

Benthic macrofauna consumption by water birds.

Consommation de la macrofaune benthique par les oiseaux d'eau.

Ponsero. A.¹, Sturbois. A.¹, Simonin A.¹, Godet L.², Le Mao P.³

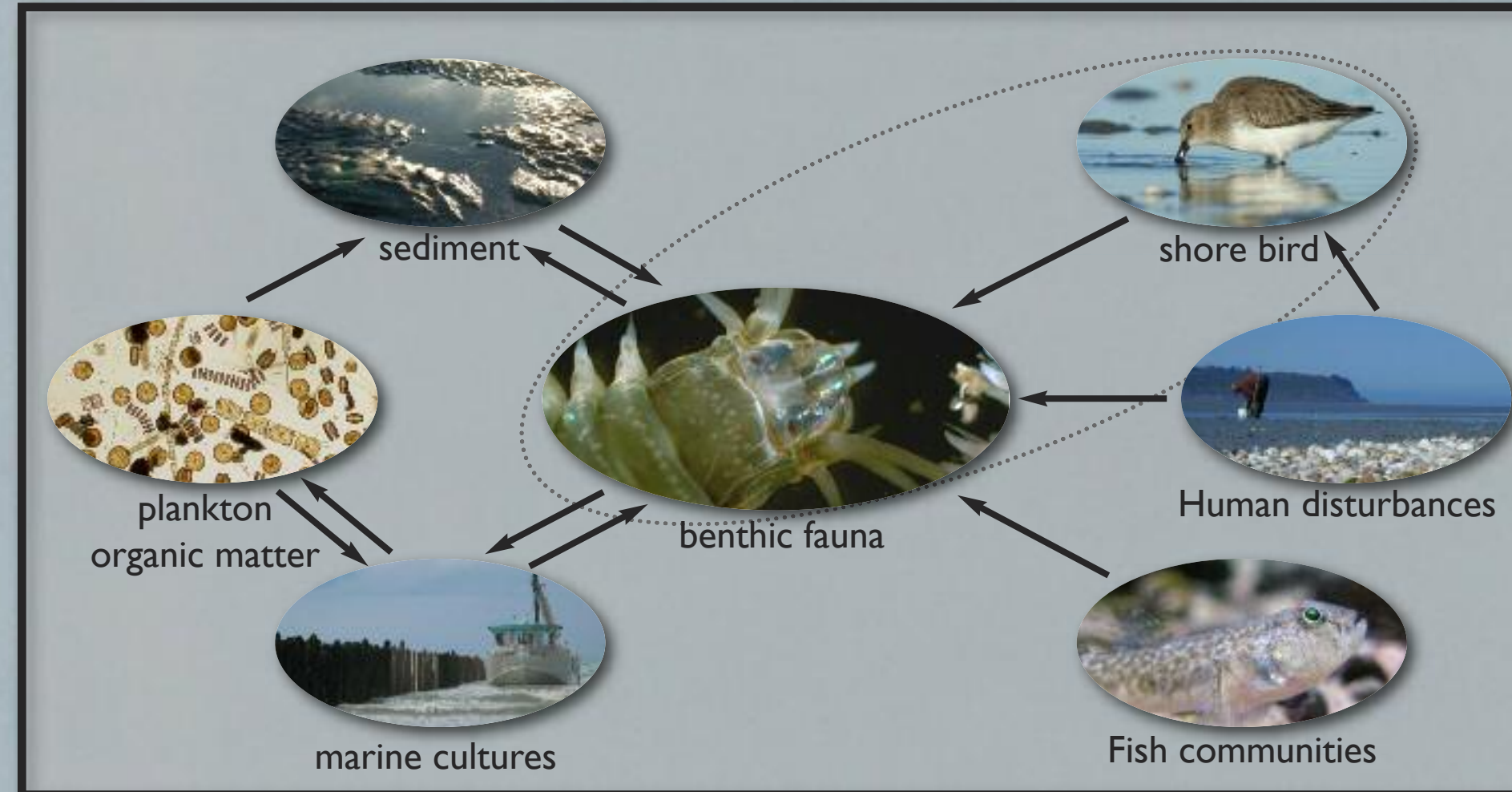
¹ Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc, site de l'étoile, 22120 Hillion, France, rn.saintbrieuc@espaces-naturels.fr
² Université de Nantes, Laboratoire Géolittomer (UMR 6554 LETG), BP 81227 44312 Nantes Cedex 3, France, laurent.godet@univ-nantes.fr
³ IFREMER, CRESCO-station de Dinard, 38 rue du port blanc, BP80108 35801 Dinard cedex, France, patrick.le.mao@ifremer.fr

The diversity and abundance of birds present in intertidal coastal ecosystems are closely related to the biomass of benthic invertebrates. The assessment of energy consumed compared with the available resource is one of the fundamental aspects of intertidal foodweb studies. The feeding of birds on benthic invertebrates was studied in the bay of Saint-Brieuc, a 2900 ha tidal bay located on the Côtes d'Armor coast (Brittany). The consumption of the nine most numerous wader and duck species present on the site was valued at 1.9 g AFDW/m²/yr. This is comparable with results observed in the Mont Saint-Michel bay but much lower than results from the Wadden sea. In order to further the understanding of the predator-prey system, the taking into account of local hypsometric singularities is relevant. Thus, it is possible to determine an "average available foraging area" which takes into account the foreshore exposure frequency according to tidal conditions, which represents the real usage of the foreshore by birds. In the Bay of Saint-Brieuc foreshore, the available average surface is about 1115 ha, i.e. a consumption of 4.9 g/m²/yr. The use of this space by birds depends on the type, density and the accessibility of prey, the sediment characteristics, and the presence of events which can cause a disturbance. The distribution of the benthic macrofauna and spatial distribution of four wader species were studied to map the main feeding areas and the benthos they host. This data set will allow the study of potential feeding habitat compared with currently exploited habitat, and to analyse the compatibility of a complex benthic resources/birds/human activities system.

La diversité et l'abondance d'oiseaux présents sur les zones intertidales sont étroitement liées à la biomasse en invertébrés benthiques. L'évaluation de l'énergie qu'ils prélèvent par rapport à la ressource disponible est un des aspects fondamentaux de l'étude des réseaux trophiques intertidaux. La consommation de la macrofaune invertébrée benthique par les oiseaux d'eau a été estimée en fond de Baie de Saint-Brieuc, un estran de 2900 ha situé sur le littoral des Côtes-d'Armor (Bretagne). La consommation des neuf principales espèces de limicoles et de canards a ainsi été estimée à 1,9 g de poids sec libre de cendres (PSLC) par mètre carré et par an, résultat similaire à celui obtenu en Baie du Mont Saint-Michel, mais très inférieur à ceux observés en Mer des Wadden depuis les années 50. Afin d'améliorer la compréhension du fonctionnement du système prédateur-proie, il est plus pertinent de prendre en compte les particularités hypsométriques locales. Il est ainsi possible de mettre en évidence une « surface moyennement exploitable » qui intègre la fréquence d'exondation de l'estran en fonction des conditions de marée et qui traduit donc in fine les réelles possibilités d'utilisation de l'estran par les oiseaux. En fond de Baie Saint-Brieuc, la surface moyenne accessible est de 1115 ha, soit une consommation par les oiseaux de 4,9 g PSLC/m²/an. L'utilisation de cet espace par l'avifaune est fonction du type et de la densité de proies, de leur accessibilité, de la nature du sédiment, et de la présence ou non d'événements susceptibles d'occasionner un dérangement de leur activité. La répartition de la macrofaune benthique et la répartition spatiale de quatre espèces de limicoles ont été étudiées afin de cartographier les principales zones d'alimentation et les benthos qu'elles hébergent. Le jeu de données disponible permettra dans un second temps d'étudier les habitats d'alimentation potentiels, de les comparer avec les habitats réalisés, et d'analyser la compatibilité d'un système complexe ressource benthique/avifaune/activités humaines.

Macrobenthos is an essential element for the functioning of estuarine or intertidal ecosystems. Many authors have highlighted the predominant function of macrobenthos in benthic and pelagic foodwebs, in particular its nutritional importance for birds. The assessment of energy consumed compared with the available resource is one of the fundamental aspects of intertidal foodweb studies on these ecosystems.

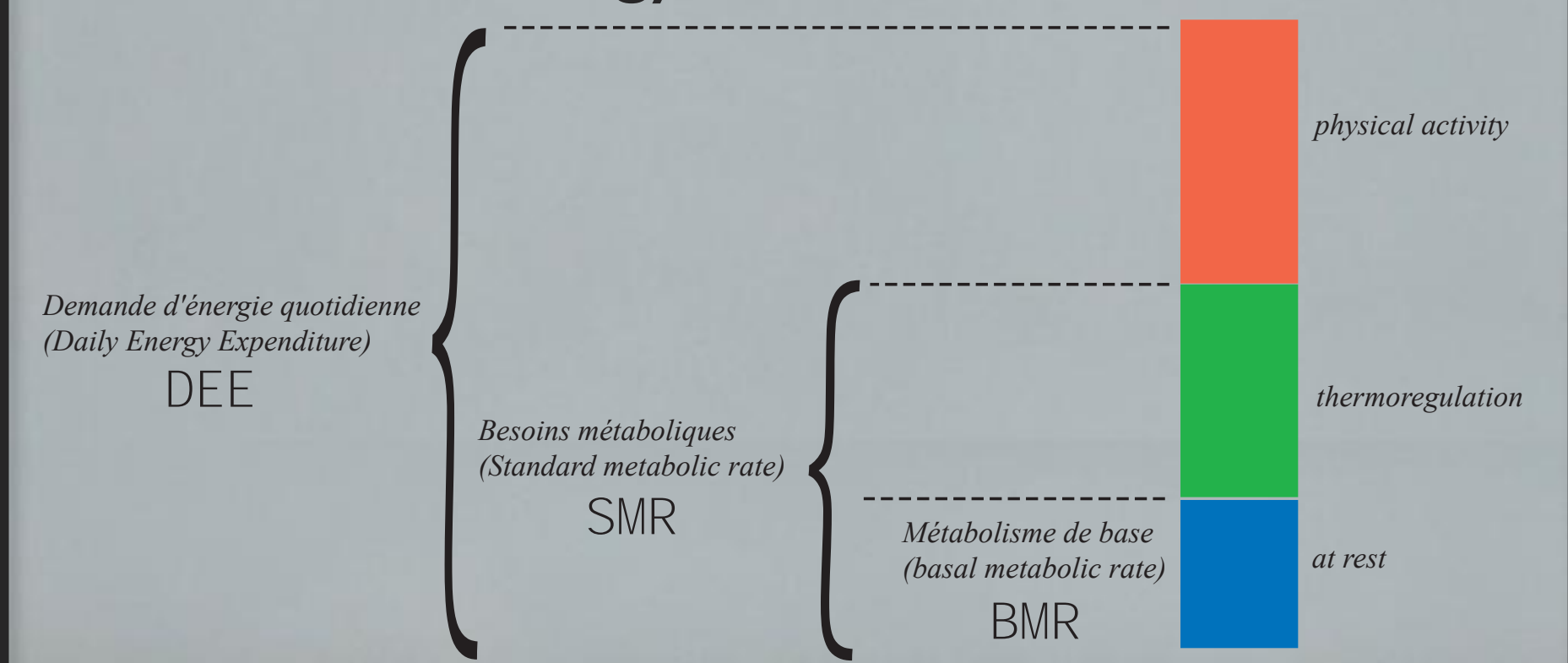
The spatial distribution of ducks and waders is strongly connected with the location of food, and consequently depends on benthic assemblages characterized by important species composition and strong biomass. The knowledge and the cartography of these assemblages and of the main foraging areas allow managers of marine protected areas to identify functional zones with strong conservation issues for preservation of birds.



Le macrobenthos est un élément clef du fonctionnement des écosystèmes estuariens ou intertidaux. De nombreux auteurs ont mis en évidence le rôle prépondérant du macrobenthos dans les réseaux trophiques benthiques et pélagiques, et en particulier son importance nutritionnelle pour l'avifaune. L'évaluation de l'énergie prélevée par l'avifaune par rapport à la ressource disponible est essentielle dans l'étude des réseaux trophiques de ces écosystèmes.

La répartition spatiale des canards et des limicoles est fortement liée à celle de leur nourriture et dépend par conséquent de la présence de peuplements benthiques riches en terme de composition spécifique et de biomasse. La connaissance et la cartographie précise de ces peuplements et des principales zones d'alimentation des oiseaux permettent aux gestionnaires d'aires marines protégées d'identifier des zones fonctionnelles à forts enjeux de conservation pour la préservation de l'avifaune.

Definition of energy needs:



The basal metabolism (Basal Metabolic Rate, BMR) is the amount of daily energy expended on an empty stomach, at rest in neutrally temperate environment. The basal metabolism needs and the thermoregulation costs represent the standard metabolism (Standard Metabolic Rate, SMR). Metabolic needs of physical activity are added in order to obtain the Daily Energy Expenditure (DEE).

Le métabolisme de base (Basal Metabolic Rate ou BMR) correspond à la dépense minimale et incompressible d'énergie nécessaire pour un individu à jeun, au repos et dans des conditions de thermoneutralité. Les besoins du métabolisme de base et les processus de thermorégulation forment les besoins métaboliques (Standard Metabolic Rate ou SMR). On ajoute à cela les besoins métaboliques liés à l'activité physique de l'oiseau pour aboutir à la demande d'énergie quotidienne (Daily Energy Expenditure ou DEE).

Estimating energy needs:

$$BMR = 5.06 \times M^{0.729} \text{ for shorebirds (Kersten & Piersma, 1987)}$$

$$BMR = 4.8 \times M^{0.672} \text{ for waterfowl (Scheiffarth & Nehls, 1997)}$$

$$DEE = N \times a \times BMR \times Q^{-1} \text{ (Meire et al., 1994)}$$

Under natural condition, the study of trophic relationships is difficult because it imposes to know, in the same time, the resource and the modalities of its exploitation by predators. However, a first approach is possible. It consists in assessing the trophic needs of consumers present on the area according to the available biomass of benthos.

En condition naturelle, la mise en évidence des relations trophique se heurte à la difficulté de connaître simultanément la ressource et les modalités de son exploitation par les espèces prédatrices. Une première approche est toutefois réalisable en évaluant les besoins alimentaires des consommateurs présents sur le site en parallèle de la biomasse en macro benthos disponible.

$$54.4 \times 10^6 \text{ g AFDW} = 326 \text{ t NOM consumed/year}$$

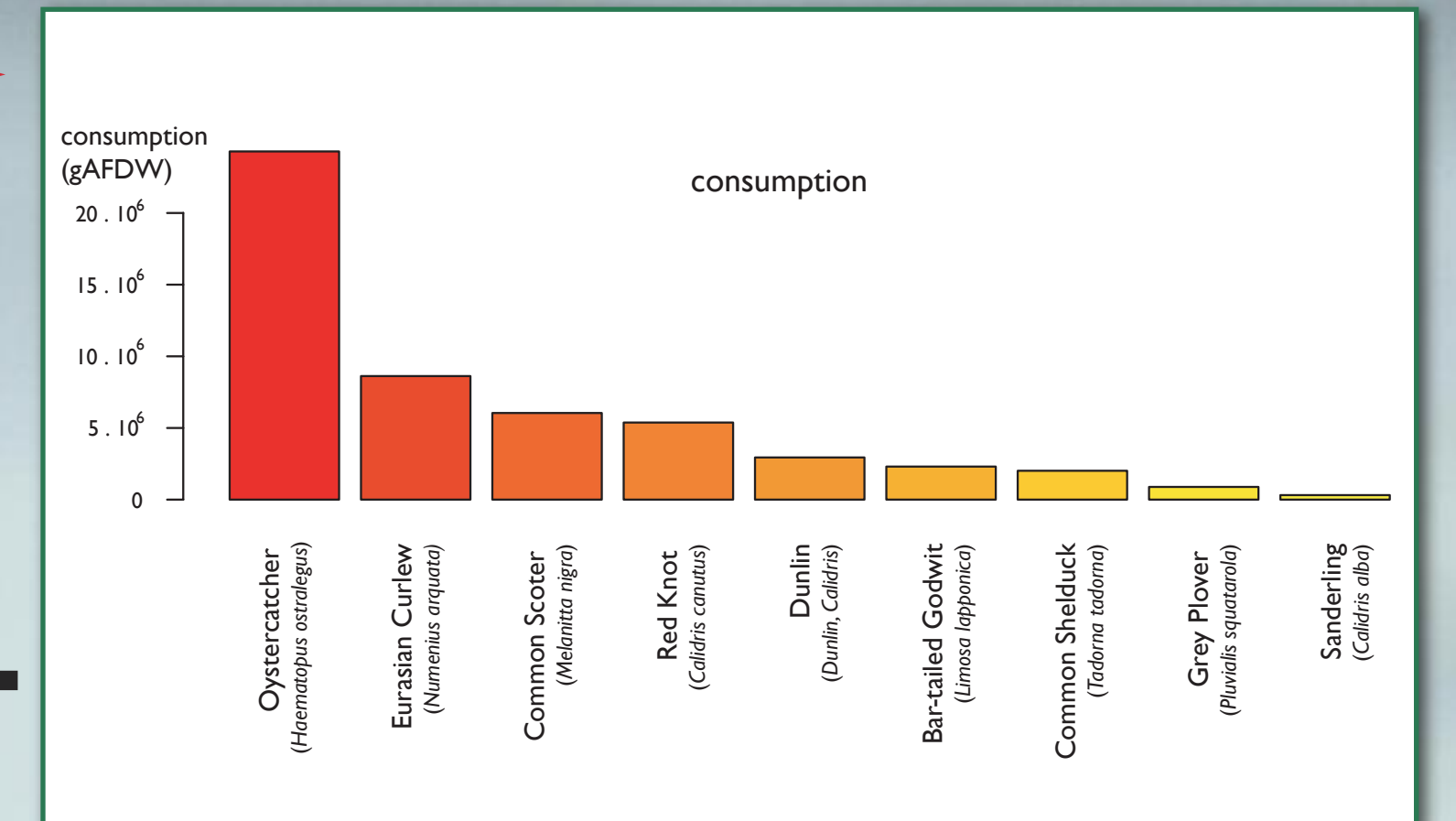
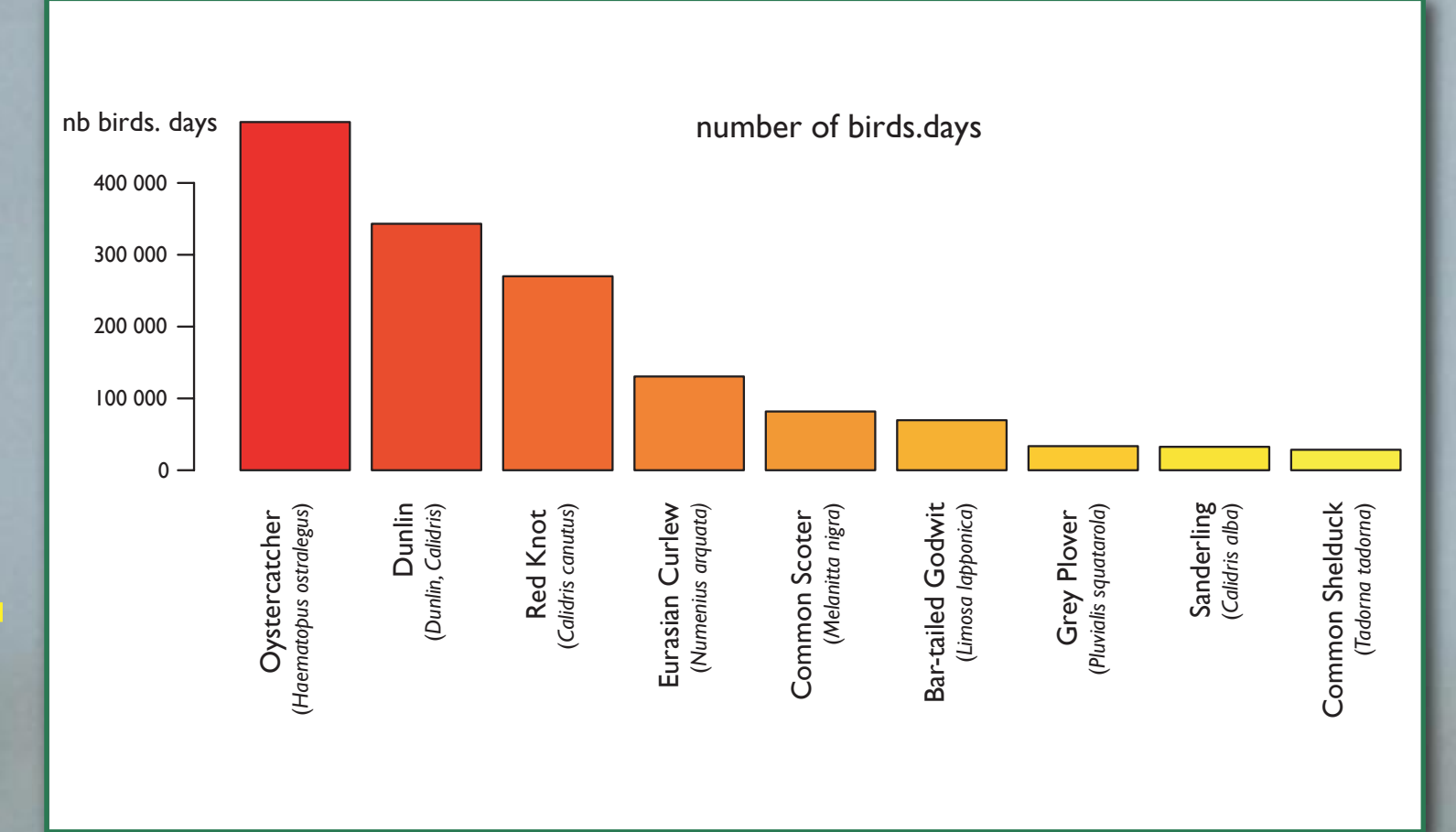
for 2 900ha intertidal zone:
1.9g/m²/year

Inter-site comparison:

area	species group	benthic biomass gAFDW/m ²	consumption gAFDW/m ² /year
Wadden Sea (NL)	Shorebirds, waterfowl, gulls	50	6,6
Wadden Sea (D) Sylt-Romo	Shorebirds, waterfowl, gulls	50	8,7
Wadden Sea (D) Königshafen	Shorebirds, waterfowl, gulls	65	17,6
Baie de Somme (F)	8 species : Shorebirds and Common Shelduck	28.97	7,14
Baie du Mont-St Michel (F)	Shorebirds, waterfowl, gulls	12.3	2,15 1,1g for Shorebirds
Baie de Saint-Brieuc (F)	9 species : Shorebirds and Common Shelduck	11.95	1,9 1,6 g for Shorebirds

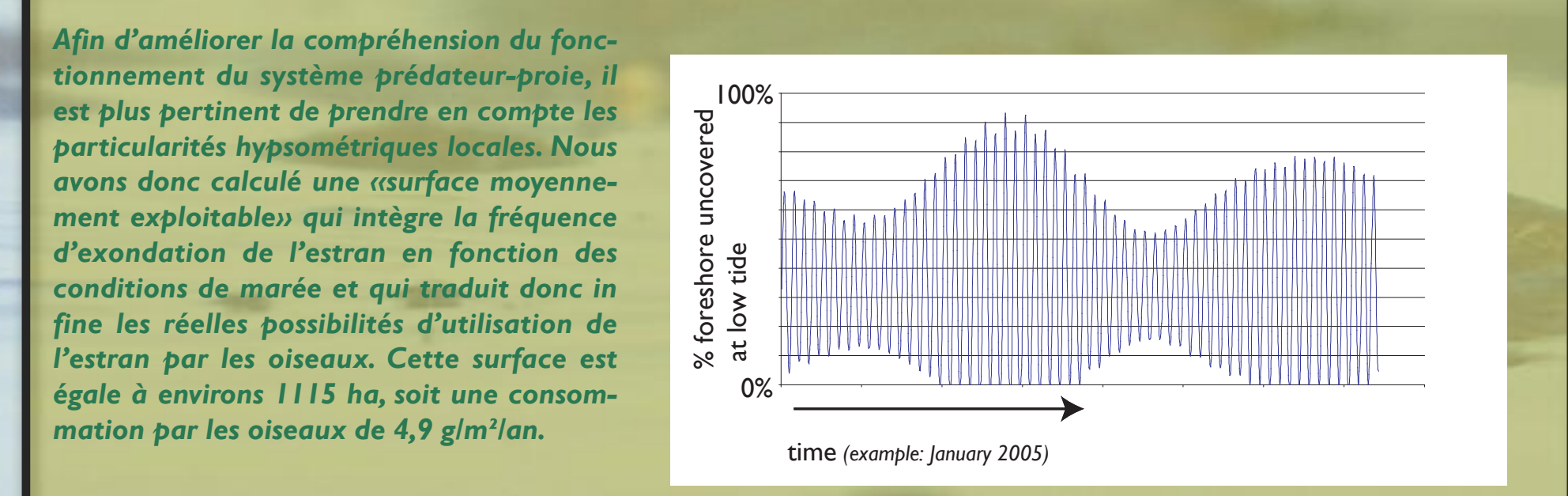
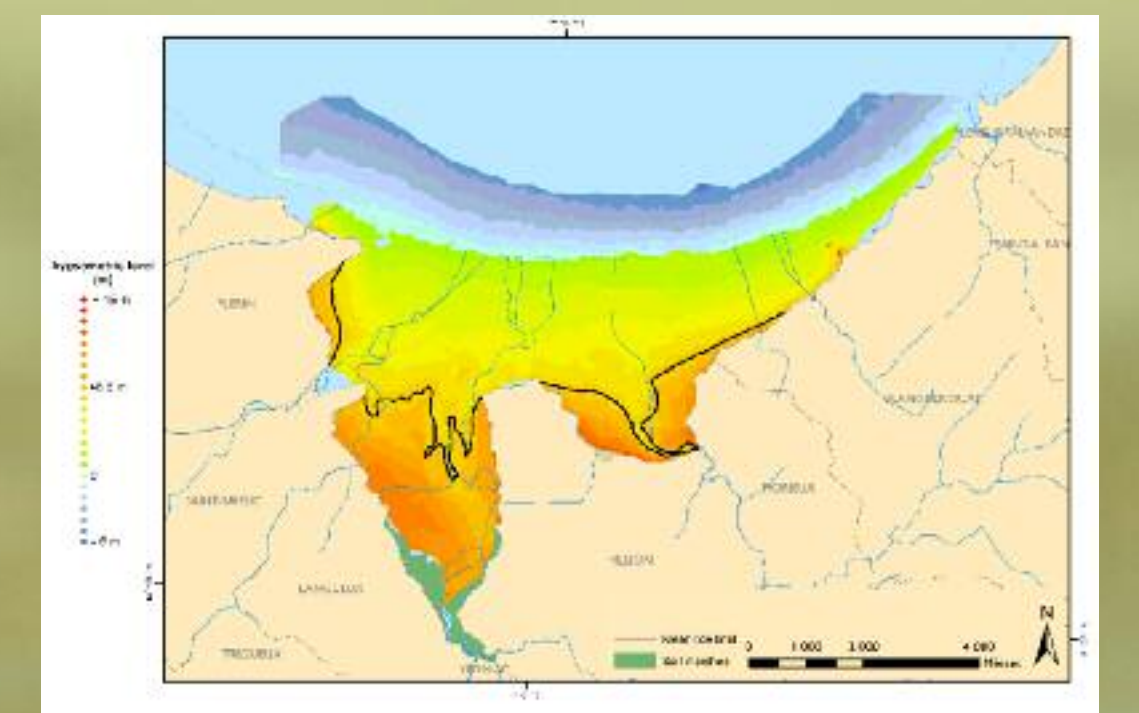
The assessment of energy consumed is a difficult exercise and there is no consensus about the method to be used for the estimation of the Daily Energy Expenditure (DEE) of a birds assemblage. However, we can establish inter-site comparison using a model already used by some authors and applied to others areas. The same equations of evaluation of the energy needs has been used and connected with the total surface of the foreshore not colonized by the vegetation. The consumption of the nine most numerous wader and duck species present on the site was valued at 1.9 g Ash Free Dry Weight (AFDW) per square meter a year. This is comparable with results observed in the Mont Saint-Michel bay but much lower than results from the Wadden sea.

Le calcul de la consommation reste un exercice assez délicat et il n'existe pas de consensus concernant la méthode à appliquer pour l'estimation de la dépense énergétique quotidienne (DEE) d'une communauté d'oiseaux. En utilisant un modèle déjà utilisé par plusieurs auteurs sur d'autres sites, on peut toutefois établir des comparaisons inter sites selon une approche standardisée. Les mêmes équations d'évaluation des besoins énergétiques ont été prises et la consommation a été rapportée à la surface totale non végétalisée de la zone intertidale. La consommation des neuf principales espèces de limicoles et de canards a ainsi été estimée à 1,9 g AFDW/m²/an, résultat similaire à celui obtenu en baie du Mont Saint-Michel, mais très inférieur à ceux observés en Mer des Wadden.



Local hypsometric singularities:

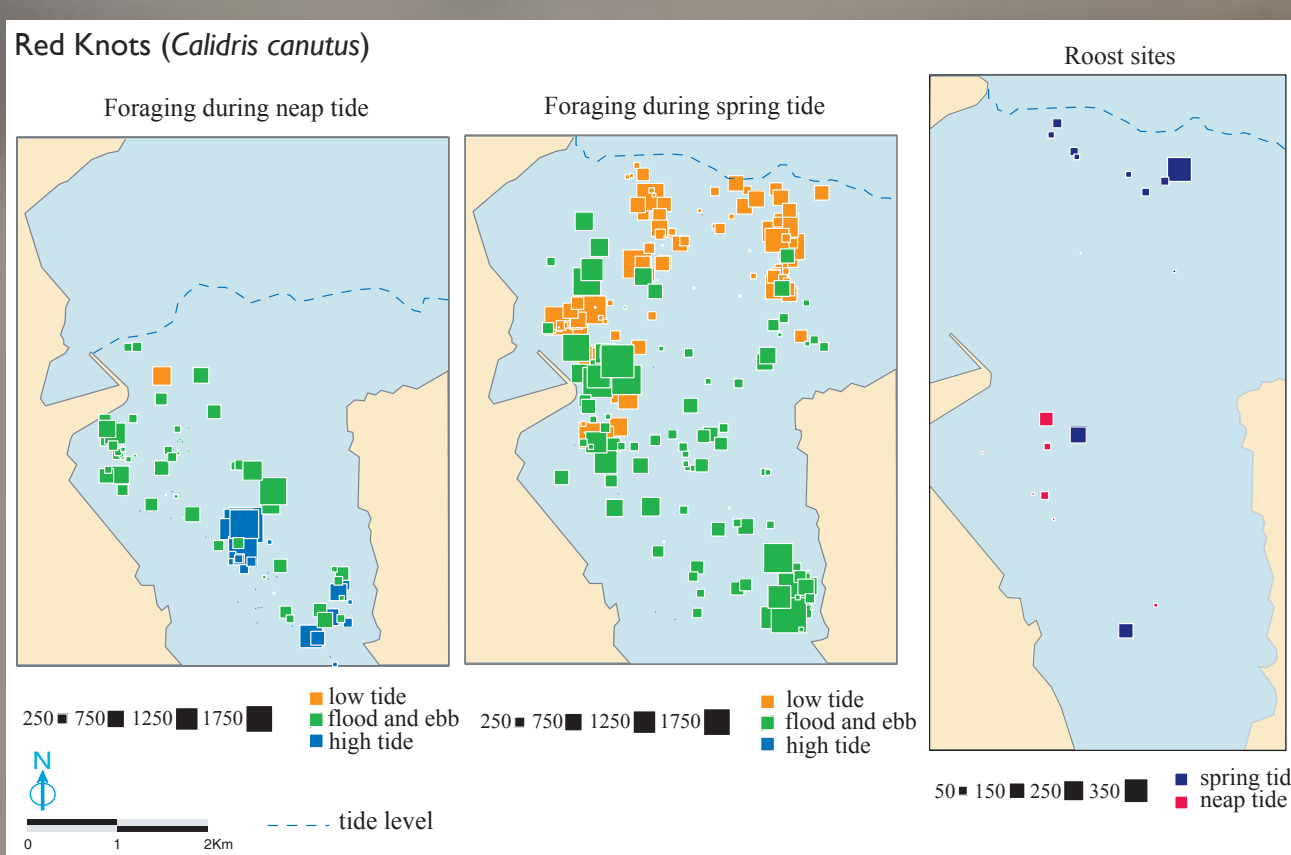
In order to further the understanding of the predator-prey system, the taking into account of local hypsometric singularities is relevant. Thus, we calculate an "average available foraging area" which takes into account the foreshore exposure frequency according to tidal conditions, which represents the real usage of the foreshore by birds. This available surface is about 1115 ha in the bay of Saint-Brieuc, i.e. a consumption of 4.9 g/m²/yr.



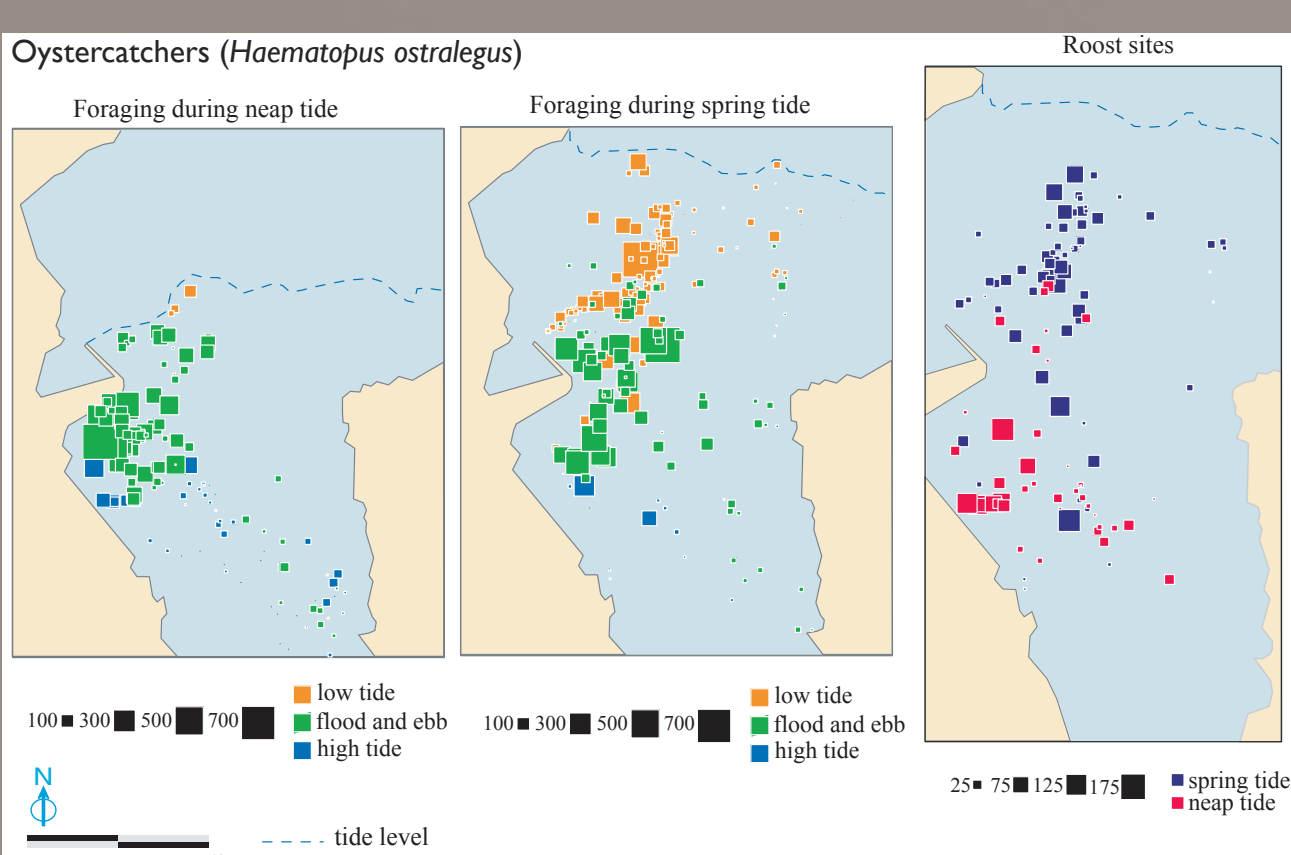
The use of the foreshore by birds depends on the type, density and the accessibility of prey, the sediment characteristics, and the presence of events which can cause a disturbance. This data set obtained within the framework of these projects will allow the study of potential feeding habitat compared with currently exploited habitat, and to analyse, in a second time, the compatibility of a complex benthic resources/birds/human activities system.

L'utilisation de l'espace intertidal par l'avifaune est fonction du type et de la densité de proies, de leur accessibilité, de la nature du sédiment, et de la présence ou non d'événements susceptibles d'occasionner un dérangement. Le jeu de données constitué dans le cadre de ces différents projets permettra de comparer les habitats d'alimentation potentiels aux habitats réalisés pour analyser dans un second temps la compatibilité d'un système complexe ressources benthiques/avifaune/activités humaines.

Identification of the foraging areas:

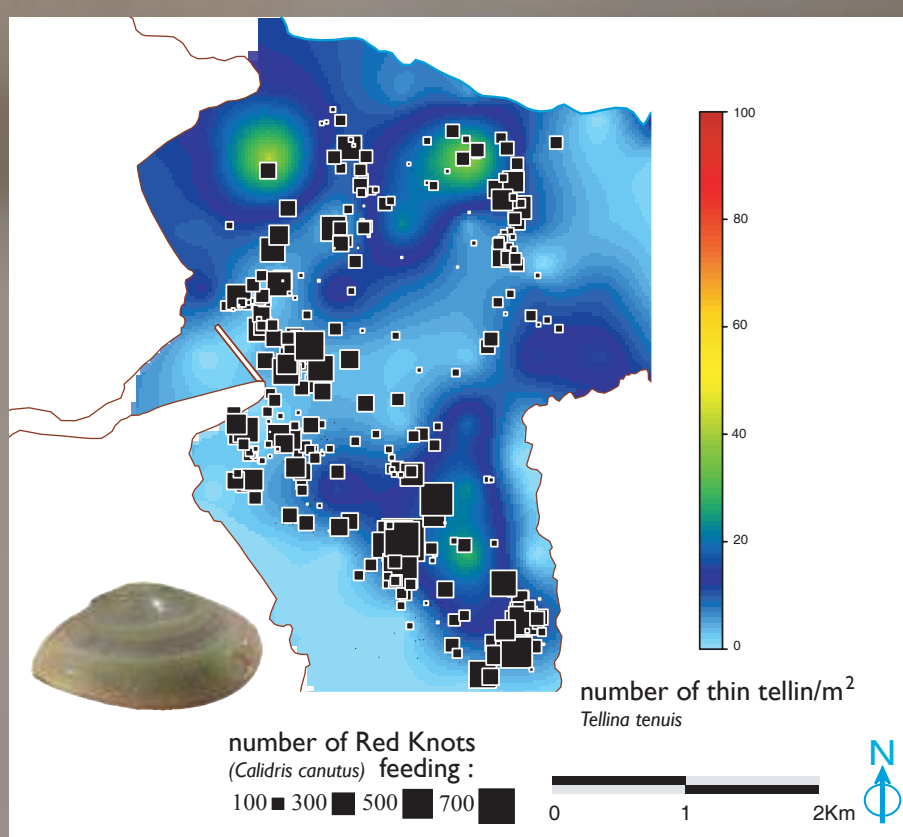


For each group of birds, we noted the total number of individuals and the number of birds which were feeding in order to determine the proportion of feeding birds. Counting birds is realised with a telescope. The position of the groups is determined with a laser range-finder binocular which provides the distance and viewing angle. The position of the observer is obtained with a Global Positioning System, and the position of birds is calculated using trigonometry.

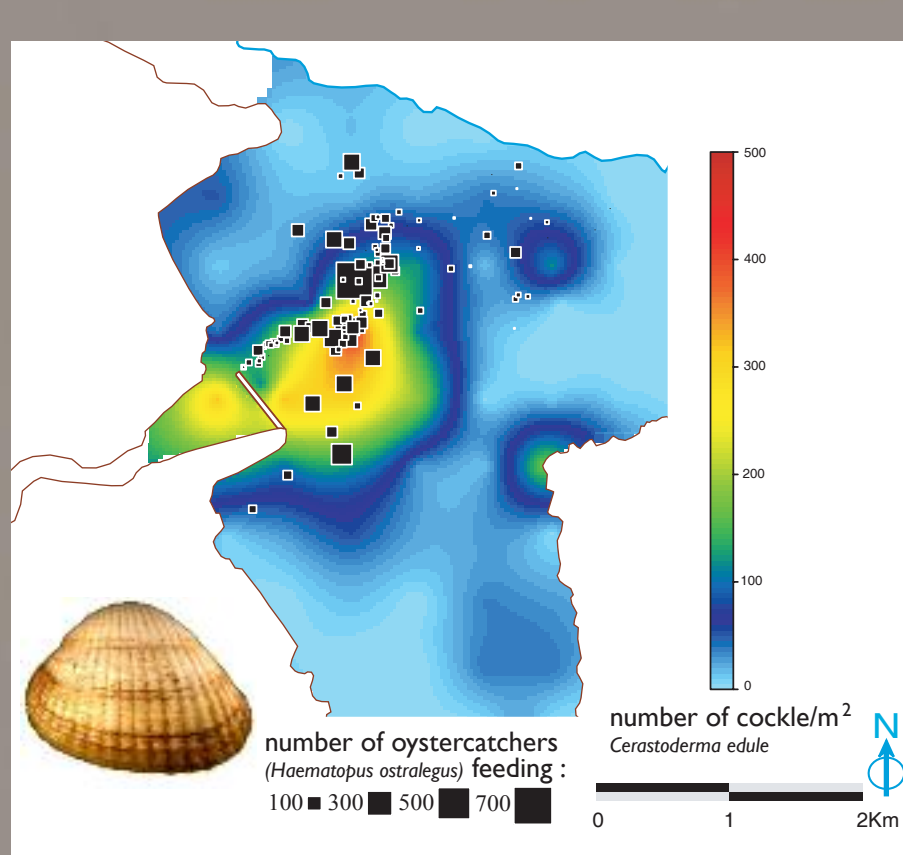


Pour chaque groupe d'oiseaux observés, les nombres d'oiseaux au total et en alimentation sont comptés, afin de déterminer la proportion en alimentation. Le comptage des oiseaux est effectué à l'aide d'une lunette. La position du groupe est déterminée grâce à un télémètre à faisceau laser donnant la distance et l'angle du groupe par rapport au nord. La position de l'observateur est déterminée par le GPS, la position du groupe est calculée selon les règles de trigonométrie.

Benthos-birds connections:



The cartographies of the main foraging area and of the distribution of benthic assemblages allow managers to identify functional areas with strong conservation issues. For example, we highlighted a very close relationship between Oystercatcher (*Haematopus ostralegus*) at low tide and Cockle (*Cerastoderma edule*) whose size exceeds 20 mm on one hand, and Redknot (*Calidris canutus*) and Thin tellin (*Tellina tenuis*) on the other hand.



La cartographie des principales zones d'alimentation des oiseaux et des peuplements benthiques permet aux gestionnaires d'identifier des zones fonctionnelles à forts enjeux de conservation. Nous avons ainsi mis en évidence un lien étroit entre l'Huitrier-pie (*Haematopus ostralegus*) et la coque (*Cerastoderma edule*) de plus de 20 mm d'une part, et le Bécasseau maubèche (*Calidris canutus*) et la Telline (*Tellina tenuis*) d'autre part.

GODET, L. (2008). — L'évaluation des besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin. L'exemple des estrans meubles de l'archipel de Chausey. Thèse Muséum National d'Histoire Naturelle.
KERSTEN, M. & PIERSMA, T. (1987). — High levels of energy expenditure in shorebirds: metabolic adaptations to an energetically expensive way of life. *Ardea* 75(2): 175-187.
LE MAO, P., PASCO, P.Y. & PROVOST, S. (2006). — Consommation de la macro-faune invertébrée benthique par les oiseaux d'eau en baie du Mont-Saint-Michel. *Alauda* 74(1): 23-36.
MEIRE, P., M. SEYS, J., BUJIS, J. & COOSEN, J. (1994). — Spatial and temporal patterns of intertidal macrobenthic populations in the Oosterschelde: are they influenced by the construction of the storm-surge barrier? *Hydrobiologia*, 282(1): 157-182.
PONSERO, A., GODET, L., LE MAO, P. & TRIPLETT, P. (à paraître). — Méthodologie d'évaluation de la prédation sur la macrofaune benthique par les limicoles hivernants. In *Manuel de gestion des oiseaux et de leurs habitats dans les écosystèmes estuariens et littoraux*.
PONSERO, A. & LE MAO, P. (2011). — Consommation de la macro-faune invertébrée benthique par les oiseaux d'eau en baie de Saint-Brieuc. *Revue d'Ecologie* 66(4).
SIMONIN, A. (2011). — Etude des zones d'alimentation de quatre limicoles en baie de Saint-Brieuc: exemple de l'anse d'Yffiniac. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc. 24p.
SCHEIFFARTH, G. & NEHLS, G. (1997). — Consumption of benthic fauna by carnivorous birds in the Wadden Sea. *Helgolander Marine Research* 51(3): 373-387.
SULEUR, F., DESPREZ, M., FAGOFF, C. & TRIPLETT, P. (2003). — La Baie de Somme: Un site sous-exploité par les oiseaux d'eau. *Alauda* 71(1): 49-58.