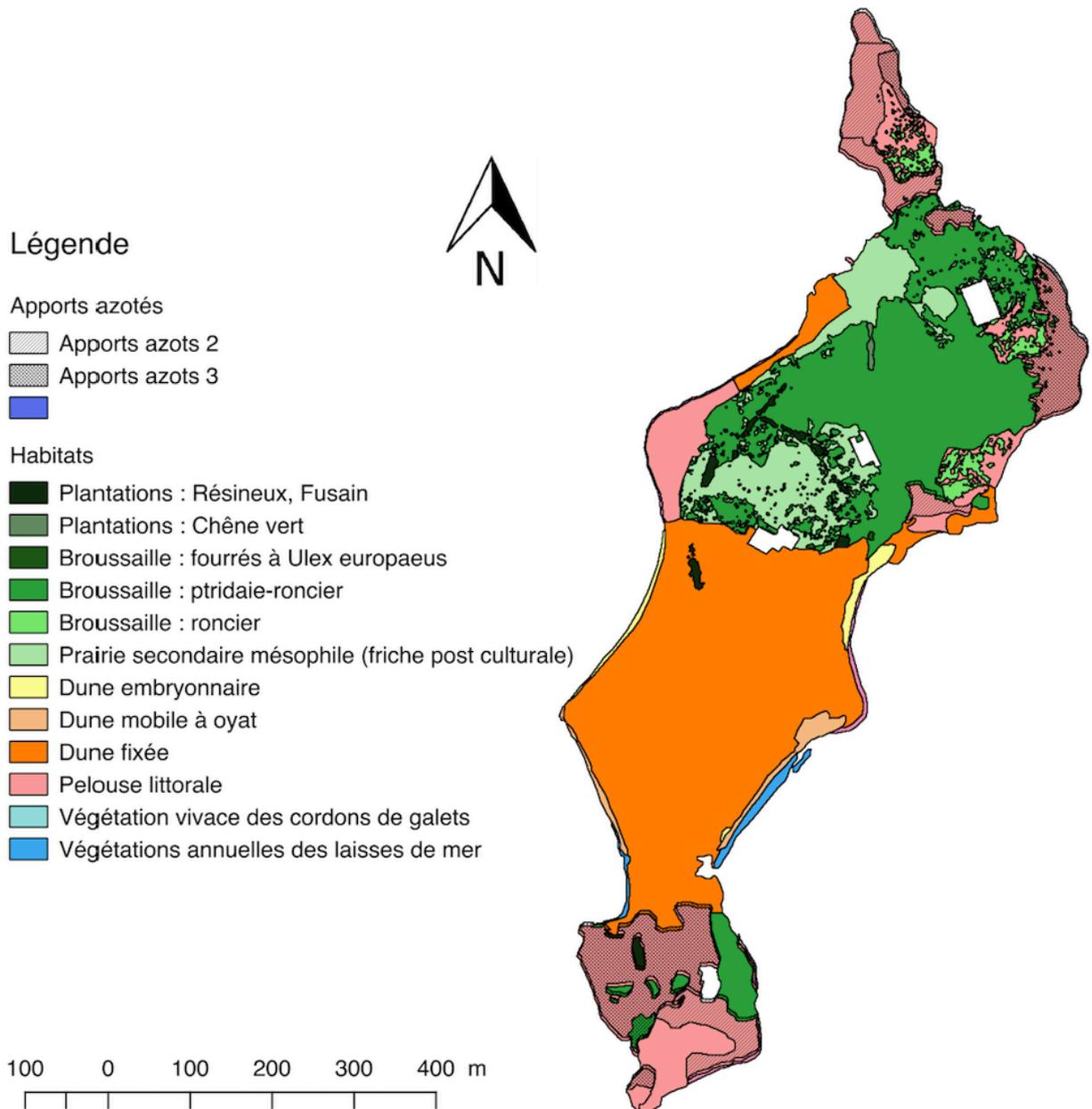
**Merci d'avoir participé à ce questionnaire !**

Si vous souhaitez être informé(e) sur les résultats de cette enquête, nous vous proposons de renseigner votre adresse email dans un formulaire à part, afin de respecter l'anonymat de votre questionnaire.

**Annexe 2** : Aperçu du tableau de données des pesées de poubelle-mer pour le 17 avril 2019.

Date	Lieu	Repas	Aliment	Valeur nutritionnelle (kJ pour 100g)	Masse pesée (g)	Energie pesée (kJ)
17/04/2019	Village	Matin	pain	1180	608	7174,4
17/04/2019	Village	Matin	céréales_chocapic	1494	48	717,12
17/04/2019	Village	Matin	céréales_cornflakes	1644	122	2005,68
17/04/2019	Village	Matin	beurre_salé	2982	15	447,3
17/04/2019	Village	Midi	steak	741	313	2319,33
17/04/2019	Village	Midi	poire	222	405	899,1
17/04/2019	Village	Midi	pomme	251	595	1493,45
17/04/2019	Village	Midi	frites	648	69	447,12
17/04/2019	Village	Midi	pain	1180	102	1203,6
17/04/2019	Village	Midi	carottes	153	2312	3537,36
17/04/2019	Village	Midi	pomme_de_terre	341	3315	11304,15
17/04/2019	Village	Soir	choufleur	96,3	14010	13491,63
17/04/2019	Village	Soir	chou_rouge	122	1119	1365,18
17/04/2019	Village	Soir	pain	1180	447	5274,6
17/04/2019	Village	Soir	poire	222	140	310,8
17/04/2019	Village	Soir	carottes	153	701	1072,53
17/04/2019	Village	Soir	gratin_choufleur	437	13007	56840,59
17/04/2019	Village	Soir	pomme	251	463	1162,13

**Annexe 3** : Cartographie des habitats et des apports azotés sur l'île de Penfret. D'après de Document d'objectifs Natura 2000 (Ragot, 2014).



**NAMUR Lola**

Master BEE – Université Claude Bernard, Lyon 1.

## **Estimation des flux de matière organique animaux et humains sur le site naturel protégé de Penfret (Finistère)**

**Résumé :** L'accueil de personnes sur un site naturel protégé doit pouvoir être concilié avec la protection de l'environnement. C'est l'enjeu auquel tente de répondre l'association Les Glénans, via le projet SOCIOECOFLUX, sur l'île de Penfret en menant une étude sur les flux de matière organique d'origine humaine et animale sur le site. L'étude s'appuie sur l'estimation de la quantité de carbone et d'azote produite par les personnes hébergées sur l'île, leur production de déchets alimentaires, la consommation de ces derniers par les colonies de goélands présentes sur l'île et l'estimation de la quantité de carbone et d'azote des déjections de ces oiseaux. Les déjections des goélands et des humains produisent autant d'azote, mais la colonie totale de goélands produit deux fois moins de carbone. Un enrichissement azoté est trouvé au niveau des zones de nidification des goélands, mais pas au niveau des zones de toilettes. Cela peut être dû aux effectifs passés d'oiseaux sur l'île qui étaient plus importants ou à l'endroit où sont déposés les déjections (dans le sol pour les humains ou sur le sol pour les oiseaux). Pour les déchets alimentaires humains, ils ne nourrissent pas complètement les colonies de goélands qui doivent trouver d'autres ressources alimentaires.

**Mots-clés :** Matière organique ; humains ; goélands ; déjections ; déchets alimentaires ; île

**Maître de stage :** HAUZY Céline

Chargée de mission environnement – Formation et Gestion espaces naturels